

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA - COPPE
DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ÁREA: AVALIAÇÃO DE PROJETOS INDUSTRIAIS E
TECNOLÓGICOS

TÍTULO DA TESE:

***METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE
SISTEMAS CONSTRUTIVOS
DESTINADOS À PRODUÇÃO DE
HABITAÇÕES POPULARES***

por: MÔNICA SANTOS SALGADO

orientadora: prof^a Liana De Ranieri Pereira
co-orientador: prof. Paulo Rodrigues Lima
maio de 1996

**METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
DESTINADOS À PRODUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES**

Mônica Santos Salgado

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Aprovada por:

prof^a Liana De Ranieri Pereira, D.Sc.
(presidente)

prof. Paulo Rodrigues Lima, D.Sc.

prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza, D.Sc.

prof. Raad Yahya Qassin, Ph. D.

prof. Sérgio Roberto Leusin de Amorim, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ - Brasil

maio de 1996

SALGADO, MÔNICA SANTOS

Metodologia para seleção de sistemas construtivos destinados à produção de habitações populares [Rio de Janeiro] 1996.

XII, 210p. 29,7cm (COPPE/UFRJ, D.Sc., Engenharia de Produção, 1996)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Seleção de sistemas construtivos. 2. Qualidade na construção civil. 3. Habitação popular.

I. COPPE/UFRJ II. Título (série)

*"...o exercício do direito de ser louco
é o único que permite sentir-nos
completamente normais."*

Gabriel Garcia Marques

agradecimentos e dedicatória

Quando iniciei este trabalho, não sabia ao certo se conseguiria realizar o que tinha em mente. Humanizar decisões técnicas, transformar informações subjetivas em dados numéricos, estas e muitas outras questões envolveram-me de tal forma que, em alguns momentos, a ansiedade por chegar aonde eu desejava atrapalhava o desenvolvimento do estudo. Tive a sorte, entretanto, de contar com o apoio de muitos profissionais. Alguns não me conheciam direito mas acreditaram em mim e forneceram as ferramentas necessárias para que eu pudesse alcançar meu objetivo. Como forma de demonstrar minha gratidão pelo carinho e atenção desses amigos, deixo registrados os seus nomes:

prof^a Liana De Ranieri Pereira - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UFRJ

prof. Paulo Rodrigues Lima - Escola de Engenharia/UFRJ

prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza - COPPE/UFRJ

prof. Orlando Nunes Cosenza - COPPE/UFRJ

Dra Maria Lúcia Horta de Almeida e Ana Maria de Souza - Financiadora de Estudos e Projetos/MCT

prof. José de Vasconcelos Paiva - Laboratório Nacional de Engenharia Civil/MOP/Lisboa

eng^o Roberto de Souza - Centro de Tecnologia de Edificações/São Paulo

eng^o Helandi Marques de Carvalho - Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo

Dedico esta tese aos meus pais, Geraldo e Maria da Penha, incentivadores de todas as horas, que este ano comemoram suas Bodas de Ouro.

Resumo da tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Doutor (D. Sc.).

METODOLOGIA PARA SELEÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS
DESTINADOS À PRODUÇÃO DE HABITAÇÕES POPULARES

Mônica Santos Salgado

maio, 1996

Orientador: prof^a Liana De Ranieri Pereira

co-Orientador: prof. Paulo Rodrigues Lima

Programa: Engenharia de Produção

O problema habitacional brasileiro tem sido objeto de estudo de muitos pesquisadores. A maior parte desses trabalhos enfoca o aspecto sócio-político da questão. Nos anos 90, o *déficit* habitacional atingiu proporções que impediam a solução técnica do problema através dos lentos sistemas convencionais de construção. Com o objetivo de acelerar o ritmo de produção no canteiro de obras, foram desenvolvidas tecnologias inovadoras baseadas na racionalização da construção.

Entretanto, alguns sistemas construtivos propostos não apresentaram desempenho técnico satisfatório, não se justificando, portanto, sua utilização na produção de habitações populares. Dessa forma, tornou-se fundamental adotar procedimentos voltados ao controle e à garantia da qualidade na construção civil, especialmente nos programas de habitação popular empreendidos pelo Poder Público.

O objetivo deste trabalho é demonstrar um modelo qualitativo que resume os procedimentos necessários para selecionar sistemas construtivos inovadores voltados à construção de habitações populares, considerando a norma ISO 6241, com a lista das exigências do usuário, e a participação dos futuros moradores das habitações a serem produzidas. Vale ressaltar ainda, que as políticas públicas de habitação popular devem surtir efeito na melhoria da qualidade de vida da população brasileira como um todo

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D. Sc)

SELECTION METODOLOGY FOR CONSTRUCTIVE SYSTEMS
DESTINATED TO SOCIAL-ORIENTED HOUSES PRODUCTION

Mônica Santos Salgado

maio, 1996

Adviser: Liana De Ranieri Pereira

co-Adviser: Paulo Rodrigues Lima.

Department: Production Engineering

In Brazil the housing problem has been studied by many researches. Most of them analyze the social-political aspect of the subject. In the early 90's, the critical housing shortage cannot be solved with building techniques based on conventional construction technologies. For this reason, it was imperative to develop rational construction systems to maximize productivity in a given building site.

Meanwhile, some of the new solutions proposed did not achieve the minimum technical performance required in habitation programs. The bad quality in Brazilian low price building industry demonstrates that something must be done to assure quality, particularly on social oriented houses produced by the government.

The aim of this work is to demonstrate a qualitative model which encloses the necessary proceedings to select innovative construction systems, considering ISO 6241, and the performance standards in building, as well as the user's participation. It is important to emphasize that government policy for social-oriented housing must aim at the improvement of life quality of the population as a whole

	pág.
Agradecimentos e dedicatória	iv
Sumário	v
Abstract	vi
Relação das Tabelas	xi
Relação das Figuras	xii
Relação das Matrizes	xiii
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 AÇÕES PARA A MELHORIA DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL	5
1.1 - Certificação de conformidade dos materiais de construção	19
1.2 - Integração entre as fases de concepção e execução: a qualidade do projeto....	28
1.3 - Profissionalização dos trabalhadores da indústria da construção civil	36
1.4 - Gerência da qualidade aplicada às construtoras	43
CAPÍTULO 2 HABITAÇÃO POPULAR E A QUALIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	51
2.1 - Metodologias para avaliação do desempenho dos sistemas construtivos inovadores	55
2.1.1 - Metodologia desenvolvida pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981)	61
2.1.2 - II Curso Internacional de Planejamento e Tecnologia da Habitação (JAICA/IPT - 1990)	66
2.1.3 - Metodologia desenvolvida pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Fundação para a Pesquisa Ambiental e Financiadora de Estudos e Projetos (FAUUSP/FUPAM/FINEP - 1986)	68
2.1.4 - Metodologia proposta pelo CQD - Centro de Estudos de Questões do Desenvolvimento (1988)	71
2.1.5 - Metodologia desenvolvida pelo CTE - Centro de Tecnologia de Edificações - para a Prefeitura Municipal de Cubatão (1991)	74

	pág
CAPÍTULO 3 PARTICIPAÇÃO DO CLIENTE/ USUÁRIO NA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	77
3.1 - Gerência da qualidade e a lógica dos conjuntos <i>fuzzy</i>	83
3.1.1 - Diagrama de Afinidades	86
3.1.2 - Diagrama de Interrelações	89
3.1.3 - Diagrama da Árvore (ou Sistemático)	94
3.1.4 - Diagrama da Matriz	96
3.1.5 - Matriz de Prioridades	100
3.1.5.1 - Matriz de Prioridades - Método Analítico	100
3.1.5.2 - Matriz de Prioridades - Método Consensual	103
3.1.5.3 - Matriz de prioridades - combinação do Diagrama de Interrelações com o Diagrama da Matriz	104
3.2 - Desdobramento da Função Qualidade - <i>Quality Function Deployment</i> QFD	107
3.3 - Avaliação pós-ocupação - APO	116
CAPÍTULO 4 O PAPEL DO PODER PÚBLICO NA GARANTIA DA QUALIDADE DAS HABITAÇÕES POPULARES	121
4.1 - O Código de Defesa do Consumidor e a Lei de Licitações	127
4.2 - Integração entre Governo Central e Instituições de Pesquisa: o trabalho do LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil - Lisboa	131
4.3 - PROTECH - Programa de Difusão de Tecnologias para Habitação de Baixo Custo	137
4.3.1 - A Vila Tecnológica de Arraial do Cabo	141
CAPÍTULO 5 SELEÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO: METODOLOGIA PROPOSTA	145
5.1 - Metodologia de seleção: critérios adotados; etapas do desenvolvimento	148
5.2 - Avaliação quanto aos requisitos de desempenho do produto	156
5.2.1 - Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de caráter absoluto	156
5.2.2 - Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de caráter relativo	158

	pág.
5.2.3 Classificação dos sistemas construtivos quanto ao desempenho do produto..	160
5.3 - Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de desempenho do processo	161
5.3.1 - Seleção dos requisitos de desempenho do processo	161
5.3.2 - Definição dos pesos pelos profissionais envolvidos	162
5.3.3 - Classificação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de desempenho do processo	162
5.4 - Seleção final do sistema construtivo	164
5.5 - Aplicação da metodologia proposta	165
5.5.1 - Avaliação quanto aos requisitos de desempenho do produto	165
5.5.1.1 - Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de caráter absoluto	165
5.5.1.2 - Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de caráter relativo	168
5.5.1.3 - Classificação dos sistemas construtivos quanto ao desempenho do produto	170
5.5.2 - Avaliação quanto aos requisitos de desempenho do processo	171
5.5.2.1 - Seleção dos requisitos de desempenho do processo	171
5.5.2.2 - Definição dos pesos pelos profissionais envolvidos	171
5.5.2.3 - Classificação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de desempenho do processo	172
5.5.3 - Seleção final do sistema construtivo	174
CONSIDERAÇÕES FINAIS	176
BIBLIOGRAFIA	180
ANEXO 1 - Norma ISO 6241	188
ANEXO 2 - Sistemas construtivos cadastrados no PROTECH	192
ANEXO 3 - Questionário respondido pelos futuros moradores da Vila Tecnológica de Arraial do Cabo	200
ANEXO 4 - Avaliação de desempenho quanto ao critério de segurança estrutural: normas complementares ABNT/INMETRO	203
ANEXO 5 - Avaliação de desempenho quanto ao critério estanqueidade à água: normas complementares ABNT/INMETRO	205

	pág.
ANEXO 6 - Avaliação de desempenho quanto ao critério durabilidade: normas complementares	207

relação das tabelas

	pág.
Tabela 1 - Necessidades humanas segundo Maslow e Aldefer	39
Tabela 2 - Fatores responsáveis pela motivação do trabalhador segundo Herzberg.	40
Tabela 3 - Evolução do movimento da qualidade	44
Tabela 4 - Comparação entre TQC e TQM	45
Tabela 5: Diferenças entre a linguagem gráfica e os textos	84
Tabela 6 - 2ª fase do PROJETO CINGAPURA - LICITAÇÕES	124
Tabela 7 - Resultados da priorização dos requisitos de carácter relativo	143
Tabela 8 - Resultado da priorização dos espaços	143
Tabela 9 - Pontuação atribuída aos sistemas construtivos pelo seu desempenho frente aos requisitos de carácter absoluto	167
Tabela 10 - Priorização dos requisitos de carácter relativo	168
Tabela 11- Pontuação atribuída aos sistemas construtivos pelo seu desempenho frente aos requisitos de carácter relativo	169
Tabela 12- Resultado da avaliação dos sistemas construtivos quanto ao desempenho do produto	170
Tabela 13 - Pontuação atribuída aos sistemas construtivos pelo seu desempenho frente aos requisitos do processo	173
Tabela 14 - Seleção final do sistema construtivo	174

relação das figuras

	pág.
Figura 1 - Aspecto final do Diagrama de Afinidades	88
Figura 2 - Aspecto final do Diagrama de Interrelações ordenado numa matriz ...	92
Figura 3 - Aspecto final do Diagrama da Árvore	95
Figura 4 - Aspecto final da Matriz “L”	97
Figura 5 - Aspecto final da Matriz “T”	98
Figura 6 - Aspecto final da Matriz “X”	98
Figura 7 - Etapas do QFD <i>Quality Function Deployment</i>	107
Figura 8 - Matriz de Correlação entre requisitos do cliente e características do produto	110
Figura 9 - Os itens “quanto” são incorporados à matriz	111
Figura 10 - Matriz de Interrelações entre os requisitos do produto	112
Figura 11 - Definição da ordem de importância dos requisitos	113
Figura 12 - O número absoluto de pontos para cada requisito	114

relação das matrizes

	pág
Matriz 1- Definição dos pesos dos requisitos de carácter absoluto	166
Matriz 2 - Desempenho dos sistemas construtivos quanto às solicitações de carácter absoluto	167
Matriz 3 - Desempenho dos sistemas construtivos quanto às solicitações de carácter relativo	170
Matriz 4 - Definição dos pesos dos requisitos do processo	172
Matriz 5 - Desempenho dos sistemas construtivos quanto ao processo construtivo	173

INTRODUÇÃO

O *déficit* habitacional brasileiro vem sendo estudado por muitos pesquisadores. A maioria desses estudos discute a questão sócio-política da habitação popular. O que se observa, entretanto, é que ao antigo problema da falta de moradia somou-se a questão da má qualidade da construção civil brasileira.

A necessidade de acelerar o ritmo das construções, na maioria das vezes, ao invés de estimular os construtores a utilizar novos modos de produção, como, por exemplo, peças pré-moldadas ou a substituição da alvenaria convencional por painéis, levou à redução da qualidade do ambiente construído, com a utilização de concretos mal dosados, recobrimentos de armaduras inferiores aos exigidos pela norma brasileira e desperdícios de vários níveis dentro do canteiro de obras.

Algumas técnicas inovadoras de construção se por um lado alteraram o *modus operandi* no canteiro de obras, por outro frustraram o usuário na medida em que o desempenho técnico dos materiais utilizados não atendia ao mínimo necessário. Algumas vezes, inclusive, o desempenho dos novos processos ficou aquém dos níveis oferecidos pelo sistema convencional de construção, não se justificando, portanto, sua utilização.

Na verdade, trata-se de dois problemas distintos: por um lado, a falta de gerenciamento adequado nos canteiros de obras; por outro, a falta de qualidade de alguns novos processos construtivos propostos.

A habitação popular tem sido, de certa forma, “cobaia” das técnicas construtivas inovadoras. O pequeno tamanho das unidades habitacionais destinadas às populações mais carentes, (na maioria das vezes são edificações unifamiliares térreas) facilita a utilização de técnicas construtivas com propostas mais simples mas, ao mesmo tempo, propicia a utilização de sistemas construtivos que apesar da rapidez na construção não oferecem condições de habitabilidade aos moradores.

Vale ressaltar que se o desempenho técnico das novas propostas construtivas é satisfatório, elas não devem se restringir à produção de habitações populares. Acredita-

se que a aceleração no ritmo de trabalho do canteiro de obras, interesse a todas as áreas do subsetor edificações.

O desenvolvimento de novos processos construtivos deve considerar o melhor desempenho técnico possível com o mínimo custo. Para isso, é fundamental que o esforço das construtoras em aumentar o ritmo de produção some-se ao trabalho dos pesquisadores das universidades e instituições de pesquisas interessados no aprimoramento do setor.

O objetivo desse trabalho é apresentar um modelo matemático que auxilie na seleção do sistema construtivo adequado para a produção de moradias para a população de baixa renda. Para isso, desenvolveu-se uma metodologia simples, baseada na norma ISO 6241 (com a lista dos quatorze requisitos do usuário) e nas técnicas qualitativas de previsão.

O primeiro capítulo analisa os fatores ligados à qualidade na construção civil, tomando por base quatro aspectos: certificação de conformidade dos materiais de construção; integração entre as fases de concepção e execução; profissionalização dos trabalhadores da indústria da construção; e gerência da qualidade aplicada às construtoras.

No segundo capítulo são apresentadas algumas metodologias para avaliação de desempenho dos sistemas construtivos inovadores voltadas à produção de habitações populares. São elas: metodologia desenvolvida pelo IPT/SP - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - (em 1981); o desdobramento dessa metodologia, proposto pelos alunos do II Curso de Planejamento e Tecnologia da Habitação (1990); a metodologia desenvolvida pela FAUUSP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FUPAM - Fundação para a Pesquisa Ambiental - em convênio com a FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos - (1986); a proposta que o CQD - Centro de Pesquisas de Questões do Desenvolvimento - apresentou à Fundação Vale do Rio Doce (1988); e a metodologia desenvolvida pelo CTE - Centro de Tecnologia em Edificações - para atender à solicitação da Prefeitura Municipal de Cubatão (1991).

A análise da importância da participação do usuário na avaliação do ambiente construído e as técnicas que permitem esse tipo de integração são apresentadas no terceiro capítulo. Entre essas técnicas, merecem destaque o QFD - *Quality Function*

Deployment ou Desdobramento da Função Qualidade, e a APO - Avaliação Pós Ocupação.

O papel do Poder Público na garantia da qualidade das habitações populares é analisado no quarto capítulo, onde se faz um confronto entre o Código de Defesa do Consumidor e a Lei de Licitações, nº 8666. Também neste capítulo, apresenta-se o trabalho realizado pelo LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil - junto com o Ministério de Obras Públicas em Portugal, um exemplo de integração entre governo e instituição de pesquisa, e a proposta do PROTECH - Programa de Difusão de Tecnologias para Habitação de Baixo Custo - instituído pelo Governo Federal Brasileiro em 1993.

Concluída a discussão teórica, o quinto capítulo apresenta a metodologia para seleção dos sistemas construtivos destinados à produção de habitações populares. A proposta apresentada divide-se na avaliação dos sistemas construtivos quanto aos critérios de desempenho do produto e do processo, e integra a participação dos clientes internos (profissionais do Poder Público) e externos (futuros usuários das habitações) nesta seleção.

Espera-se, com este trabalho, sensibilizar os responsáveis pela produção de habitações populares quanto à importância de exigir das construtoras uma prévia avaliação de desempenho dos processos e dos materiais propostos, como forma de evitar o esbanjamento de dinheiro público com sistemas construtivos inadequados, contribuindo para a melhoria da qualidade na construção civil brasileira.

CAPÍTULO 1:

AÇÕES PARA A MELHORIA DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A Norma ISO 8402 define “qualidade” como a totalidade dos fatores e características de um produto ou serviço que sustentam sua capacidade de satisfazer às necessidades estabelecidas. Foram as Grandes Guerras Mundiais, especialmente a Segunda, que impulsionaram o controle da qualidade. A indústria bélica passou a ser obrigada a atingir determinados padrões de confiabilidade e segurança, o que exigiu a aplicação de normas específicas.

No início da década de 50, as empresas japonesas, diante da escassez de recursos humanos, materiais e financeiros, tornaram-se pioneiras ao utilizar o gerenciamento da qualidade como força central do desenvolvimento industrial do país, sendo auxiliadas pelos consultores norte-americanos W. Edwards Deming, J. M. Juran e A. V. Feigenbaum. No Brasil, os conceitos mais modernos vieram através das empresas multinacionais norte-americanas, européias e japonesas.

A questão do desperdício passou a ser o centro das pesquisas objetivando a melhoria da qualidade na produção industrial. Deming alertava para uma falha na administração das empresas, que não planejavam para o futuro nem previam os problemas. Como o consumidor nem sempre estava “disposto” a pagar pelo desperdício, os resultados inevitáveis eram a perda de mercado e o desemprego. Esta situação levou ao desenvolvimento de diversas teorias sobre a gerência da qualidade nas empresas.

W. Edwards Deming estabeleceu 14(quatorze) princípios que consistiriam a base da transformação¹:

1º princípio: Estabelecer constância de propósitos (objetivos), ou seja, incorporar à rotina da empresa, obrigações tais como alocar recursos para planejamento a longo prazo, para a pesquisa e formação de mão-de-obra, melhorando, constantemente, o projeto do produto e do serviço. Significa garantir ao cliente que o seu produto estará sempre à disposição, acompanhando os avanços da tecnologia e a evolução da sociedade.

2º princípio: Adotar a nova filosofia assumindo a liderança da transformação. O mercado atual aponta, por exemplo, para a maior participação do usuário/cliente

¹ DEMING, W. Edwards. *Qualidade: a revolução na administração*.

na definição das características dos produtos e serviços. A empresa que não se adaptar a essa nova realidade poderá ficar fora da concorrência em pouco tempo.

3º princípio: Acabar com a dependência da inspeção em massa, pois a qualidade não deriva da inspeção e sim da melhoria do processo produtivo.

4º princípio: Cessar com a prática de aprovar orçamentos com base apenas no menor preço. Sem dispor de medidas adequadas de qualidade, os negócios tendem a ser realizados com aquele que oferece o preço mais baixo. O resultado, por vezes, é a baixa qualidade e o gasto com o custo elevado do retrabalho.

5º princípio: Melhorar constantemente o sistema de produção e de serviço, porque a qualidade deve existir desde o projeto.

6º princípio: Instituir o treinamento no local de trabalho. Deming afirma que o maior desperdício é a subutilização da capacidade humana.

7º princípio: Instituir liderança, pois a função da administração não é supervisionar. Ela deve trabalhar as fontes de melhoria, a intenção que a empresa tem em termos de níveis de qualidade a atingir, traduzindo esta intenção em características do produto final.

8º princípio: Afastar o medo no sentido de superar a resistência ao aprimoramento pelo receio das mudanças que isto pode acarretar, especialmente na empresa (cargos, e outros).

9º princípio: Eliminar as barreiras entre os departamentos, ou seja, o pessoal de pesquisa, projetos, aquisição de insumos, vendas e recebimento de materiais, deve conhecer os problemas enfrentados pela equipe de produção e montagem. Muitas vezes a necessidade de “cumprir prazos” impede que as equipes de trabalho se familiarizem com as dificuldades enfrentadas pelo setor de produção.

10º princípio: Eliminar os *slogans* substituindo-os pelo incentivo ao aumento de produtividade. Cartazes do tipo “Faça certo desde a primeira vez.” partem do pressuposto de que a culpa pela falta de qualidade ou baixa produtividade é do operariado. A administração precisa assumir que é a principal responsável pela

melhoria do sistema. Padrões de trabalho, pagamentos de incentivos e trabalhos pagos “por peça” são manifestações da incapacidade de compreender e proporcionar uma chefia adequada.

11º princípio: Eliminar cotas numéricas substituindo-as pela “administração por processo”. Ansiosas por alcançar o número mínimo definido para a sua produção diária, as pessoas relegam a um segundo plano fatores relacionados à qualidade do que é produzido. Na maioria das vezes esta postura leva à insatisfação do próprio trabalhador.

12º princípio: Remover os fatores de insatisfação dos trabalhadores com a produção. É importante rever certos valores adotados por alguns empresários como verdadeiros. Por exemplo, a possibilidade de realização profissional é mais significativa para o operário do que a existência de quadras de esporte ou áreas de lazer no seu local de trabalho.

13º princípio: Estimular a formação e o auto-aprimoramento através da instituição de programas de educação e treinamento. É preciso lembrar que em suas carreiras, as pessoas querem mais que dinheiro, querem oportunidades sempre crescentes de contribuir com algo à sociedade, tanto materialmente como de outras formas.

14º princípio: Engajar toda a empresa no processo de transformação. Para esta tarefa, Deming destaca a utilização do ciclo Shewhart (PDCA) como diretriz básica da transformação:

P - PLAN - Planejar a estratégia

D - DO - Executar as mudanças

C - CHECK - Observar os efeitos

A - ACTION - Estudar os resultados atuando corretivamente

Entre os conceitos introduzidos por J.M. Juran² para o gerenciamento da qualidade, destaca-se a Trilogia Juran@ que inclui: **planejamento, controle e melhoria** da qualidade. Na fase de planejamento, fazem-se as previsões de todas as atividades e subatividades necessárias à realização da tarefa considerando as possíveis falhas que

podem se apresentar durante o processo, e as soluções mais adequadas. Um dos esquemas possíveis, compõe-se das seguintes etapas:

- 1) Definir as atividades que compõem o processo de execução que se está analisando.
- 2) Relacionar as atividades com o tempo necessário à sua execução.
- 3) Considerar cada atividade separadamente e analisar quais são as condições necessárias para iniciá-las e desenvolvê-las, definindo os tipos de comprovações a serem feitas no final.
- 4) Expressar todas as informações obtidas em forma de listas de verificação, formulando cada uma das perguntas sob o formato SIM/NÃO de modo que a boa qualidade corresponda à resposta SIM.

Portanto, o planejamento da qualidade é o conjunto de atividades que determinam os requisitos e objetivos para a qualidade. Corresponde à etapa de identificação do cliente, definição de suas necessidades e desenvolvimento de produtos para satisfazê-las.

O controle corresponde ao processo de medir, comparar e corrigir de modo a assegurar que os produtos e serviços sejam confeccionados e fornecidos de acordo com os requisitos planejados. É um processo regulador através do qual é efetuada a medição do desempenho da qualidade de um produto ou serviço, sendo feita a comparação desta medida com padrões pré-estabelecidos e a atuação para reduzir a diferença.

É interessante lembrar que o controle da qualidade diz respeito aos meios operacionais utilizados para atender aos requisitos da qualidade enquanto a garantia da qualidade visa a promover a confiança neste atendimento. Para um eficiente controle da qualidade pode-se adotar os seguintes passos:

- seleção da matéria e das características a serem controladas;
- definição da unidade de medida;
- estabelecimento de um valor ou faixa de valores padrões (tolerâncias);
- definição do instrumento que fará as medições;

² JURAN, J. M. *A qualidade desde o projeto*

- medição das características controladas;
- decisão sobre as modificações necessárias para reduzir a diferença.

A melhoria da qualidade corresponde às ações a serem implementadas em toda organização para que a empresa obtenha benefícios adicionais com suas atividades e processos. Trata-se da eliminação incansável das práticas que causam o desperdício e do constante esforço de melhoria da qualidade dos produtos e serviços para a satisfação dos consumidores, reduzindo-se, assim, o custo da não-conformidade. A metodologia compõe-se dos seguintes passos:

- estabelecer a infra-estrutura necessária para garantir o melhoramento anual da qualidade;
- identificar as necessidades específicas de melhorias - projetos de melhoramento;
- estabelecer para cada projeto uma equipe com claras responsabilidades, para levá-lo a uma conclusão bem sucedida;
- promover os recursos, a motivação e o treinamento de que as equipes necessitam para:
 - ⇒ diagnosticar as causas;
 - ⇒ estimular o estabelecimento de correções;
 - ⇒ estabelecer o controle para manter os ganhos.

Os três processos da Trilogia estão interrelacionados e referem-se às deficiências do produto. O resultado da redução das deficiências é a queda do custo da má qualidade, o melhor atendimento aos prazos de entrega e a redução da insatisfação dos clientes.

De acordo com Philip Crosby, o maior problema da gerência da qualidade não é o que as firmas ignoram a respeito, mas o que pensam que sabem. Ele define cinco estágios que compõem o “Aferidor de Maturidade da Gerência da Qualidade nas Empresas”, expressos por esse autor da seguinte forma³:

ESTÁGIO 1 - INCERTEZA

- Busca a qualidade de forma sazonal.
- Considera cada problema como único, mesmo quando se repete várias vezes.

³ CROSBY, Philip. *Qualidade é investimento*.

- Pratica o individualismo
- Desconhece o custo da qualidade.
- Pratica a agenda oculta.
- Baliza sua atuação emocionalmente.

ESTÁGIO 2: DESPERTAR

- Aplica inspeções e testes aleatórios.
- Identifica os problemas com maior velocidade.
- Estimula o treinamento e a sinergia de grupo.
- Toma providências a curto prazo.
- Divulga a filosofia da empresa.
- Existe conscientização para a qualidade a nível dos gerentes.

ESTÁGIO 3: ESCLARECIMENTO

- Define e divulga os níveis de qualidade da produção.
- Enfrenta os problemas sem “caçar” os culpados.
- Promove a premiação como incentivo participativo.
- Estabelece as bases para o cálculo da não-qualidade.
- Cria o “Departamento da Qualidade” como unidade organizada e independente das atividades produtivas.
- Gera e implementa sistemas para racionalizar a produção.

ESTÁGIO 4: SABEDORIA

- Possui Marca de Conformidade dos seus produtos (formal e/ou informalmente).
- Desenvolve as tarefas com segurança de sucesso.
- Promove premiações nos vários níveis.
- Reduz os custos sem prejuízos na qualidade.
- Reconhece e recicla periodicamente as normas e procedimentos da empresa com a participação das equipes de trabalhadores.
- Realiza as mudanças em função do planejamento a longo prazo.

ESTÁGIO 5: CERTEZA (UTOPIA)

- Mantém os níveis de qualidade por auto-controle.

- Impede a execução de atividades que gerem problemas através do sistema de prevenção.
- Atinge alto desempenho na qualidade de vida dos recursos humanos.
- Reduz o custo da qualidade.
- Considera a gerência da qualidade como parte vital da empresa.
- Adota o planejamento a longo prazo para estabelecer as bases das mudanças.

De acordo com Crosby, o “Aferidor” deve ser utilizado quando houver necessidade de projetar uma visão da companhia, de fácil compreensão por todos os interessados, sendo especialmente útil na comparação do *status* de diferentes companhias ou divisões, funcionando, também, como fonte contínua na orientação quanto ao que precisa ser feito em seguida.

A aplicação destes conceitos na indústria da construção civil, entretanto, não é tarefa simples. Em função das especificidades deste setor produtivo, torna-se necessário traduzir as propostas para a gerência da qualidade na construção em procedimentos viáveis dentro da situação que se apresenta.

No Brasil, as atividades de construção civil iniciaram-se durante o período colonial, caracterizando-se pela autoprodução e pelo uso da força de trabalho dos escravos. O processo produtivo consistia na elaboração de materiais locais à base de terra, pedra e madeira. Foi a partir da vinda da Família Real, em 1808, que o tijolo cozido passou a ser difundido.

O aumento na demanda por atividades de construção civil ocorrido no final do século XIX e provocada pela expansão dos centros urbanos, o desenvolvimento dos transportes e a imigração européia, levaram à divisão da atividade construtiva em subsetores. Essa época também se caracterizou pela cientificação das atividades de projeto, pela produção de diferentes materiais e componentes, pelo surgimento da categoria “operário da construção” e pelo aparecimento das primeiras construtoras nacionais.

A partir de 1930, com a intervenção direta do Estado na economia e na construção civil de maneira geral, a industrialização dinamizou-se. Quanto ao processo construtivo, entretanto, não aconteceram grandes inovações. Estas ocorreram na indústria de materiais e componentes como cimento, aço, tijolos furados, alumínio, entre outros.

Começaram a ser utilizados elevadores de obras, betoneiras, vibradores de concreto e foram criados laboratórios de pesquisa e instituições de apoio científico que incrementaram as pesquisas sobre tecnologias da construção.

Atualmente a indústria da construção civil brasileira enfrenta dificuldades relacionadas, especialmente, à precária organização da produção, ao baixo nível de controle e produtividade e altos índices de desperdício. As construtoras estão somando esforços no sentido de modificar esta situação através da racionalização dos processos convencionais de construção.

Analisando o estágio de maturidade da indústria da construção civil brasileira segundo a escala proposta por Crosby, verifica-se que esta encontra-se, na maior parte do país, no estágio da “incerteza”. Deve-se reconhecer, entretanto, que dependendo da região do país, ou até da atuação de determinada construtora em uma região, pode-se identificar o estágio do “despertar” e até do “esclarecimento” .

A indústria da construção civil é considerada de caráter “nômade”, na medida em que o canteiro de obras desloca-se conforme o término da construção. Por essa razão, o primeiro princípio básico definido por Deming para a transformação das indústrias, relacionado à constância das características das matérias-primas e dos processos, é mais difícil de ser alcançado, na medida em que dependerá da localidade onde se está construindo. Some-se a isso que, salvo na construção de conjuntos habitacionais, a construção civil é mais voltada ao fornecimento de produtos únicos, ou seja, mesmo as edificações que objetivam atender a uma mesma finalidade (escolas, hospitais, residências, entre outras) apresentam características próprias que definem processos produtivos distintos.

A construção utiliza em geral mão-de-obra pouco qualificada sendo o emprego destas pessoas de caráter eventual com escassas possibilidades de promoção, contrariando os 6º., 12º. e 13º. princípios de Deming. Em recente pesquisa realizada junto aos operários de uma construtora paulistana, cujos resultados foram divulgados no Seminário Internacional sobre Estratégias de Modernização da Construção Civil (São Paulo, dezembro de 1994) verificou-se que a maioria deles não deseja que seus filhos continuem na profissão. Os operários entrevistados justificaram esta opinião em função dos baixos salários, das precárias condições de trabalho e da inexistência de um plano

de carreira para o trabalhador da construção civil, que fica impossibilitado de obter promoções dentro da empresa.

A setorização das atividades que compõem o processo construtivo, acentuada pela terceirização de algumas tarefas tais como a execução das fôrmas e a montagem de *kit's* para a instalação, torna fundamental a atuação de um coordenador geral, responsável pela implantação do 9º. princípio definido por Deming, que ressalta a importância de eliminar as barreiras entre os departamentos. Entretanto, para viabilizar essa tarefa, torna-se necessário definir as responsabilidades dos trabalhadores que, na construção civil, encontram-se dispersas e mal definidas, dificultando os esforços no sentido da melhoria da qualidade.

Um dos fatores responsáveis pela dispersão das responsabilidades é o distanciamento existente entre projetistas e construtores. Quando dúvidas aparecem em uma obra, o profissional envolvido com a execução vê-se na contingência de “improvisar” a solução. Este desencontro provoca desperdícios⁴ de diferentes níveis, destacando-se:

- do potencial humano disponível no canteiro de obras;
- de materiais de construção;
- de tempo;
- de qualidade.

Como conseqüências finais tem-se:

- desperdício de recursos financeiros;
- atraso do setor em relação aos demais.

DESPERDÍCIO DO POTENCIAL HUMANO

O reduzido investimento no aprimoramento profissional dos operários da construção civil somado às más condições de trabalho e aos baixos salários, tem levado os indivíduos a procurar empregos em outros setores da economia. Em conseqüência disso, tem-se o aumento na rotatividade que provoca interrupções

⁴O desperdício não agrega valor ao produto ou serviço, podendo ser definido como todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço além do estritamente necessário (matéria-prima, materiais, tempo, dinheiro, energia, etc.). É um dispêndio extra acrescido aos custos normais do produto ou serviço, sem trazer qualquer tipo de melhoria ao cliente. In: FREITAS, Ediane N. G. O. *Caminhos para a redução do desperdício na construção civil.*

na continuidade da produção, destruindo a identificação do trabalhador com o seu ofício. Vale ressaltar que, de acordo com alguns autores,⁵ o retorno obtido por uma empresa que investe no aprimoramento do conhecimento, ou seja, no treinamento e educação dos seus operários, pode alcançar a cifra de 30.000%.

O aumento de produtividade está, portanto, diretamente relacionado ao investimento no “aporte de conhecimento”. No entanto, é necessário, além disso, criar condições que evitem a saída dos funcionários da empresa. Portanto, a permanência no emprego deveria ser a meta do novo empresariado brasileiro e não apenas uma reivindicação sindicalista.

Para o funcionamento de um programa de treinamento de pessoal, é necessário que haja disponibilidade para o aprendizado, condição que só é alcançada pelas pessoas após a satisfação das suas necessidades essenciais, ou seja: alimentação, habitação, vestuário, saúde e educação dos filhos. Dessa forma, pode-se deduzir que o pagamento de um salário mínimo mensal ao operário, nas bases da economia atual (1995), é uma fonte indireta de desperdício de recursos humanos na medida que não possibilita condições mínimas de vida, obrigando o trabalhador a procurar outras fontes de renda, promovendo a ineficiência e inibindo sua disponibilidade para o aprendizado.

DESPERDÍCIO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Este tipo de desperdício ocorre em consequência da falta de treinamento da maior parte dos profissionais que atuam na construção civil, e também, pelo fato dos processos convencionais de construção não utilizarem conceitos tais como padronização e coordenação modular⁶. O projeto arquitetônico é também um fator indutor de desperdício dos materiais de construção, na medida que os projetistas, em sua maioria, não se preocupam em adequar as medidas de projeto às dimensões dos elementos construtivos, e encaram a atividade produtiva dissociada da fase de concepção.

⁵ CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC - Total Quality Control - no estilo japonês*

⁶ Coordenação modular - Técnica que permite relacionar as medidas de projeto com as medidas modulares, por meio de um reticulado espacial modular de referência. In: ABCI - Associação Brasileira da Construção Industrializada - *Manual Técnico de alvenaria*.

Outra fonte de desperdício é a baixa eficiência do processo construtivo convencional. Em um ambiente de controle da qualidade é inaceitável, para citar um exemplo, a demolição de trechos da alvenaria recém executada para a colocação das tubulações elétricas e hidráulicas.

As perdas de materiais podem ser classificadas como diretas ou indiretas. A perda direta ocorre quando o material é danificado, não podendo ser recuperado e utilizado. É também conhecida como entulho que sai, ou seja, todo o material quebrado e inutilizado que é retirado da obra. A perda indireta ou entulho que fica consiste na perda econômica pela utilização de material em excesso. Por exemplo, quando as lajes apresentam um desnível, o operário aumenta a quantidade de material necessário para executar o contrapiso, numa tentativa de absorver a falha de execução da estrutura. Acrescentam-se a estas perdas indiretas, aquelas ocorridas no transporte das peças.

Outro aspecto a ser lembrado é que na medida que os materiais utilizados na construção não são devidamente estudados, analisados, testados e/ou não tem o seu processo de fabricação e manuseio controlado por técnicos especializados, ocorre o não aproveitamento do seu potencial máximo gerando o “entulho invisível”, mas concreto no orçamento das construtoras, que pagam mais que o necessário por ignorarem outras possíveis soluções técnicas.

DESPERDÍCIO DE TEMPO

Uma situação que ocorre com frequência no desenvolvimento de uma obra é a incompatibilidade entre a situação real e o projeto proposto. Isto ocorre ainda em consequência da separação entre a fase da concepção e execução. Os operários vêm-se diante de situações que exigem um maior detalhamento do projeto gerando interrupções.

O desperdício de tempo ocorre também em consequência do dimensionamento inadequado de equipamentos ou sua falta de manutenção, gerando horas ociosas de mão-de-obra e subutilização das máquinas.

Os acidentes de trabalho também provocam o desperdício de tempo na medida que não apenas o operário acidentado interrompe o seu serviço como também os

colegas, preocupados e assustados com a possibilidade de se acidentarem, diminuem seu ritmo de trabalho como medida de sua própria segurança. A subutilização da capacidade humana e a formação de equipes impróprias onde não há proporcionalidade entre oficiais e serventes também gera horas ociosas e interrupções no ritmo de trabalho.

Também o *layout* do canteiro de obras pode induzir ao desperdício de tempo, na medida que determina os fluxos de circulação dos operários, materiais e máquinas, facilitando ou dificultando sua movimentação.

DESPERDÍCIO DE QUALIDADE

Baixa produtividade nem sempre significa má qualidade da edificação produzida. Considerando “qualidade” como a capacidade de satisfazer às necessidades do usuário, dependendo do cliente, pode-se encontrar edificações cujo tempo de construção foi superior ao necessário mas que, apesar disso, apresentam condições de uso e manutenção que satisfazem perfeitamente ao cliente.

O desperdício de qualidade ocorre quando, no desenvolvimento do projeto de arquitetura, o profissional não incorpora à edificação os requisitos de desempenho desejados pelos futuros usuários. Detalhes tais como um quarto de dormir devassado ou uma sala de estar mal ventilada podem reduzir o sucesso do empreendimento. Por outro lado o atendimento a essas exigências não redundam, necessariamente, no aumento do custo total, mas se traduziriam no aumento dos lucros da construtora com a venda acelerada das unidades.

Os quatro tipos de desperdício apresentados abrangem uma grande quantidade de fatores a serem considerados para sua redução. Estes fatores não estão ligados apenas à atividade de construção. O fato da indústria da construção civil absorver mão-de-obra não qualificada, se por um lado ameniza o problema do desemprego, pelo outro, atinge a capacidade gerencial das empresas por criar uma centralização excessiva das decisões, obrigando que até pequenos problemas sejam resolvidos nos níveis mais elevados da organização. O resultado desse desencontro é, em última instância, o desperdício dos recursos financeiros.

Em trabalho anteriormente desenvolvido⁷, concluiu-se que somente através da elevação dos índices de produtividade com a contínua melhoria da qualidade das edificações produzidas, será possível equilibrar custos e tempo de execução. Considerando que a produtividade está diretamente relacionada com o nível de organização das empresas, a gerência da qualidade na construção civil é um dos caminhos para o aumento nos lucros, redução dos custos e modernização do setor. Analisando essa questão, pode-se definir algumas linhas de ação para a melhoria da qualidade nas construções:

- ◇ incentivo à certificação de conformidade de materiais e técnicas construtivas inovadoras, bem como sua divulgação;
- ◇ promoção da integração entre as fases de projeto e produção;
- ◇ valorização do setor através da profissionalização dos que dele participam (operários, mestres, oficiais, etc.);
- ◇ adoção dos modernos conceitos de gerência da qualidade nas construtoras.

⁷SALGADO, Mônica Santos. *Racionalização da construção: caminhos para a habitação popular no município do Rio de Janeiro*.

1.1 CERTIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

Normalização é “o processo de estabelecer e aplicar regras a fim de abordar ordenadamente uma atividade específica, para o benefício e com a participação de todos os interessados e, em particular, de promover a otimização da economia, levando em consideração as condições funcionais e as exigências de segurança.”⁸

A normalização técnica nasceu como uma necessidade expressa pela adaptação dos instrumentos inventados nos primórdios da tecnologia. A norma é o resultado de um trabalho de uniformização, revisado tantas vezes quantas necessárias, de modo a acompanhar o ritmo frenético do desenvolvimento tecnológico. A normalização não deve conduzir a proveitos econômicos individuais mas à racionalização e à garantia da qualidade.

Entre os objetivos da normalização, destaca-se a otimização dos resultados das atividades com a conseqüente maximização dos benefícios através :

- da linguagem comum com a padronização dos componentes;
- da economia de tempo pela redução das variáveis;
- do controle da qualidade facilitado.

No Brasil, a ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - é o órgão responsável pela normalização técnica. Fundada em 1940, foi reconhecida como Órgão de utilidade pública nos serviços públicos em 1962⁹.

Em 1973, com a Lei nº 5966, foram criados: o SINMETRO - Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - que tem por finalidade formular e executar a política nacional dos serviços metrológicos da normalização industrial brasileira, bem como da certificação da qualidade de produtos industriais; o CONMETRO - Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - órgão normativo; e o INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - órgão executivo central.

⁸ ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. *Normalização: um fator para o desenvolvimento*.

⁹ Lei nº 4150, *ibid*

A ABNT, Fórum Nacional de Normalização, compõe-se dos Comitês Brasileiros e dos Organismos de Normalização Setorial, responsáveis pelo planejamento, a coordenação e o controle das atividades de normalização técnica, sendo as maiores autoridades técnicas em suas áreas, e tendo o compromisso de elaborar Normas Brasileiras bem como mantê-las atualizadas. Em 1995 a ABNT contava com vinte e oito Comitês Brasileiros e um Organismo de Normalização Setorial, são eles:

- CB-01 - Mineração e siderurgia
- CB-02 - Construção civil
- CB-03 - Eletricidade
- CB-04 - Máquinas e equipamentos mecânicos
- CB-05 - Automóveis, caminhões, tratores, veículos similares e autopeças
- CB-06 - Metro-ferroviário
- CB-07 - Navios, embarcações, tecnologia marítima
- CB-08 - Aeronáutica e transporte aéreo
- CB-09 - Combustíveis
- CB-10 - Química, petroquímica e farmácia
- CB-11 - Couro e calçados
- CB-12 - Agricultura e pecuária
- CB-13 - Bebidas
- CB-14 - Finanças, bancos, seguros, comércio, administração, documentação
- CB-15 - Mobiliário
- CB-16 - Transporte e tráfego
- CB-17 - Têxteis
- CB-18 - Cimento, concreto e agregados
- CB-19 - Refratários
- CB-20 - Energia nuclear
- CB-21 - Computadores e processamento de dados
- CB-22 - Isolamento térmico
- CB-23 - Embalagem e acondicionamento
- CB-24 - Segurança contra incêndio
- CB-25 - Qualidade

- CB-26 - Odonto médico hospitalar
- ONS-27 - Tecnologia gráfica
- CB-28 - Siderurgia
- CB-29 - Celulose e papel

Entre os assuntos de competência de cada Comitê Brasileiro, incluem-se:

- ⇒ o planejamento geral de suas atividades normativas face ao interesse nacional, ao desenvolvimento da tecnologia e ao estudo da normalização internacional;
- ⇒ a coordenação das atividades da sua comissão de estudo;
- ⇒ a participação dos trabalhos em desenvolvimento nas Entidades Internacionais de Normalização dentro das diretrizes estabelecidas pelo CONMETRO.

Os CB e ONS mantêm Comissões de Estudo em atividade nas mais diversas áreas. Essas comissões são integradas voluntariamente por produtores, consumidores, e neutros (órgãos de defesa do consumidor, governo, entidades de classe, universidades, escolas técnicas e outros) que, através do consenso, analisam e debatem propostas de projetos de norma. Obtido o consenso, o projeto é submetido a votação nacional, após a qual poderá, então, passar à condição de norma brasileira.

A preocupação com a qualidade dos produtos e serviços prestados traduziu-se, em 1990, no conjunto de normas da série ISO 9000¹⁰ - *International Standardization Organization* - conhecidas no Brasil como série NB9000 ou NBR 19000. A norma ISO 9000 esclarece as diferenças e interrelações entre os principais conceitos de qualidade e fornece diretrizes para seleção e uso das normas sobre sistemas da qualidade que podem ser usadas para gestão da qualidade interna (norma ISO 9004) e para a garantia da qualidade externa (normas ISO 9001, 9002 e 9003).

A norma ISO 9001 é a mais abrangente da série porque considera desde a fase de projeto e engenharia até a da assistência técnica após a venda. Especifica requisitos de sistemas da qualidade para uso onde um contrato entre duas partes, exige a demonstração da capacidade do fornecedor para projetar e fornecer produtos. Os

¹⁰ABNT. *Conjunto de normas da série ISO 9000*

requisitos especificados nesta norma destinam-se, primordialmente, à prevenção de não-conformidades em todos os estágios.

As normas ISO 9002 e 9003 são versões mais restritas da norma ISO 9001. A primeira não inclui as partes referentes ao projeto, nem aos serviços pós-venda, como assistência técnica, mas especifica requisitos para uso onde um contrato entre duas partes exija demonstração da capacidade do fornecedor para controlar os processos que determinam a aceitabilidade do produto fornecido. Os requisitos especificados na norma ISO 9002 destinam-se primordialmente à prevenção e detecção de qualquer não conformidade durante a produção e instalação. A norma ISO 9003 é para uso onde o contrato entre duas partes requer a demonstração da capacidade do fornecedor em detectar e controlar a existência de qualquer produto não-conforme durante a inspeção e ensaios finais.

A norma ISO 9004 não se refere à relação fornecedor/comprador mas dá as diretrizes para a empresa organizar os elementos do seu sistema da qualidade. Os requisitos especificados nesta norma são usados como guia geral para todas as organizações no que tange à gestão da qualidade interna. Além disso, ela fornece as exigências necessárias para os procedimentos em atividades tais como: análise de contrato, controle de documentos de produtos, ação corretiva, registro de qualidade e treinamento.

A melhoria da qualidade na construção civil, passa pela formulação de normalização técnica apropriada, voltada para as necessidades de modernização que incluem o aumento de produtividade do setor. Nesse sentido, a padronização dos materiais de construção pode ser o primeiro passo para viabilizar a normalização dos sistemas construtivos.

Esse processo pode ter início com a adoção de um Sistema de Certificação de Conformidade¹¹, que obrigaria os materiais a obedecer às condições qualitativas e quantitativas estabelecidas.

A certificação de conformidade de produtos no Brasil pode ser compulsória ou voluntária. A compulsória é aquela exigida por lei para a comercialização do produto no

¹¹ Certificação de conformidade é o ato de atestar, através de um certificado ou marca, a conformidade de um produto com normas ou especificações técnicas, realizada por agente independente, desvinculado do fabricante, e obedecendo a regulamentos próprios do SINMETRO. In: SALGADO, Mônica Santos. *op. cit.*

país. Só pode ser executada por organismos credenciados pelo INMETRO dentro das regras do Sistema Brasileiro de Certificação. A voluntária pode ser feita por qualquer organismo que tenha credibilidade no mercado para o qual se destina. Existe a tendência de convergência das duas áreas para um Sistema único gerido pelo INMETRO.

Entre os tipos de abordagens para constatar a conformidade de produtos e serviços, destacam-se:

- certificação de 1a. parte - dada pelo fabricante;
- certificação de 2a. parte - dada pelo comprador (cliente);
- certificação de 3a. parte - feita por uma entidade independente.

A ISO identifica oito modelos diferentes para a certificação de produtos, assegurando a conformidade destes com a norma específica. Estes modelos são¹²:

Modelo 1 - Ensaio de tipo - O mais simples dos modelos de certificação, fornece uma comprovação de conformidade de um item em um momento dado: é uma operação de ensaio, única em seu gênero, efetuada uma única vez.

Modelo 2 - Ensaio tipo seguido por supervisão subsequente através de ensaios de amostras obtidas no mercado. Ocorre quando, ao ensaio tipo, sucede a verificação da produção, recolhida no mercado.

Modelo 3 - Ensaio tipo seguido por supervisão subsequente através de ensaios de amostras recolhidas na fábrica. Também baseado no ensaio de tipo, mas combinado com intervenções posteriores para verificar se a produção continua sendo conforme.

Modelo 4 - Ensaio tipo seguido por supervisão subsequente através de ensaios de amostras recolhidas no mercado e retiradas da fábrica. Combina, portanto, os modelos 2 e 3, tomando amostras tanto no comércio quanto direto do fabricante.

Modelo 5 - Ensaio tipo, verificação do controle da qualidade da fábrica e sua aceitação seguidos por supervisão subsequente através de ensaios de amostras

¹²INMETRO. *Procedimentos para solicitação e obtenção do certificado de conformidade*. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

adquiridas no mercado e retiradas da fábrica, e de acompanhamento do controle de qualidade da fábrica.

Modelo 6 - Avaliação e aprovação do Sistema de Qualidade da empresa. Modelo no qual se avalia a capacidade de uma indústria fabricar um produto conforme uma especificação determinada.

7) Ensaio de lote. Neste modelo, submete-se uma amostra tomada de um lote do produto a um ensaio, emitindo-se a partir dos resultados um juízo sobre sua conformidade com uma dada especificação.

8) Ensaio individual de 100% da produção. Nesse modelo, cada um dos artigos é submetido a ensaio para verificar sua conformidade com uma dada especificação.

Em se tratando da Marca Nacional de Conformidade tal como definida pelo CONMETRO, ou seja, a concessão de licença para que uma empresa ponha em seu produto a marca que o identifica como em conformidade com as Normas Brasileiras Registradas¹³ - NBR's - o fabricante ficará sujeito ao cumprimento das condições estabelecidas no modelo 5.

O INMETRO é o órgão gestor do Sistema Brasileiro de Certificação. A ABNT é uma entidade credenciada pelo INMETRO para expedir certificados de conformidade. Os sistemas de certificação desenvolvidos pela ABNT são os seguintes¹⁴:

- **Certificação de Sistemas de Garantia da Qualidade (R)**

O Certificado de Registro de Empresa (R) é o documento que atesta a conformidade do Sistema de Garantia da Qualidade de uma empresa (fabricante de produtos ou prestadora de serviços) em relação aos requisitos de uma das normas da Série ISO 9000.

- **Marca de Conformidade ABNT (Q)**

¹³Conforme a resolução nº 06/75, as Normas Brasileiras podem ser classificadas em: Normas compulsórias - NBR1 - de uso obrigatório em todo o país; Normas obrigatórias - NBR2 - de uso obrigatório para o Poder Público e Serviços Públicos; Normas Registradas - NBR3 - Normas voluntárias que venham a merecer registro no INMETRO; e, Normas Probatórias - NBR4 - em fase experimental, com vigência limitada, registradas no INMETRO. In: ILDEFONDO, Celso Carreiro, *SINMETRO e o INMETRO*, mimeo.

¹⁴ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas, *Normalização: um fator para o desenvolvimento*.

Atesta a conformidade de um produto ou serviço a determinadas normas que lhe correspondem e cuja produção está sob controle contínuo, obedecendo a regulamentos específicos. Ela se faz representar através de etiqueta, selo ou outro tipo de registro do desenho da Marca no produto em questão, o que deve ser feito de forma visível e bem diferenciada¹⁵. A concessão baseia-se no processo de avaliação e aprovação do Sistema de Controle da Qualidade da empresa e ensaios de conformidade do produto.

- **Marca de Segurança ABNT (S)**

É a Marca de conformidade que certifica que um produto cumpre com as características de segurança especificadas nas Normas Brasileiras específicas ou, na ausência delas, com Normas Internacionais ou Estrangeiras. O processo de concessão é análogo à Marca de Conformidade.

- **Certificados de Conformidade ABNT (C)**

A ABNT emite os Certificados de Conformidade quando a empresa necessita demonstrar que seus produtos cumprem com as especificações técnicas ou Normas Brasileiras, Internacionais ou Estrangeiras. Estes certificados tem finalidades específicas, como, por exemplo, quando as peculiaridades do produto não permitem a concessão da Marca de Conformidade ABNT, ou no caso de lotes para exportação.

Em 1993 foi fundado o Centro Cerâmico do Brasil (CCB), uma iniciativa da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimento - ANFACER - aberta aos outros setores da indústria cerâmica. Trata-se de uma sociedade civil sem fins lucrativos voltada à certificação de conformidade dos produtos cerâmicos que, até outubro de 1995, ainda não estava credenciada pelo INMETRO. Sua importância reside no fato de ser o Brasil, um dos três grandes fabricantes de produtos cerâmicos do mundo, junto com Itália e Espanha.

Entre os laboratórios que participam dos trabalhos de certificação compondo o CCB, destacam-se o LABMAT - Laboratório de Materiais de Construção - da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), o CEPED - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento - da Bahia e o SENAI Mario Amato (SP).

¹⁵. SALGADO, Mônica Santos, *op. cit.*

Em junho de 1994 cerca de 22 (vinte e duas) instituições nacionais e estrangeiras reuniram-se na cidade de São Paulo, para o Seminário Internacional sobre a Importância das Aprovações Técnicas para a Melhoria da Qualidade na Construção Civil (*Importance of Technical Approval in the Civil Construction Quality Development*)¹⁶. Esse encontro permitiu a divulgação e a troca de informações sobre o desenvolvimento e a implantação da normalização técnica na construção civil em diversos países. A experiência norte-americana indicou que a coordenação entre os setores público e privado é o melhor caminho para a eliminação das barreiras à normalização.

Nesse evento, mereceu destaque a atual tendência européia para a harmonização das normas que, a partir de agora, recebem a marca da CEE (Comunidade Econômica Européia). Apenas os produtos que possuam esta marca poderão circular livremente entre os países europeus.

No Brasil, esforço semelhante vem acontecendo no âmbito do MERCOSUL. O Comitê Mercosul de Normalização (CMN), tem por objetivo promover e adotar medidas de harmonização. Esta harmonização ocorre em âmbito voluntário ou compulsório. Em âmbito voluntário, a empresa interessada contacta os países, cria-se o comitê setorial que fica sediado em um dos países membros e dá-se início aos trabalhos. Em âmbito compulsório, pode-se utilizar as discussões ocorridas voluntariamente ou requisitar a harmonização. Vale ressaltar que no Manual de Harmonização do MERCOSUL, há uma determinação para sempre trabalhar com normas internacionais.

Atualmente existem 16 comitês setoriais do MERCOSUL na área da construção civil. Entre eles, destacam-se o CSM05 de cimento e concreto e o CSM09 de plásticos para a construção civil. Cada um deles possui a secretaria num dos países-membro e uma entidade que o apoia. Vale ressaltar que o CSM05 já tem 35 normas harmonizadas, sua secretaria é na ABNT - CB18 e a entidade que o apoia é a CEMENTSUR, que reúne os

¹⁶ Participaram desse evento as seguintes organizações: *Agrément South Africa* - África do Sul; *Australian Building Systems Appraisal Council* - Austrália; *British Board of Agrément* - Inglaterra; *Building Research Institute* - Japão; *Canadian Construction Materials Centre* - Canadá; *Central Building Research Institute* - Índia; *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* - França; *CSIRO* - Austrália; *Deutsch Institute fur Bautechnik* - Alemanha; *Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya* e *Instituto de Ciencias e de la Construcción Eduardo Torroja* - Espanha; *Instituto Centrale per l'Industrializzazione e la Tecnologia Edilizia* - Itália; Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e Instituto Nacional de Tecnologia e Qualidade na Construção - Brasil; *Japan International Cooperation Agency* - Japão; Laboratório Nacional de Engenharia Civil - Portugal; *National Building Research Institute* - *Technion Israel Institute of Technology* - Israel; *National Evaluation Service, National Institute of Standards and Technology* e *Civil Engineering Research Foundation* - USA; *The Standards Institute of Israel* - Israel; *Union Européenne pour l'Agrement Technique dans la Construction*

4 países. (NOTA: 77% da produção de cimento no MERCOSUL é brasileira). O CSM09 possui somente 09 normas ainda em discussão setorial.

De maneira geral, a aprovação técnica (baseada na certificação) tem como propósitos básicos:

- 1) Incentivar a utilização de técnicas e materiais novos, assegurando sua conformidade com as normas pertinentes e, em conseqüência, seu desempenho técnico favorável.
- 2) Prevenir quanto ao uso de materiais e técnicas não conformes, alertando para as conseqüências da sua adoção (aumento dos custos e riscos, entre outras).
- 3) Facilitar os serviços de inspeção e verificação pelos órgãos oficiais.

A padronização tem, ademais, a capacidade de aumentar o potencial disponível no mercado, com a redução das variáveis, incentivando o estabelecimento de preços competitivos em produtos de qualidade.

O Código de Defesa do Consumidor - Lei no. 8078 de 11 de setembro de 1990 - no âmbito da Política Nacional de Relações de Consumo, tem por objetivo o atendimento às necessidades do consumidor, o respeito à sua dignidade, saúde e segurança e a proteção de seus interesses econômicos. Sua adoção provocou o aumento do interesse das empresas brasileiras em testar seus produtos, em laboratórios próprios ou de terceiros, para avaliar se atingem os resultados esperados.

A normalização técnica é um importante instrumento para reduzir o desperdício na construção civil, através da diminuição da variabilidade e do controle de características, adquirindo, em resumo, os seguintes papéis dentro da cadeia produtiva:

- para o produtor: balizamento
- para o consumidor: referência
- para o comércio clandestino: barreiras técnicas
- para as seguradoras: parâmetros para a avaliação de riscos

1.2 INTEGRAÇÃO ENTRE AS FASES DE CONCEPÇÃO E EXECUÇÃO: A QUALIDADE DO PROJETO

O planejamento de um edifício envolve uma grande quantidade de informações e conhecimentos. De maneira geral, são quatro as fases evolutivas de um empreendimento¹⁷: o planejamento do empreendimento, o planejamento da construção, a construção e o recebimento da edificação.

A fase do planejamento do empreendimento trata de todos os fatores necessários à realização do mesmo, tais como: a escolha do terreno, a definição do tipo de edificação a construir, o cálculo inicial do custo e lucro provável, o tipo de comercialização que será adotado, as equipes que vão participar, a forma de contratação dos serviços (convite direto, seleção restrita, licitação e outros), e todos os demais aspectos ligados ao empreendimento.

Definido o que se pretende realizar, escolhido o terreno e elaborado o programa, passa-se ao desenvolvimento dos projetos que compõem a fase do planejamento da construção. Basicamente, esta fase compõe-se de: projeto arquitetônico, projeto estrutural, projeto das instalações prediais, orçamento e plano de operação. O desenvolvimento do projeto arquitetônico é tarefa complexa, incluindo atividades tais como: imaginar (conceber), representar e testar¹⁸. Estas três etapas são, às vezes, absorvidas umas pelas outras. A imaginação aqui está no sentido de ir além das informações disponíveis, enxergando além, muitas vezes, do próprio cliente. Corresponde ao processo de criação que traduzir-se-á na forma escolhida pelo arquiteto para transmitir sua idéia.

Dependendo do estágio de desenvolvimento do projeto e até das informações disponíveis, pode-se optar pelo desenho, maquete ou apenas um *croquis*, no início do trabalho. Após a representação da sua idéia, o profissional passa à análise crítica do produto. É o *feedback* do processo, onde se ajusta o projeto aos requisitos do cliente.

O arquiteto, para melhor cumprir suas atividades, deve “ouvir a voz” de vários “clientes”, entre eles pode-se destacar:

¹⁷ Conferir in: ALBUQUERQUE, Pedro Fco. Filho. *Empreendimentos em construção civil*

¹⁸ Para maiores detalhes, ver: ZEISEL, John. *Inquiry by design*.

- ⇒ **o usuário final**, responsável pela definição das características da edificação;
- ⇒ **a prefeitura da cidade** onde será construída a edificação e todas as concessionárias (água, luz, etc.), que determinarão o tipo de edificação que pode ser construído no local em causa, as limitações de áreas (afastamentos, recuos) e os dispositivos que deverão ser previstos para ser aprovada sua construção;
- ⇒ **as concessionárias de serviços**, tais como de eletricidade, água e esgoto e gás, bem como **os órgãos especiais** tais como a SERLA - Superintendência Estadual de Rios e Lagoas -, a FEEMA - Fundação Estadual para Estudos do Meio Ambiente - , entre outras.
- ⇒ **o calculista**, que determinará as possibilidades de execução da edificação desejada;
- ⇒ **os instaladores**, responsáveis não apenas pela definição do posicionamento mais adequado à passagem das tubulações, como também pela escolha do método de execução que implique a racionalização dos trabalhos no canteiro de obras. Atualmente o procedimento que vem sendo adotado pelas construtoras é a utilização de *kits* de instalação. O projeto de produção dos *kits*¹⁹ é desenvolvido a partir da subdivisão da instalação em trechos ou partes passíveis de montagem em central de produção. Tais trechos, constituídos por tubos, conexões e outros componentes, são unidos uns aos outros no local definitivo da instalação, isto é, nas unidades edificadas. Vale ressaltar ainda, a importância da previsão de *shafts* para passagem dessas tubulações a partir do desenvolvimento do projeto arquitetônico);
- ⇒ **os profissionais responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos especiais** tais como: adequação ambiental (análise do impacto; conforto térmico, acústico e lumínico, entre outros), comunicação visual, instalações mecânicas (elevadores, escadas rolantes, condicionamento de ar, entre outros). Esses profissionais orientam o arquiteto não apenas na definição do espaço a ser previsto para possibilitar a colocação dos equipamentos necessários, como também nas práticas a serem adotadas no canteiro de obras (referente à aplicação de materiais novos ou à etapa da obra onde certos componentes mecânicos devem ser instalados).

¹⁹SALGADO, Mônica Santos. *Etapas da Construção Civil*

⇒ **o construtor**, que identificará detalhes construtivos que possam comprometer o andamento da obra ou a qualidade do produto final (detalhes que exigem a contratação de mão-de-obra especializada).

A qualidade de um projeto pode ser avaliada sob três aspectos distintos, conforme o interesse do cliente em questão:

⇒ qualidade da edificação proposta - Envolve o atendimento aos requisitos do usuário (funcionalidade, segurança, conforto ambiental, durabilidade, entre outros) e às exigências da prefeitura municipal (obediência às posturas do Código de Obras) e das concessionárias.

⇒ qualidade do empreendimento - Corresponde à viabilidade econômica da proposta apresentada (sucesso quanto à penetração do produto no mercado, formação de imagem junto aos compradores, taxa de retorno) - ou seja, o ponto de vista do incorporador.

⇒ qualidade na representação gráfica (comunicação) - Relacionada à clareza com que as informações sobre o projeto são transmitidas. Esse aspecto é fundamental para viabilizar a produção da edificação.

A fase do planejamento da construção implica o desenvolvimento da edificação, que reúne as seguintes etapas²⁰:

- projeto de arquitetura:

- levantamento de dados

Fase inicial de definições que compreende o objetivo da obra, o programa de necessidades do cliente, informações sobre o terreno (clima, ventos, uso do solo local, fontes poluidoras, temperatura, umidade, vegetação existente, topografia, sondagem, nível do lençol d'água, etc.) e a consulta ao Código de Obras do Município e demais instrumentos específicos de informação que se façam necessários.

- estudo preliminar

²⁰ SALGADO, Mônica Santos. *op. cit*

Apresenta o partido arquitetônico adotado, a configuração das edificações e a respectiva implantação no terreno.

- anteprojeto

Nesta fase o desenho deve apresentar a solução adotada para o projeto, com as respectivas especificações técnicas. São considerados os aspectos de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e concepção básica das instalações, permitindo uma primeira avaliação de custo e prazo.

- projeto legal

Corresponde ao desenho a ser aprovado na prefeitura e deve obedecer às exigências de toda a ordem do município onde se pretende construir.

- projeto de execução

Estabelece o custo mínimo possível que se pode obter em decorrência da especificação dos materiais, equipamentos e normas de execução dos serviços, tolerâncias, configurações básicas, métodos construtivos e tudo mais relacionado à construção da edificação. Compõe-se dos desenhos de arquitetura devidamente compatibilizados com os projetos estrutural e de instalações, com o respectivos detalhes construtivos, caderno de especificações de materiais e serviços e do orçamento, estabelecendo o custo provável da obra.

- Projeto estrutural - Deve atender a todas as indicações do projeto de arquitetura, ressaltando a exequibilidade técnica da estrutura, harmonizando-se com os projetos de instalações e tratamentos. Ele constitui-se de infraestrutura (fundações) e supraestrutura (estruturas superiores, lajes, pilares e vigas), compreendendo:
 - locação e carga nos pilares e fundações;
 - características dos materiais empregados;
 - plantas de fôrmas de todos os tipos de pavimentos existentes na obra;
 - desenhos de armação (quando houver);
 - detalhes nas escalas adequadas.

- Projeto de instalações - As instalações prediais são sistemas físicos integrados ao edifício, tendo por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos. Tem-se os

seguintes sistemas prediais: suprimento de energia elétrica, gás combustível, água, eliminação do esgoto e lixo da edificação, segurança e proteção contra incêndio e segurança patrimonial, conforto ambiental (condicionamento de ar, iluminação e outros), transporte mecanizado (elevadores, escadas rolantes) e pneumático, comunicação interna, telecomunicação e automação. A denominação de “sistemas” deve substituir a definição usual de “instalações prediais” considerando a necessidade de focar sistematicamente esta área do conhecimento. O projeto dos “sistemas prediais” reúne todos aqueles necessários ao bom funcionamento da edificação.

- Orçamento - Composto pelo custo provável tomando por base o levantamento das quantidades de materiais e serviços e suas respectivas especificações. A fim de imprimir uma sistematização permitindo comparações e confrontos, deve-se adotar o Plano de Contas que permitirá o confronto periódico entre o custo real e o custo orçado.

O planejamento da construção finaliza com a elaboração do Plano de Operação que corresponde à definição da condução da obra. Deve reunir o programa de prazos, de recursos e de desembolso além do controle dos recursos financeiros.

Na fase da construção, dá-se a execução do edifício. Esta fase do empreendimento compõe-se de: fiscalização e inspeção - por parte da empresa e/ou do proprietário; consultoria técnica especializada (controle de qualidade dos materiais, entre outros); controle técnico administrativo e econômico-financeiro; segurança da obra.

A última fase do desenvolvimento de um empreendimento é o recebimento da edificação, onde se verifica o adequado funcionamento do edifício e faz-se a entrega formal ao proprietário. Compõe-se normalmente das seguintes etapas: verificação do funcionamento das instalações e aparelhos do edifício; constatação do atendimento às exigências do projeto; correção das falhas existentes; exame, aceitação e autorização de funcionamento e “habite-se” do edifício; entrega formal ao proprietário.

De maneira geral, considera-se o projeto arquitetônico “satisfatório” quando apresenta as seguintes características:

- compatibilidade com o programa de necessidades do cliente;

- integração e adequação do edifício ao meio-ambiente;
- funcionalidade do *layout*;
- dimensionamento dos espaços;
- compatibilidade com os projetos complementares (estrutura, instalações);
- custos e prazos de execução compatíveis com as possibilidades do cliente;
- controle do consumo de energia.

Tão importante quanto a compatibilização entre projetos é a necessidade de compatibilizar os projetos com as dimensões dos elementos construtivos. A ausência deste procedimento leva ao corte de inúmeros materiais no canteiro de obras, gerando o entulho que vem sendo responsável por grande desperdício de recursos financeiros.

A preocupação com a maior integração entre projeto e produção levou ao conceito de “construtibilidade” cujo objetivo principal é projetar facilitando a execução²¹. A proposta da construtibilidade é trazer a obra de volta às pranchetas (ou microcomputadores) para que o maior número de dificuldades possa ser resolvido antes do início da obra. O arquiteto, portanto, deve ampliar o domínio de suas atividades, dividindo-se entre o projeto do produto e o projeto do processo.

Para viabilizar a integração entre projeto e produção, alguns aspectos tornam-se fundamentais:

- O fluxo de produção deve ser estabelecido desde o desenvolvimento do projeto, com o projetista e o construtor definindo juntos a seqüência das operações de execução e montagem.
- A continuidade da execução de tarefas, evitando interferências entre as ações das equipes de trabalho.
- O fluxo de informações entre projetistas e construtores deve ser contínuo e bem coordenado.

A análise de cada uma das tarefas que compõem o processo construtivo, torna possível a elaboração de algumas recomendações básicas a serem observadas na concepção da edificação para redução do desperdício e o aumento de produtividade com qualidade no

²¹ROSSI, Angela Gabriela, *Aspectos de projeto que influenciam a construtibilidade*

canteiro de obras. De acordo com PRUDÊNCIO²², entre essas recomendações, destacam-se:

1. Considerando que grande parte das patologias das edificações ocorre nas estruturas de concreto armado, torna-se fundamental integrar o projeto arquitetônico e o estrutural para que os projetistas, no início da função, possam ampliar o ciclo de vida útil da construção através do estudo das formas adotadas e da avaliação do microclima local. Deve-se obter o equilíbrio estático e dinâmico do arcabouço estrutural e obter estanqueidade compatível com o grau de exposição da edificação aos agentes agressivos (em função da orientação em relação à insolação e ventos dominantes).
2. Deve-se facilitar a passagem das instalações com a previsão de paredes hidráulicas, a correta distribuição dos circuitos elétricos e o fácil acesso a todas as instalações. Deve-se substituir o procedimento de execução adotado usualmente na colocação de rede de dutos, que implica cortes de materiais, junções e desvios passíveis de gerar patologias precoces nas emendas, por detalhes tais como *shafts* e canaletas, que permitem o fácil acesso sem traumatizar a edificação.
3. O caminho para a racionalização das instalações hidrossanitárias tem como objetivo permitir que a fase de execução das obras se realize a partir de determinadas práticas de trabalho que implicam o aumento de produtividade, a redução do desgaste da mão-de-obra, a minimização dos recursos financeiros e a melhoria da qualidade do produto final. Para isso, dissemina-se entre as construtoras a utilização de kits de instalação, que permitem a execução e realização de testes fora da alvenaria, em bancadas específicas para este fim. A “árvore” da tubulação é encaixada na alvenaria, evitando os cortes característicos desta etapa da construção.
4. O Plano de Operação, para ser realmente eficiente, deve somar às atividades de programação e controle, de cunho administrativo, a elaboração do projeto para produção feito com parceria entre arquitetos e construtores, visando ao

²²PRUDÊNCIO, Walmor. *Patologia nas edificações: do projeto ao uso*. e SALGADO, Mônica Santos. *Etapas da construção civil*.

planejamento e ao controle da execução, com a definição de tarefas e equipes. Cada parte do edifício (revestimentos, esquadrias, etc.) deve possuir seu próprio projeto para produção, definindo seqüências de execução e controle das tarefas.

As decisões tomadas durante a fase de projeto exercem tanta influência nos custos da produção que alguns institutos de pesquisa vêm somando esforços no sentido de medir as falhas que ocorrem nos empreendimentos, em decorrência de falhas de projeto. Entretanto, é comum atribuir as falhas da execução apenas à deficiência da mão-de-obra

Vale ressaltar, portanto, que é indispensável eliminar a lacuna existente entre o trabalho do arquiteto - responsável pelo desenvolvimento do projeto - e o do engenheiro civil - responsável pela execução das obras. A proposta que se faz é de interação entre arquitetos e engenheiros para que juntos, cada um na sua especialidade, possam produzir edificações com níveis de qualidade compatíveis com a boa formação acadêmica recebida através das universidades. É importante ressaltar que esta modificação implica uma mudança de comportamento que afeta desde o ensino profissional até a prática de ambas as profissões, alterando as práticas de gerência de produção adotadas pela maioria dos escritórios de projeto.

1.3 PROFISSIONALIZAÇÃO DOS TRABALHADORES DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Devido à importância do fator humano para o controle dos erros na produção, e portanto do aumento de produtividade com qualidade, torna-se fundamental conhecer seus componentes principais: a formação, a informação, a comunicação e a motivação.²³

A formação inclui a capacitação inicial e reciclagem permanente, cada vez mais necessária em todos os níveis, devido à evolução tecnológica. A formação pode ser sedimentada e aperfeiçoada por meio de exercícios sistemáticos empregando técnicas de treinamento. A própria programação da execução pode contribuir na especialização da mão-de-obra, definindo equipes fixas para a execução do mesmo serviço repetidas vezes.

Outro aspecto a ser melhorado nas obras é a comunicação. A difusão de informações que podem criar um clima de insegurança entre os trabalhadores²⁴, retarda o ritmo normal da produção (ameaça de demissões ou corte nos salários). Ademais, dependendo do tipo de informação a prestar, os meios de comunicação adotados podem prejudicar a sua total compreensão.

Os processos de informação e comunicação podem ser melhorados mediante a utilização de técnicas como as listas de verificação. Estas são em essência uma ajuda ao profissional pela associação de idéias que promovem. Pode-se distinguir dois tipos de listas de verificação:

- para planejar e executar uma tarefa sem esquecer nenhum aspecto da mesma. Neste caso, são denominadas listas de produção.
- para comprovar se uma tarefa foi executada corretamente, sem esquecer nenhum requisito.

As listas de verificação podem se apresentar em forma de perguntas ou frases de enunciado positivo. As perguntas devem ser elaboradas de forma que as respostas sejam necessariamente “sim” ou “não” sem que caiba outra alternativa. A resposta “sim” deve corresponder às situações onde o requisito foi atendido.

²³ MESEGUER, Álvaro García. *Controle e garantia da qualidade na construção*

²⁴ Os trabalhadores da construção civil chamam este tipo de difusão distorcida de informações de “rádio tamanco”.

Entre as técnicas que beneficiam os processos de informação e comunicação, destacam-se: o *brainstorming* ou “tempestade de idéias” (todas as idéias valem sendo proibido censurar durante a reunião); o psicodrama (representa-se uma situação real da empresa e os atores invertem seus papéis da realidade); o “observador neutro” (assiste à discussão e anota os mal-entendidos); e os círculos de qualidade.

O Círculos de Controle da Qualidade surgiram no Japão como parte de um esforço de conscientização dos trabalhadores no sentido de melhorar a qualidade dos produtos industriais, aumentando as exportações. No Rio de Janeiro, os entusiastas da qualidade criaram em 5 de setembro de 1983 a “Associação Fluminense de Círculos de Controle da Qualidade” que teve sua missão ampliada em 18 de setembro de 1989, quando transformou-se na atual “União Brasileira para a Qualidade - UBQ - Seccional Rio de Janeiro”.

Os CCQ's são formados por grupos de funcionários voluntários que, depois da formação e treinamento adequados, reúnem-se para debater problemas da produção ou administração da organização a que pertencem, investigando suas causas, recomendando soluções e acompanhando a implementação das ações corretivas, segundo uma metodologia própria.

A frequência das reuniões é negociada para não criar problemas em relação ao horário de trabalho nem interrupções na produção. Sua função é discutir assuntos que tenham passado despercebidos ou que tenham sido relegados a um segundo plano, face a situações de maior importância. O número de participantes não deve ser muito grande sendo o mínimo de três trabalhadores. Quando o número de voluntários for muito grande, devem ser criados outros grupos (subcírculos).

Os principais objetivos são:

- a valorização do empregado através do reconhecimento do seu potencial aceitando sua contribuição à empresa;
- a redução dos custos com o aumento nos lucros;
- a melhoria da qualidade associada ao aumento da produtividade.

As fases de estruturação e implantação do CCQ variam em função da empresa. Em geral pode-se destacar:²⁵

- 1) Exposição da iniciativa à direção da empresa. Deverá ser feita por uma pessoa conhecedora da sistemática que envolve os CCQ's.
- 2) Adesão da empresa ao movimento, que pode optar pela sua implementação em área específica ou franquear a todas as áreas a oportunidade de participação.
- 3) Divulgação para os gerentes intermediários através de palestras.
- 4) Abertura do voluntariado organizacional, onde identificar-se-ão os órgãos da empresa que desejam participar do programa.
- 5) Indicação do coordenador-geral, responsável pelo resultado do empreendimento.
- 6) Preparação do coordenador geral através do contato com as associações locais.
- 7) Indicação do grupo para estruturação do programa, composto pelos gerentes que aderiram ao movimento, na fase "5".
- 8) Divulgação do programa junto aos empregados das áreas que aderiram ao movimento.
- 9) Abertura do voluntariado individual.
- 10) Composição e registro dos Círculos.
- 11) Treinamento dos circuístas através de curso incluindo assuntos relacionados com a estruturação, operacionalização, entre outros.
- 12) Realização das primeiras reuniões.

O treinamento dos circuístas deve ser feito de maneira a estimular ao máximo a criatividade do grupo para que este possa apresentar soluções inovadoras para os problemas da empresa. Somente após o treinamento suficiente dá-se início às reuniões que, geralmente, obedecem às seguintes etapas²⁶:

- levantamento dos problemas existentes;
- fixação das prioridades para a solução dos problemas e estabelecimento das metas;

²⁵ ESPERÃO, Andreia T. G. & TANNURI, Elizabeth K. A. *Os círculos de controle da qualidade*.

²⁶ SALGADO, Mônica Santos. *Apostila para a disciplina Normalização e Gerência da Qualidade*

- levantamento das prováveis causas do problema em estudo;
- determinação das causas mais significativas;
- propostas de contramedidas para eliminação das causas detectadas;
- acompanhamento da implementação da proposta;
- verificação dos resultados alcançados.

Quando o círculo atingir as metas estabelecidas, deve-se reiniciar o processo definindo o problema seguinte, e assim sucessivamente.

A motivação é, possivelmente, a característica mais difícil de ser estudada dentro do aspecto humano e, por sua vez, também a que mais influi no resultado do trabalho. É sabido que o indivíduo se doa à organização na medida em que percebe que o retorno constitui um intercâmbio equitativo. Se o indivíduo considera que este intercâmbio não está a seu favor - ou seja, ele dá mais do que recebe - provavelmente reagirá das seguintes formas:

- permanece na empresa mas diminui seu rendimento até ajustá-lo ao que considera um intercâmbio justo;
- abandona a organização.

A motivação está diretamente relacionada à satisfação das necessidades do indivíduo, entretanto, ela não está baseada apenas no estímulo econômico. Maslow e Aldefer estudaram a hierarquia das necessidades humanas e concluíram que o indivíduo não se sentirá estimulado à auto-realização, enquanto não tiver satisfeito suas necessidades existenciais e de relação.

Tabela 1 - Necessidades humanas segundo Maslow e Aldefer

<u>Necessidades essenciais</u>	<u>Necessidades de relação</u>	<u>Necessidades de auto-realização</u>
- alimentação - habitação - vestuário - saúde - ensino	- ser aceito pelos outros - saber que é apreciado - ajudar aos outros	- autoconfiança - sentir-se criativo e produtivo - crescer como indivíduo

Fonte: MESEGUER, Alvaro Garcia. *op. cit.*

Os estudos de Herzberg sobre a motivação, indicam a existência de duas listas de necessidades, conforme indica a Tabela 2.

Tabela 2 - Fatores responsáveis pela motivação do trabalhador segundo Herzberg

<u>Fatores de higiene - condições mínimas para evitar a desmotivação</u>	<u>Fatores motivadores - correspondem à satisfação do trabalhador</u>
- bom nível de organização da empresa - alto grau de competência do comando - relação quantidade de trabalho/trabalhadores satisfatória - bons salários	- possibilidade de êxito pessoal - reconhecimento dos colegas de trabalho - execução de trabalho/tarefas estimulantes - outorga de responsabilidades - possibilidade de promoções dentro da empresa

Fonte: MESEGUER, Alvaro Garcia. *op. cit.*

Conscientes da necessidade de, acima de tudo, motivar o operário da construção civil ao esforço do aprendizado, favorecendo o treinamento e a especialização da mão-de-obra no setor, a FUNDATEC - Fundação Paranaense para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria da Construção - desenvolveu o Projeto PRISMA: uma experiência associativa de treinamento de mão-de-obra na construção civil²⁷.

Esse projeto tornou-se possível através de um programa de capacitação profissional e a criação de uma central de compras, que viabilizou a sobrevivência de empresas de pequeno e médio portes, mesmo quando enfrentando dificuldades de operação. Outro instrumento interessante foi a criação de uma bolsa de equipamentos para a construção, promovendo a associação de diferentes empresas. A partir de 1995, os trabalhos serão orientados no sentido de estabelecer uma cooperativa de mão-de-obra, além da contratação de projetos e pesquisas.

Os principais objetivos do projeto PRISMA são:

- favorecer a cultura voltada para a melhoria da qualidade e segurança no trabalho;
- introduzir na empresa uma política de desenvolvimento técnico dos trabalhadores de forma permanente;
- incentivar a política voltada para a polivalência dos trabalhadores;

²⁷ ANAIS do Seminário Internacional [sobre] qualidade na cadeia produtiva.

- introduzir as práticas da racionalização da construção nos canteiros de obras, proporcionando o aumento de produtividade;
- criar um vínculo entre a administração e os trabalhadores, favorecendo o relacionamento entre trabalhadores e empresa, reduzindo a rotatividade no setor;
- propiciar a melhoria da qualidade de vida e de trabalho no canteiro de obras;
- tornar a empresa mais competitiva;
- promover a motivação do trabalhador;
- permitir a participação efetiva do trabalhador na programação e preparação do trabalho;
- desenvolver entre os trabalhadores, a consciência profissional voltada para a satisfação dos clientes internos e externos.

A falta de segurança do trabalho nos canteiros de obras é um dos fatores que desestimula os trabalhadores da construção civil. Por esta razão, torna-se necessário investir não apenas no treinamento profissional mas na educação para o exercício do ofício, o que inclui esclarecimentos sobre os cuidados que o profissional deve ter. Este assunto levou o SESI/DN - Departamento nacional do SESI - à elaboração de um estudo voltado à realidade das condições de trabalho dentro dos canteiros de obras brasileiros. Ao final desta pesquisa, chegou-se às seguintes recomendações:

- A) Elaboração de manuais de procedimentos sobre engenharia de segurança e saúde do trabalhador, referentes a todas as fases de execução da obra, a serem observadas pelas empresas de construção civil.
- B) Elaboração de cláusulas contratuais específicas, visando ao cumprimento das normas e procedimentos de segurança e saúde do trabalhador pelas subempreiteiras, junto à contratante principal.
- C) Integração com entidades, instituições, órgãos públicos e sindicatos, a fim de realizar programas de desenvolvimento de pessoal, qualificando e formando mão-de-obra especializada para a construção civil.
- D) Nas principais regiões metropolitanas, onde haja predominância de mão-de-obra na construção civil, o SESI deve estruturar-se a fim de constituir os seus

próprios serviços especializados, contratando profissionais habilitados. Caberia ao SESI, entre outras atribuições:

- prestar assessoramento técnico às empresas na realização de inspeções e análise de riscos e doenças profissionais nos canteiros de obras, principalmente acidentes graves e fatais;
 - implantar um laboratório de ensaios com a finalidade de testar a segurança e a confiabilidade dos equipamentos de proteção individual adquiridos pela empresa.
- E) Orientar, através de manuais e publicações específicas, as classes trabalhadora e patronal, sobre os direitos, deveres e responsabilidades civis e criminais em questões relativas à segurança e saúde do trabalhador.

Assiste-se a um momento de mudança na construção civil, com as construtoras investindo no desenvolvimento de tecnologias racionalizadas, e industrializando a produção. Entretanto, qualquer investimento em tecnologia deve ser acompanhado pelo treinamento dos homens envolvidos, gerando uma mudança de comportamento cujo foco deve ser direcionado para o combate ao desperdício. Os profissionais “artesãos” serão substituídos por equipes treinadas, constituídas por técnicos polivalentes, capazes de atuar aplicando o autocontrole da qualidade nas interfaces dos serviços.

As propostas são muitas. É preciso um esforço conjunto para que elas saiam do papel, acirrando a concorrência entre as construtoras e contribuindo para a melhoria da qualidade no setor.

1.4 GERÊNCIA DA QUALIDADE APLICADA ÀS CONSTRUTORAS

Para viabilizar a utilização das técnicas desenvolvidas por Juran, Crosby, Deming, e outros, na gerência da qualidade da indústria da construção civil, em especial o setor de construção de edificações, torna-se necessário adaptá-las, tomando por base as características que distinguem esse setor produtivo dos demais, quais sejam:

- Ter caráter nômade. A indústria - representada pelo canteiro de obras - move-se em função da edificação que se está construindo.
- Criar produtos únicos (exceto na construção de grandes conjuntos de unidades idênticas).
- Utilizar mão-de-obra pouco qualificada, com baixa mecanização dos processos de execução.
- Programar as atividades considerando a influência das intempéries (sol ou chuva).
- Ter as responsabilidades dispersas e mal definidas.

A construção de edificações sofre a influência direta de: promotor do empreendimento, projetista, fabricantes dos materiais de construção, construtor, proprietário e usuário. Além desses, deve-se considerar a influência indireta dos seguintes segmentos: os laboratórios, as normas técnicas, a forma de contratação, o ensino e a formação e a administração pública.

A gestão da qualidade pressupõe a integração entre as atividades de planejar, controlar e melhorar aquilo que é feito (Trilogia Juran®), minimizando a ocorrência de falhas internas e externas em relação à análise crítica do usuário final do produto. O Sistema da Qualidade consiste na estrutura organizacional, responsabilidades, procedimentos e recursos para a implementação da gestão da qualidade.

A qualidade vem evoluindo constantemente. CERQUEIRA NETO²⁸ destaca quatro eras distintas nessa evolução:

²⁸CERQUEIRA NETO, Edgard Pedreira. *Paradigmas da qualidade*

Tabela 3 - Evolução do movimento da qualidade

ERA ⇒ PRINCIPAIS ASPECTOS ↓	ERA DA INSPEÇÃO	CONTROLE ESTATÍSTICO DA QUALIDADE	ERA DA GARANTIA DA QUALIDADE	ERA DA GESTÃO ESTRATÉGICA DA QUALIDADE
AValiação DA QUALIDADE	Processo interno de separar itens bons e itens maus	Processo interno de separar lotes não conformes.	Processo interno e externo.	A avaliação externo define “o que fazer” e a interna define o “como fazer”.
GESTÃO DA QUALIDADE	Concentrada no controle ao nível operacional. Não se pensava em planejar a qualidade	Operacional, centrada na inspeção e controle de execução.	Começava a se estratégica e tática. As empresas determinavam políticas da qualidade	Estratégica, tática e operacional. Ocorre como consequência de ações planejadas e sistemáticas de melhoria em todos os níveis.
SISTEMA DA QUALIDADE	Predominantemente técnico.	Predominantemente técnico	O componente político começava a ser relevante.	Técnico, político e cultural. O processo de organização se faz pela observação da concorrência.

Fonte: CERQUEIRA NETO, Edgard Pedreira de. *Paradigmas da qualidade*

Na Era da Garantia da Qualidade, emergiram conceitos tais como o TQC - *Total Quality Control* - e a ênfase nos custos da qualidade que deveriam ser reduzidos ao máximo. Considera-se o surgimento das normas da série ISO 9000²⁹ nesta fase (normas de garantia da qualidade).

As empresas estão se organizando e buscam, cada vez mais, atender às necessidades do cliente. Este objetivo é permanente na medida em que a tecnologia lança diariamente no mercado novos desafios aos empresários de todos os setores. Tornou-se necessário identificar junto aos clientes não apenas suas necessidades no presente mas, principalmente, em um futuro próximo. Surge, então, a era da gestão estratégica da qualidade e o entendimento de que qualidade não se implanta através de programas, trata-se de um processo de melhoria contínua.

A partir desse entendimento, o conceito do TQC evoluiu para TQM - *Total Quality Management*. Edgard Pedreira de Cerqueira Neto compara esses dois movimentos, destacando as seguintes diferenças básicas:

²⁹ As normas da série ISO9000 foram comentadas no item 1.1 deste capítulo.

Tabela 4 - Comparação entre TQC e TQM

MOVIMENTO ⇒ ASPECTOS ↓	TQC	TQM
INTERESSE PRIMÁRIO	Coordenação dos vários grupos que participam do processo criativo	Impacto na estratégia da empresa
VISÃO DA QUALIDADE	Um problema a ser resolvido.	Uma oportunidade competitiva .
ÊNFASE	Toda a cadeia de produção.	O mercado e as necessidades dos consumidores.
MÉTODO	Programas e sistemas (técnico e político).	Planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos e mobilização da organização. Sistemas técnicos, políticos e cultural.
PAPEL DOS PROFISSIONAIS DA QUALIDADE	Medição da qualidade, planejamento da qualidade e projeto de programas.	Estabelecimento de objetivos, educação e treinamento, trabalho de consultoria com outros departamentos e projeto de programas.
PAPEL DO EXECUTIVO PRINCIPAL	Periféricamente envolvido	Liderando o processo.
ORIENTAÇÃO E ENFOQUE	Construir a qualidade.	Administrar a qualidade.

Fonte: CERQUEIRA NETO, Edgard Pedreira de, *op. cit.*

PEREIRA³⁰, citando a GOAL/QPC distingue cinco estratégias de implementação do TQM - *Total Quality Management*:

- 1ª Estratégia - Abordagem dos elementos do TQM: nesta abordagem, as empresas implementam algumas ferramentas e/ou filosofias do TQM, tais como os Círculos de Controle da Qualidade, Controle Estatístico do Processo e *Quality Function Deployment*³¹;
- 2ª Estratégia - Abordagem dos gurus: a implementação se dá com base nas técnicas e obras indicadas por um dos grandes estudiosos da qualidade e utiliza tais parâmetros para avaliar e superar suas deficiências;
- 3ª Estratégia - Abordagem de modelos adotados por empresas: A partir da visita de indivíduos ou grupos de trabalho a empresas reconhecidas como líderes na implantação do TQC, essas pessoas adaptam e desenvolvem modelos específicos para suas próprias organizações;
- 4ª Estratégia - Abordagem da Qualidade Total Japonesa: Com base nas técnicas e estratégias propostas pelo prêmio Deming, as empresas desenvolvem um *Master Plan* para cinco anos, para utilização interna;
- 5ª Estratégia - Abordagem pelos Critérios de Prêmios: Nesta situação, a empresa utiliza um ou vários critérios dos grandes prêmios mundiais para a qualidade, tais

³⁰PEREIRA, Paulo Cesar Lopes. *Estratégias para implementação do Total Quality Management*.

³¹O QFD - *Quality Function Deployment* - será analisado no capítulo 3 desta tese.

como o Prêmio Nacional da Qualidade ou o *Malcolm Baldrige*, para determinar as áreas onde devem haver projetos de melhoria.

PEREIRA³² acrescenta que essa não é a única classificação existente mas, qualquer que seja a estratégia adotada, os resultados finais serão os mesmos: uma empresa com um processo gerencial que privilegia a satisfação dos clientes e que implica em uma mudança de comportamento dos indivíduos buscando a melhoria contínua da qualidade.

Baseados nestes conceitos e nas normas da série ISO 9000 os pesquisadores desenvolveram mecanismos para implantar Sistemas da Qualidade na indústria da construção civil. Identificam-se dois grandes enfoques nas ações de empresas de construção, no que se refere à qualidade:

- a) um enfoque técnico, implementado mais especificamente nas obras e orientado para processos de gerenciamento e procedimentos de controle;
- b) um enfoque organizacional, tentando transformar toda a estrutura da empresa (política de qualidade total), consistindo em um projeto completo.

Para a implantação de um Sistema da Qualidade, é preciso que a empresa formalize suas intenções e diretrizes globais em relação à qualidade (política da qualidade), sendo fundamental, para o sucesso da iniciativa, atender aos seguintes requisitos:

- envolvimento da diretoria;
- existência de planejamento;
- coordenação entre os vários departamentos;
- definição clara das responsabilidades;
- controle gerencial (*feedback* de informações);
- capacidade de diagnose para adotar as medidas necessárias às causas da má qualidade.

Após definida a política a ser adotada, deve-se estabelecer uma organização onde as atividades da função da qualidade sejam exercidas pelos diferentes departamentos da produção. É interessante treinar alguns profissionais-chave para a disseminação das práticas ligadas ao controle da qualidade junto aos colegas e/ou subordinados. Torna-se

³²PEREIRA, Paulo César Lopes, *op. cit*

fundamental a elaboração de um Manual da Qualidade, especificamente adaptado para cada obra, onde definem-se os planos de controle, procedimentos de execução e as listas de verificação.

A implantação do Sistema da Qualidade exerce impacto direto sobre os custos da empresa. Os custos da qualidade dividem-se em:

A) Custo das atividades relacionadas com os objetivos da política da qualidade definida pela empresa:

⇒ custos de prevenção: associados à prevenção de possíveis falhas nas atividades de produção, e atividades da engenharia da qualidade voltadas a este propósito. Na construção civil, referem-se aos custos com o desenvolvimento dos projetos (arquitetônico, estrutural, de instalações, etc.).

⇒ custos de avaliação: relacionados com os ensaios e testes, empregados direta ou indiretamente, para a avaliação do produto, componentes, matéria-prima ou procedimentos de execução. Considerando a indústria da construção civil, estão relacionados aos custos dos procedimentos para recebimento de obras (teste de carga dos equipamentos, verificação na vazão de água, etc.).

B) Custo das falhas relacionam-se aos erros de execução e podem ser divididos em:

⇒ falhas internas: decorrentes de refugos ou retrabalhos antes do fornecimento (ou seja, detectadas antes da entrega ao usuário).

⇒ falhas externas: decorrentes de refugos ou retrabalhos após o fornecimento, nas fases de montagem ou garantia (manifestam-se após a entrega formal ao usuário, o próprio uso da edificação leva ao aparecimento de defeitos decorrentes da má execução durante a obra). Este custo adicional pode ser ainda dividido em: “tangível”, relacionado ao gasto com a assistência técnica ou reparos; e

“intangível”, relacionado à perda do cliente e à imagem da empresa no mercado.

Com a implantação do Sistema da Qualidade, tem-se o aumento nos custos de prevenção e avaliação, e redução nos custos das falhas que, a longo prazo, resultam na redução dos custos totais. Em uma empresa construtora, a implantação do Sistema implica, de acordo com PICCHI³³, a programação da construção considerando:

- Em relação aos materiais e componentes: optar pelos materiais que possuam Certificação de Conformidade; realização do controle de produção (quando não houver certificação formal) e controle da recepção (para garantir que o material fornecido corresponde ao especificado).
- Em relação ao método construtivo: qualificar os processos de execução obedecendo às normas adequadas (ou definindo-as no caso de omissão); elaboração do caderno de encargos e da memória técnica para cada obra.
- Em relação à mão-de-obra adotada: premiar a qualificação profissional através do treinamento e educação, incorporando os funcionários à empresa construtora e não à obra em execução; definição das responsabilidades da empresa com o operário e deste com cada obra para qual for escalado. A denominação “peão” deve ser substituída por “funcionário”.
- Em relação aos equipamentos: definir as equipes responsáveis pela manutenção, aferição e calibração, privilegiando as firmas que tiverem um sistema da qualidade implantado (quando houver terceirização deste serviço).

Estas recomendações abrangem as quatro primeiras fases de um processo construtivo: planejamento, projeto, materiais e execução. Para estender o Sistema à última fase, que corresponde ao uso e manutenção da edificação, a construtora deve organizar, para cada obra, o Manual do Usuário, que, de acordo com PRUDÊNCIO³⁴, deve conter as seguintes informações:

1. Descrição sumária e origem do imóvel

³³ Para maiores detalhes, ver PICCHI, Flavio. *Sistemas da qualidade na construção civil*.

³⁴ PRUDÊNCIO, Walmor José. *Patologias na edificação: do projeto ao uso*.

- 1.1 - Local, área, tipo da edificação
 - 1.2 - Orientação geográfica em relação ao logradouro
 - 1.3 - Dados do projetista
 - 1.4 - Dados do construtor
 - 1.5 - Data da construção
 - 1.6 - Certificação da qualidade (quando existir)
2. Identificação dos materiais constituintes da edificação, propriedades mecânicas, características, origem, fabricantes (estrutura, instalações, alvenarias, esquadrias, impermeabilizações, cobertura e todos os equipamentos e produtos utilizados na construção.
 3. Instruções para a manutenção do entorno da edificação: iluminação, caixas coletoras, tubulações e pavimentações.
 4. Programa de limpeza bem como da lubrificação adequada das partes móveis. Os produtos de limpeza e a frequência de uso devem ser indicados considerando a possibilidade de ataque químico-físico e/ou a ação do desgaste sobre as superfícies.
 5. Quadro de frequência, geral e/ou das partes, em função da tipologia dos materiais e produtos, e também considerando as condições de exposição.
 6. Substituição, troca ou remoção de componentes. Indicar o período para troca ou renovação das juntas, gaxetas, pinturas, impermeabilizações, entre outros, em função da vida útil, das condições de uso e exposição.
 7. Recomendações de pequenas intervenções
É de grande importância a indicação de materiais e procedimentos para pequenas intervenções a serem realizadas a partir de sintomas que revelem a perda de estanqueidade, entupimentos, perda de funcionamento, deslocamentos, eflorescências, infiltrações, entre outros.
 8. Intervenções de grande porte
As deformações ou anomalias cujos sintomas revelem risco para os usuários, contaminação ou insegurança, devem ser motivo de consulta à

concessionárias ou especialistas com experiência técnico-prática comprovada, para identificar as causas e especificar as soluções corretivas. É premissa básica que nenhuma recuperação seja feita sem antes diagnosticar corretamente a origem dos problemas.

O processo de implantação do Sistema da Qualidade, parte do pressuposto de que o envolvimento da alta administração da empresa é fundamental para o sucesso da iniciativa. “Enquanto os administradores continuarem a assumir os créditos pelos sucessos da empresa atribuindo os fracassos aos trabalhadores, perdurará a baixa produtividade.”(W. E. Deming)

CAPÍTULO 2:

HABITAÇÃO POPULAR E A QUALIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

O Brasil é um país que se caracteriza por fortes disparidades regionais e sociais. Tanto a renda quanto indicadores sanitários e habitacionais variam fortemente por região e por segmentos dentro da sociedade.

A política habitacional brasileira é inteiramente voltada ao acesso à propriedade. A propriedade de uma casa confere *status*, facilita as relações econômicas, abre portas a empréstimos e aos crediários constituindo não apenas uma forma segura de investimento como uma eficaz defesa contra a inflação e contra as arbitrariedades da intervenção estatal no mercado imobiliário.

Em um breve retrospecto sobre as intervenções do Poder Público na questão habitacional, observa-se que, de maneira geral, a década de 60, caracterizou-se pela remoção e reinstalação das populações residentes nas favelas. Na década de 70 ficou claro que este recurso deveria ser adotado somente em situações emergenciais.

A percepção em fins dos anos 70 de que a favela veio para ficar, colocou a necessidade de novas soluções, entre elas, a regularização do terreno e a colocação de infraestrutura, providências que acenavam para uma “aceitação” da permanência dos invasores.

Os anos 80 trouxeram à tona os movimentos sociais reivindicando, além da regularização da posse dos terrenos, o auxílio governamental para a construção de casas por auto-ajuda e ajuda-mútua, característicos do Programa João-de-Barro, criado em 1984 pelo Banco Nacional da Habitação - BNH. Na verdade, as políticas de intervenção pública na habitação no Brasil, especialmente a atuação do Banco Nacional da Habitação, tiveram êxito geradoras de empregos na construção civil (sobretudo até 1981) e como indutoras da construção de moradias. Contudo, sua atuação social ficou bastante comprometida pelo problema do empobrecimento da população brasileira.

A década de 90 assiste ao surgimento de novas formas de “habitar na cidade”, com três grupos distintos de populações de rua: as “comunidades”, que ocupam os espaços sob os viadutos; as “instalações”, arrumadas à noite sobre as calçadas da cidade; e as

“carroças”, ferramentas de trabalho e abrigo dos que se auto definem como “os que moram andando”³⁵.

A análise da questão habitacional na cidade do Rio de Janeiro, permite identificar situações características das grandes cidades brasileiras de maneira geral. Considerando essa cidade, pode-se destacar como principais fatores responsáveis pela carência de habitações³⁶:

- o empobrecimento efetivo da sociedade, provocando a favelização das famílias sem alternativas de moradia no núcleo urbano;
- a valorização desproporcional dos terrenos e materiais de construção - que tornam qualquer tipo de moradia inviável - além da falta de acesso das populações de menor poder aquisitivo às tecnologias alternativas de construção, que poderiam contribuir para o barateamento do empreendimento;
- a falta de uma proposta oficial de financiamento acessível à população carente.

O *déficit* habitacional é um dos fatores que torna urgente a adoção de mudanças na indústria da construção civil pois a lentidão dos processos convencionais de construção inviabiliza a solução técnica do problema. Essa constatação levou as construtoras ao desenvolvimento, a partir da década de 60, de inúmeras tecnologias construtivas inovadoras, cujo principal objetivo era aumentar a produtividade nos canteiros de obras. Entre as combinações propostas pelos novos processos, pode-se citar:

- pré-moldados/pré-fabricados e blocos: quando pilares, vigas de amarração e outros elementos de sustentação são moldados fora do local definitivo da edificação, e o fechamento é em alvenaria de blocos ou tijolos;
- blocos “inteligentes”: esse termo refere-se aos blocos de encaixe (em dois ou quatro lados), produzidos em material cerâmico ou concreto, que dispensam o uso de argamassa de rejuntamento;

³⁵ MARTINS, Ana Lúcia Lucas. *Livres acampamentos da miséria*

³⁶ SALGADO, Mônica Santos. *Racionalização da Construção: caminhos para a habitação popular no município do Rio de Janeiro*.

- painéis pré-fabricados/pré-moldados: são confeccionados em usinas próprias e depois transportados prontos para o local definitivo para a montagem da edificação;
- painéis moldados *in loco*: as fôrmas para confecção dos elementos construtivos são fixadas no local definitivo da edificação;
- estrutura metálica e painéis ou blocos: combinam a utilização do aço estrutural com o fechamento em blocos ou painéis.

Entretanto, ao ocuparem-se com o aumento da produtividade nos canteiros de obras, algumas propostas construtivas relegaram a um segundo plano a qualidade dos ambientes construídos. Aos coordenadores dos programas de construção habitacional cabe, pois, a difícil tarefa de definir qual o desempenho técnico esperado dos sistemas construtivos para ser considerada viável sua utilização nos programas habitacionais.

É evidente, portanto, a necessidade de desenvolver metodologias de seleção que permitam determinar qual processo construtivo melhor se adequa à situação proposta. A não utilização dessas metodologias leva ao esbanjamento de dinheiro público em tecnologias inadequadas que, além do desperdício de tempo e dinheiro, frustram as expectativas do usuário.

2.1 METODOLOGIAS PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS INOVADORES

A palavra “desempenho”, que em última instância significa “comportamento em uso”, caracteriza o fato de que um produto deve apresentar certas propriedades que o capacitem para cumprir sua função quando sujeito a certas ações.³⁷ Nesse sentido, as edificações e suas partes, enquanto produtos, estão sujeitas a uma grande variedade de ações devidas aos fenômenos de origem natural, à utilização do próprio edifício e mesmo decorrentes de sua concepção. Dessa forma, sob a ótica do conceito de desempenho, define-se “condições de exposição”, como o conjunto de ações atuantes sobre o edifício e suas partes ao longo de sua vida útil.

Em 1984 a ISO - International Organization Standardization - estabeleceu os requisitos que os produtos de construção deveriam atender. A norma ISO 6241 define quatorze requisitos básicos, descritos a seguir³⁸:

1) Segurança estrutural:

- resistência mecânica às ações estáticas e dinâmicas individual ou combinadamente;
- resistência aos impactos, inclusive cargas acidentais.

2) Segurança ao fogo:

- riscos de incêndio ou propagação do fogo, efeitos fisiológicos da fumaça e do calor;
- tempo para disparar o alarme (detecção do fogo e sistemas de alarme);
- tempo de evacuação (rotas de escape);
- tempo de resistência ao fogo.

3) Segurança de uso:

- segurança em relação a agentes agressivos (proteção contra explosões, queimaduras, elementos cortantes, mecanismos móveis, choques elétricos, radioatividade, contato ou inalação de substâncias venenosas, infecção);

³⁷ SOUZA, Roberto de *et alii*. *Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras*.

³⁸ O conteúdo original desta norma encontra-se no ANEXO I deste trabalho.

- segurança na circulação interna (limitações para pisos com superfícies escorregadias, desobstrução das passagens, guarda-corpos, etc.);

- segurança contra intrusos (humanos ou animais).

4) Estanqueidade:

- à água (da chuva, do piso, potável ou não, etc.);
- ao ar e gases;
- à neve e à poeira.

5) Conforto higrotérmico:

- controle da temperatura do ar, radiação térmica, velocidade do ar e umidade relativa (limitação na variação no tempo e no espaço);
- controle de condensação.

6) Pureza do ar:

- ventilação;
- controle de odores.

7) Conforto acústico:

- controle de ruído externo e interno (contínuo e intermitente);
- inteligibilidade do som;
- tempo de reverberação.

8) Conforto visual:

- iluminação natural e artificial (iluminação necessária controle de ofuscamento, contrastes e constância na iluminação);
- luz do sol (insolação);
- possibilidade de escurecimento (controle da luz);
- aspectos relacionados ao espaço e às superfícies (cor, textura, regularidade, planura, verticalidade, horizontalidade, perpendicularidade, etc.);

- contato visual interno e com o mundo exterior (ligações e barreiras para privacidade, proteção contra distorções óticas).

9) Conforto tátil:

- propriedades das superfícies, rugosidade, umidade, calor, flexibilidade;
- proteção contra descargas de eletricidade estática.

10) Conforto antropodinâmico:

- limitação de acelerações e vibrações;
- conforto para pedestres em áreas de vento intenso;
- facilidade de movimento (inclinação de rampas, declive das escadas);
- facilidade de manuseio (abertura de portas, janelas, controle de equipamentos, etc.).

11) Condições de higiene:

- facilidades para o cuidado e limpeza humana;
- fornecimento de água;
- limpeza;
- eliminação da água usada, materiais usados e fumaça.

12) Adaptabilidade a diferentes usos:

- tamanho, geometria, divisão interna, ligação entre os espaços;
- serviços e equipamentos;
- flexibilidade.

13) Durabilidade:

- manutenção do desempenho durante sua vida útil.

14) Economia:

- custos de manutenção;
- custos de demolição.

Em 1988, foi aprovada uma diretriz de produtos de construção, publicada no DOCE (Diário Oficial das Comunidades Européias), que estabeleceu uma lista de requisitos essenciais que os produtos de construção devem atender. Em fevereiro de 1989 os requisitos definidos nessa diretriz foram detalhados por MESEGUER da seguinte forma³⁹:

1. Resistência mecânica e estabilidade

As obras deverão ser projetadas e construídas de forma que as cargas que possam vir a atuar durante a construção e utilização, não produzam nenhum dos seguintes resultados:

- a) desmoronamento de toda ou parte da obra;
- b) deformações excessivas em grau inadmissível;
- c) deterioração de outras partes da obra, como os acessórios ou equipamentos instalados, em consequência de uma deformação excessiva dos elementos de sustentação;
- d) danos por acidentes de consequências desproporcionais em relação à causa original.

2. Segurança no caso de incêndio

As obras deverão ser projetadas e construídas de forma que, no caso de incêndio:

- a) a capacidade de sustentação da obra se mantenha durante um período de tempo determinado;
- b) o aparecimento e a propagação do fogo dentro da obra estejam limitados;
- c) a propagação do fogo a obras vizinhas esteja limitada;
- d) os ocupantes possam abandonar a edificação ou serem resgatados por outros meios;

³⁹ MESEGUER, Alvaro Garcia. *Controle e Garantia da Qualidade na Construção*.

e) leve-se em conta a segurança dos equipamentos de resgate.

3. Higiene, saúde e meio-ambiente

As obras deverão ser projetadas e construídas de forma que não representem uma ameaça para a higiene ou para a saúde dos moradores vizinhos, particularmente como consequência de qualquer das seguintes circunstâncias:

- a) fuga de gás tóxico;
- b) presença de partículas ou gases perigosos no ar;
- c) contaminação ou envenenamento da água do solo;
- d) emissão de radiações perigosas;
- e) defeitos na evacuação de águas residuais, fumaças e resíduos sólidos ou líquidos;
- f) presença de umidade em partes da obra ou em superfícies interiores da mesma.

4. Segurança de utilização

As obras devem ser projetadas e construídas de forma que sua utilização ou funcionamento não representem riscos inadmissíveis de acidentes, como escorregamentos, quedas, colisões, queimaduras, choques ou feridas advindas de explosão.

5. Proteção contra o ruído

As obras devem ser projetadas e construídas de forma que o ruído percebido pelos ocupantes e pelas pessoas que se encontram nas proximidades se mantenha a um nível que não ponha em perigo a sua saúde e que permita a eles dormir, descansar e trabalhar em condições satisfatórias.

6. Economia de energia e isolamento térmico

As obras e seus sistemas de calefação, refrigeração e ventilação deverão ser projetadas e construídas de forma que a quantidade de energia necessária para sua utilização seja moderada, levando-se em consideração as condições climáticas do lugar e a satisfação de seus ocupantes.

Cientes da necessidade e importância de desenvolver metodologias para avaliar o desempenho e selecionar sistemas construtivos, algumas propostas foram desenvolvidas tomando por base a lista com os requisitos do usuário. Entre elas, destacam-se:

- ◇ o método desenvolvido pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - para Avaliação de Desempenho de Habitações Térreas Unifamiliares (1981);
- ◇ o desdobramento da metodologia desenvolvida pelo IPT, realizado por um grupo de participantes do II Curso Internacional de Planejamento e Tecnologia da Habitação promovido pela JAICA - *Japan International Cooperation Agency* -(1990);
- ◇ a proposta desenvolvida no convênio FAUUSP - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - FUPAM - Fundação para a Pesquisa Ambiental - e FINEP (1986);
- ◇ o trabalho realizado pelo CQD - Centro de Estudos de Questões do Desenvolvimento - atendendo à solicitação da Fundação Vale do Rio Doce (1988);
- ◇ a metodologia proposta pelo CTE - Centro de Tecnologia em Edificações - para a Prefeitura Municipal de Cubatão (1991).

2.1.1 Metodologia desenvolvida pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981)

Esse trabalho, considerou a habitação como um produto definido, cuja função é satisfazer as necessidades do usuário⁴⁰. Define avaliação de desempenho como a previsão do comportamento potencial do edifício, seus elementos e componentes, quando em utilização normal (exposto às condições normais), avaliando se tal comportamento satisfaz às exigências do usuário.

Os elementos da habitação considerados nesta avaliação, foram: a estrutura, a cobertura, o piso, as divisórias entre as habitações, as divisórias internas, e as fachadas. A metodologia básica desenvolvida pode ser resumida nos seguintes pontos.

- 1) Identificação das exigências do usuário, entendidas como as necessidades de uso que devem ser satisfeitas pelo edifício a fim de que ele cumpra sua função. Dos 14 requisitos básicos definidos pelo CTSB, 6 foram considerados: segurança estrutural, segurança contra o fogo, estanqueidade, conforto higrotérmico, conforto acústico e durabilidade.
- 2) Identificação das condições de exposição a que será submetido o edifício: condições de exposição são o conjunto de ações atuantes sobre um determinado produto durante sua vida útil. São normalmente devidas aos fenômenos de origem natural (ventos, chuva, sol e outros) e devidas à própria utilização do edifício (sobrecarga de utilização, choques devido ao uso, focos de fogo e outros).
- 3) Definição dos requisitos e critérios de desempenho a serem atendidos: podem ser fixados para o edifício como um todo ou para os seus componentes e são expressos como níveis de segurança, habitabilidade e durabilidade a serem atendidos quando o produto é submetido a certas ações externas. A definição desses requisitos deu-se a partir do cruzamento entre as exigências do usuário e as condições de exposição.
- 4) Definição dos métodos de avaliação: entendidos como métodos uniformizados que permitem verificar se um determinado produto atende aos requisitos e critérios de

⁴⁰ Miores informações ver SOUZA, Roberto de. *Avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação*. Comunicação técnica n.138 do IPT.

desempenho para ele fixados. Nessa pesquisa, para cada um dos critérios de desempenho, estabeleceu-se um método de avaliação associado a:

- ⇒ ensaios e medidas que podem ser realizados em amostras ou protótipos dos elementos dos edifícios;
- ⇒ métodos de cálculo que adotam um modelo de comportamento para o produto, operável quando conhecidas as condições de exposição e algumas propriedades dos materiais e componentes constituintes;
- ⇒ análise de projeto;
- ⇒ inspeção em protótipos e em usinas ou fábricas.

Essa pesquisa resultou na edição de seis documentos técnicos voltados à avaliação de desempenho de habitações térreas unifamiliares. Os principais aspectos abordados nesses documentos são expressos a seguir:

- **SEGURANÇA ESTRUTURAL** - Foram estabelecidos requisitos e critérios de desempenho para as seguintes solicitações:
 - a) Impactos de corpo mole e duro em divisórias internas, divisórias entre habitações, paredes externas, pisos e elementos estruturais.
 - b) Cargas uniformemente distribuídas em coberturas e fachadas.
 - c) Cargas verticais excêntricas em paredes portantes.
 - d) Cargas concentradas em pisos, paredes e coberturas.
 - e) Esforços de manobra em portas e janelas.
 - f) Esforços de uso em paredes (solicitações transmitidas por portas: fechamentos bruscos e impactos).
 - g) Modificações higrotérmicas dos materiais constituintes dos componentes e elementos construtivos.
 - h) Cargas atuantes nas fundações.

Os requisitos foram fixados visando a garantir que estes não atinjam o estado-limite último, correspondente à ruína do elemento ou parte dele, e o estado-limite de utilização, quando o elemento ou parte dele deixa de satisfazer às condições previstas para a sua utilização, ou tem sua durabilidade comprometida.

Os métodos de avaliação incluem a análise do projeto estrutural e a realização de cálculos estruturais conduzidos a partir das propriedades dos materiais e componentes constituintes dos elementos construtivos, a realização de ensaios físicos e mecânicos em protótipos dos elementos e suas partes e ainda a inspeção em protótipos.

- **SEGURANÇA AO FOGO** - Os requisitos e critérios de desempenho estabelecidos visam a limitar a provável influência dos materiais e elementos do edifício na alimentação e propagação de um foco de incêndio acidental, interno ou externo à habitação, garantindo que os elementos tenham resistência mínima ao fogo.

Os métodos de avaliação quanto à resistência ao fogo, além dos ensaios de resistência ao fogo propostos para coberturas, paredes externas, internas e de reação ao fogo em materiais envolvendo ensaios de determinação da incombustibilidade, da propagação superficial da chama, da densidade ótica da fumaça e do calor potencial, incluem também a análise do projeto, visando a verificar o atendimento a disposições construtivas que evitam a propagação do fogo entre compartimentos do edifício e entre edifícios, e a facilidade de evacuação da habitação incendiada.

- **ESTANQUEIDADE** - Os requisitos e critérios de desempenho fixados quanto à estanqueidade ao ar, visam a limitar a permeabilidade das fachadas e coberturas de modo a garantir que as exigências de conforto higrotérmico sejam satisfeitas. Quanto à estanqueidade à água, os requisitos e critérios visam a garantir a estanqueidade às chuvas, à água proveniente do solo e de operações de limpeza e uso.

Os métodos de avaliação quanto à estanqueidade incluem a realização de ensaios em fachadas, pisos e coberturas e a análise de projeto visando a verificar o atendimento às disposições construtivas, especialmente no que se refere às juntas, para que garantam a estanqueidade requerida pelos critérios. A inspeção em protótipos também fornece subsídios complementares para a realização de tal avaliação.

- **CONFORTO HIGROTÉRMICO** - Critérios relacionados à temperatura do ar no interior da habitação, risco de condensação e presença de superfícies muito aquecidas ou muito frias. Devido à diversidade climática do Brasil, foi definido, no âmbito dessa pesquisa, o zoneamento climático do inverno e do verão, nos quais ficaram estabelecidas 9 zonas climáticas no inverno e 11 no verão.

Os métodos de avaliação consistem em ensaios nos materiais e componentes (condutibilidade térmica, calor específico, densidade e resistência térmica) e em métodos de cálculo que permitam, a partir das medidas determinadas em laboratório e das características do projeto, estimar as propriedades térmicas do edifício e seus elementos, verificando, assim, o atendimento aos requisitos e critérios para as várias zonas climáticas do país. Pode-se, também, utilizar medidas de temperatura em protótipos ou programas de computador, que envolvam modelos mais sofisticados.

- **CONFORTO ACÚSTICO** - Quando referentes ao ruído externo, os critérios são expressos em função do tipo de ruído verificado no local de implantação da edificação e do nível de caracterização do ruído de fundo.

Os métodos de avaliação consistem em ensaios simplificados realizados em protótipos da habitação, visando a verificar o atendimento aos critérios de desempenho, que limitam o isolamento de dormitórios e sala de estar. Os métodos de ensaio foram estabelecidos especialmente para habitações térreas e são os seguintes:

- a) medição simplificada de isolamento sonoro proporcionado por fachada;
 - b) medição simplificada de isolamento sonoro proporcionado pela cobertura;
 - c) medição simplificada de isolamento sonoro proporcionado pelas paredes internas
 - d) medição do nível de caracterização do ruído de fundo;
 - e) medição simplificada do ruído produzido por equipamento hidráulico em recinto não servido por este equipamento.
- **DURABILIDADE** - Os métodos de avaliação incluem ensaios acelerados em materiais e componentes (ensaios que simulam a ação do calor, umidade, radiação

ultravioleta, intempéries, agentes de limpeza, atmosferas poluidoras, agentes biológicos, água e abrasão), a análise de projeto e a inspeção de protótipo visando a identificar incompatibilidade de materiais e detalhes construtivos que possam afetar a durabilidade.

2.1.2 II Curso Internacional de Planejamento e Tecnologia da Habitação (JAICA/IPT - 1990)

Os critérios de desempenho resultantes da pesquisa realizada em 1981 no IPT, além de fornecerem as diretrizes técnicas para que se possa avaliar o desempenho de soluções inovadoras para habitações populares, orientam o desenvolvimento de novos sistemas construtivos e a elaboração de projetos no campo da habitação popular. Entretanto, é interessante destacar dois aspectos a serem considerados na aplicação dessa metodologia:

- as limitações de cada região e/ou população à qual se destina o produto habitação;
- o fato de existirem na lista de exigências humanas, aquelas de caráter absoluto, que devem ser satisfeitas integralmente (segurança e higiene) e aquelas de caráter relativo, (conforto e durabilidade).

Esta foi a premissa básica adotada no trabalho intitulado “Critérios de avaliação de desempenho para habitações de interesse social”, desenvolvido durante o II Curso Internacional de Planejamento e Tecnologia da Habitação, promovido pelo IPT e a JAICA - *Japan International Cooperation Agency* - em 1990. Essa proposta dividiu os critérios de avaliação em eliminatórios (segurança/higiene) e classificatórios (conforto), conferindo maior flexibilidade à avaliação dos processos construtivos, ampliando a gama de opções possíveis⁴¹.

CRITÉRIOS ELIMINATÓRIOS: São de caráter absoluto e, portanto, devem ser satisfeitos integralmente (segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade).

CRITÉRIOS CLASSIFICATÓRIOS: São de caráter relativo sendo possível estabelecer uma escala de satisfação associada ao seu custo ou aos requisitos do usuário (conforto e durabilidade).

Esse trabalho destacou, também, a importância da avaliação do desempenho do sistema construtivo ao longo da sua vida útil, ou seja, o peso do critério manutenção nesse processo. Por esta razão adotou-se o conceito de CUSTO GLOBAL, que corresponde

⁴¹ Maiores detalhes, ver JARDIM, Magda Ramos & MONCORVO, Frederico Daibert. *Critérios para avaliação de desempenho para habitações de interesse social*

ao somatório do CUSTO INICIAL da unidade (correspondente ao somatório do custo de produção com o custo financeiro) e do CUSTO DE MANUTENÇÃO da mesma.

Além disso, esta metodologia considera os seguintes requisitos de avaliação relacionados à interface sistema construtivo/região do país:

- interação solo/estrutura: corresponde às condições de adaptabilidade do sistema aos diferentes tipos de solos;
- topografia: corresponde à capacidade que o sistema apresenta de adaptar-se a diferentes declividades;
- montagem: analisa a possibilidade de utilizar o trabalho sob a forma de mutirão e o grau de especialização da mão-de-obra exigido;
- fabricação: analisa a facilidade de obtenção dos elementos que compõem o sistema construtivo (se eles podem ser produzidos no próprio canteiro de obras, por exemplo);
- disponibilidade: analisa se a mão-de-obra e os materiais constituintes do sistema construtivo estão disponíveis em qualquer lugar;
- clima: analisa a possibilidade de utilização em diferentes regiões climáticas;
- ambiente: analisa se o sistema construtivo suporta condições adversas (maresia, terremotos) quando estas existirem;
- cultura: analisa a adaptabilidade da edificação produzida com as edificações locais;
- expansão: analisa a possibilidade de expansão vertical e/ou horizontal da edificação.

2.1.3 Metodologia desenvolvida pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Fundação para Pesquisa Ambiental e FINEP (1986)

Marlene Picarelli, uma das pesquisadoras que participou do desenvolvimento desta metodologia esclarece que “não se trata de uma avaliação do material que compõe o sistema construtivo, mas sim da avaliação do próprio sistema construtivo como um todo, como produto final, como habitação. Não se trata de dados relativos ao concreto armado, se o sistema construtivo for composto de elementos pré-fabricados de concreto. Trata-se da execução da habitação em pré-fabricados de concreto inserida em um contexto pré-determinado.”⁴²

A metodologia desenvolvida em 1986, no convênio entre a FAUUSP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo), a FUPAM (Fundação para a Pesquisa Ambiental) e a FINEP, tem por objetivo selecionar a tecnologia construtiva adequada à produção de edificações, considerando diferentes fatores. Para isso, a proposta divide-se em três etapas:

- 1) Caracterização do problema.
- 2) Opção e caracterização das alternativas tecnológicas.
- 3) Cruzamento de dados.

A caracterização do problema, primeira etapa desse processo de seleção, deve contar com a participação de equipes multidisciplinares, e inclui:

- a) análise das características físicas da região, tais como: clima, temperatura, umidade, ventos dominantes, chuvas, recursos naturais (terremotos), solo, fenômenos ecológicos (destruição de reservas, extinção de espécies), sistemas construtivos locais, materiais de construção, mão-de-obra (análise da população da região), equipamentos (disponibilidade), infra-estrutura local, capacidade produtiva instalada (na construção civil e em outras áreas) e acessos;
- b) análise das características sócio-culturais tais como: número de habitantes, tipo de moradias, renda, faixas etárias, tradição técnica, constituição da família, nível de

⁴² PICARELLI, Marlene. *Habitação uma interrogação*.

organização da comunidade, tempo disponível (para verificar a possibilidade de utilizar o trabalho sob a forma de mutirão), modos de vida, identidade cultural, processos históricos da região (formas de habitar) e necessidades básicas (expectativas em relação à moradia);

- c) características político econômicas, tais como: avaliação do estágio de desenvolvimento local, legislação, formas de intervenção do Poder Público, tipos de serviços e urbanização, amplitude e regularidade do mercado, tipo/grau e capacidade instalada da industrialização, função da tecnologia, consumo e análise das relações mão-de-obra x capital x equipamentos;
- d) características do projeto, tais como: o programa (urbano ou rural), magnitude, padrões da região, necessidades da população, padrões de conforto e habitabilidade, legislação, financiamento e aquisição, produção, manutenção, ampliação, segurança, ergonomia, transporte, energia e combustível, entre outras.

Alguns itens listados podem ser fundamentais para o êxito de alguns programas, assim como outros tantos itens podem ser acrescentados. A listagem pode, portanto, ser considerada “aberta” e passa por três níveis:

1. provisória, permitindo quantas seleções forem necessárias;
2. reprogramável, uma vez que a introdução de uma modificação, redesenho na produção ou montagem de um sistema construtivo pode alterar dados que precisam ser reavaliados;
3. experimental, pois depende, também, da experiência do profissional da área.

Esta primeira etapa, portanto, constitui-se de um elenco de dados que podem ser alterados, retirados ou incorporados, dependendo do programa de produção de edificações a ser implementado (habitacional, industrial, comercial, etc).

Na segunda etapa do processo de seleção tecnológica, definem-se as opções e características das alternativas tecnológicas. Nesse estágio, deve ser feita a escolha entre uma (ou mais) das seguintes situações:

- Sistemas construtivos locais, tecnologias já utilizadas pela população, alteradas ou não em sua montagem, dependendo da necessidade de aumentar o grau de racionalização proposto.
- Sistemas construtivos novos e novos materiais não pertencentes à região.

O cruzamento dos dados, corresponde à terceira etapa do processo proposto, e pode ser feito através da elaboração de matrizes onde cada opção tecnológica será comparada às características do local onde pretende-se implantar o programa de construção (físicas, sócio-culturais, político-econômicas e de projeto). Os resultados desta comparação indicarão qual o sistema construtivo mais adequado. Pode-se, ainda, organizar matrizes confrontando os sistemas construtivos e avaliando-os sob determinado aspecto. Essa metodologia admite, ainda, o redesenho do sistema, caso ele, por exemplo, não responda a determinada solicitação de forma satisfatória.

O aspecto considerado fundamental para o êxito desta metodologia de seleção é que, para cada nova situação, é necessário reavaliar os sistemas propostos uma vez que nunca a combinação de todos os dados relacionados ao problema será idêntica. Um processo construtivo pode ser, portanto, a melhor ou a pior solução proposta, dependendo de onde, para quem e sob quais circunstâncias as edificações que se pretende construir serão executadas.

2.1.4 Metodologia proposta pelo CQD - Centro de Pesquisas de Questões do Desenvolvimento - Vitória (ES)(1988)

O Centro de Estudos de Questões do Desenvolvimento, atendendo à uma solicitação da Fundação Vale do Rio Doce, desenvolveu uma metodologia para avaliar 36 diferentes processos construtivos⁴³. Esse estudo comparativo fixou-se no processo construtivo desenvolvido pela FVRD e, através do conhecimento de vários processos construtivos, pode sugerir alterações na tecnologia proposta inicialmente.

O sistema construtivo proposto e utilizado pela Fundação Vale do Rio Doce, consiste na pré-fabricação de pilares e placas de concreto armado. Os pilares possuem seção de 10 x 10cm, e apresentam ranhuras para permitir o encaixe das placas de fechamento das paredes, cuja espessura chega a 2,5cm. Os painéis pré-fabricados de concreto, foram utilizados pela Prefeitura do Rio de Janeiro entre 1988/1992 na construção de 100 unidades habitacionais.

Apesar da rapidez da montagem e da possibilidade de usar o trabalho sob a forma de mutirão, esta tecnologia construtiva apresentou desvantagens relacionadas com: o baixo índice de conforto térmico e acústico; dificuldades em ampliar a edificação - pelo fato de não se constituir de elementos de fácil manutenção; e pela baixa durabilidade das edificações produzidas, considerando a pouca espessura dos painéis de fechamento (2,5 centímetros).

O relatório final desse trabalho, ressalta que a escolha do melhor processo construtivo e dos melhores materiais, precisa ser decorrente do estudo dos problemas habitacionais da região onde eles serão empregados. Com este objetivo, devem ser verificadas as características físicas, ambientais, sócio-culturais da população, a disponibilidade de terras e as características do projeto que se deseja desenvolver. Além disso, é fundamental que a unidade a ser produzida esteja adequada ao estágio do desenvolvimento sócio-econômico da região.

Essa metodologia proposta pelo Centro de Estudo de Questões do Desenvolvimento (CQD), foi utilizada na avaliação dos sistemas construtivos testados no canteiro-laboratório de Itapecerica da Serra, em São Paulo. Nesta experiência, cerca de 36 (trinta

e seis) empresas construíram 71 (setenta e uma) casas-embrião, utilizando diferentes processos construtivos, dentro do programa “Modelar” da COHAB-SP. As empresas construíram as unidades obedecendo aos padrões de projeto definidos pela companhia - moradias com 1 ou 2 dormitórios, sala, cozinha, banheiro, ou apenas o embrião.

Para melhor compreensão dos projetos analisados, realizou-se o levantamento detalhado dos materiais utilizados, em duas tabelas distintas:

- avaliação de projeto;
- avaliação dos elementos de estruturação e vedação.

As tecnologias analisadas foram separadas por blocos de semelhança, que diferem na solução estrutural:

- 1o. grupo: Pilares e vigas pré-moldadas e fechamento em alvenaria de blocos.
- 2o. grupo: Pilares, vigas e placas de fechamento em concreto pré-moldado.
- 3o. grupo: Painéis pré-moldados de concreto.
- 4o. grupo Painéis pré-moldados em materiais diversos (madeira, fibrocimento, etc.) montados manualmente.
- 5o. grupo: Painéis inteiriços (montagem com equipamentos).

Para a avaliação dos processos construtivos, foram selecionados 20 itens, em ordem de prioridade, que abrangem desde custo, qualidade técnica e prazo de execução, até a possibilidade de pré-fabricar os elementos componentes. São eles:

- custo médio considerado: 15,77 OTN's⁴⁴;
- confiabilidade técnica (avaliação da construtora que detem a tecnologia), durabilidade, resistência do material empregado;
- prazo de execução: média de 15 dias;
- facilidade de obtenção/execução (refere-se à facilidade de obter os materiais constituintes do sistema construtivo na região onde se pretende utilizá-lo);

⁴³ESTUDO comparativo do projeto pré-moldado mutirão da Fundação Vale do Rio Doce. Centro de Estudos de Questões do Desenvolvimento (CQD).

⁴⁴Em julho de 1988, a OTN valia Cr\$1598,26. O dólar comercial valia em 01/07/1988, Cr\$195,25 e em 31/07/1988, Cr\$240,53. A média entre esses dois valores totaliza Cr\$217,89. Portanto, esse valor corresponderia atualmente a aproximadamente US\$115,00/m².(Dados fornecidos pelo Banco do Brasil)

- facilidade de transporte e manuseio (relacionado ao tamanho das peças que compõem o sistema);
- conforto ambiental (desempenho térmico, acústico e lumínico da tecnologia analisada);
- durabilidade;
- dispensa especialização da mão-de-obra;
- possibilidade de uso do trabalho sob a forma de mutirão;
- necessidade de utilizar equipamentos na montagem das casas;
- serviços preliminares exigidos;
- número de itens (elementos constituintes) utilizados;
- facilidade de estocagem;
- dispensa controle da qualidade (o controle na fabricação garante a qualidade das peças);
- oferece condições de auto-regulação (capacidade de efetuar ajustes);
- dispensa retoques (qualidade das peças);
- apropriação cultural (identidade com as moradias tradicionais);
- adaptabilidade a vários tipos de padrões;
- possibilidade de expansão (horizontal e/ou vertical).

Cada processo proposto recebeu notas que variaram em uma escala de 1 a 5 pontos (fraco/forte). Os resultados apresentados indicam uma tendência à especialização da mão-de-obra que trabalha no setor, como uma conseqüência lógica da industrialização da construção. Outro aspecto refere-se a incompatibilidade observada entre processos construtivos racionalizados e a possibilidade de expansão, considerando que grande parte das tecnologias construtivas propostas não possibilita a flexibilização do espaço, utilizando componentes que não permitem a abertura de novos vãos (portas ou janelas) ou materiais de difícil obtenção.

2.1.5 Metodologia proposta pelo CTE - Centro de Tecnologia em Edificações - São Paulo - para a Prefeitura Municipal de Cubatão (1991)

A CURSAN - Companhia Cubatense de Urbanização e Saneamento - implantou, ao longo de 1991 o Núcleo Experimental de Seleção Tecnológica para Habitação Popular de Cubatão, constituído por 64 (sessenta e quatro) unidades habitacionais. O Núcleo pré-selecionou 15 diferentes construtoras que utilizaram 16 diferentes sistemas construtivos.⁴⁵

A metodologia de seleção tecnológica desenvolvida teve como ponto de partida a elaboração de requisitos que permitissem pré-selecionar as empresas e seus respectivos sistemas, de modo a restringir as alternativas a serem analisadas. As condições básicas de concepção do Núcleo foram estabelecidas da seguinte forma:

- a cada empresa participante seriam fornecidos quatro lotes com dimensões 7,0m x 14,0m, destinados à construção de quatro protótipos, contemplando quatro estágios diferentes da moradia, visando a atender a diferentes faixas de renda, com o conceito de moradia evolutiva;
- cada empresa desenvolveu seu próprio projeto sem pré-definição de áreas ou qualquer tipo de especificação, exceto pelas seguintes condições:
 - os recuos mínimos de 3,0m de frente; 2,0m de fundo; 1,0m em uma das laterais;
 - os limites de preços fixados pela CURSAN para a compra de cada protótipo.
- os requisitos de desempenho da edificação sobre os quais as empresas foram informadas previamente a fim de constatar a viabilidade de atendê-los.

A cada empresa foi solicitada a seguinte documentação técnica⁴⁶:

⁴⁵ COVELO, Maria Angélica, SOUZA, Roberto de e MENEZES, Marcia. *Metodologia para seleção de sistemas construtivos inovadores: aplicação prática no Núcleo Experimental do Município de Cubatão*. IN: Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - 1993.

⁴⁶CENTRO de Tecnologia de Edificações. *Núcleo Experimental de Habitação Popular de Cubatão - Relatório Final*

- Projeto executivo completo das unidades habitacionais construídas, incluindo as plantas de arquitetura e dos detalhes construtivos dos vários elementos da edificação, de estruturas, das instalações elétricas e hidráulicas e o memorial descritivo do sistema, contendo especificações técnicas dos materiais e componentes e os procedimentos adotados para os serviços de execução.
- Memorial do cálculo estrutural e de instalações, resultados de ensaios e de avaliações de desempenho já realizados e documentação técnica, demonstrando o desempenho higrotérmico do sistema e sua adequação às condições climáticas de Cubatão.
- Orçamento das unidades habitacionais, contendo descrição dos quantitativos, composição dos custos de produção e estimativa dos custos de manutenção e reposição, simulando a construção de conjuntos habitacionais de 200 unidades para cada protótipo.
- Manual de uso e manutenção das unidades habitacionais e diretrizes de um programa de controle da qualidade para a implantação, em escala, do sistema construtivo.
- Relação das obras já construídas com o sistema proposto, constando endereço, agente promotor e data da conclusão da obra.
- Dados gerais sobre a empresa, nome e CREA dos autores dos projetos e responsáveis pela execução das obras e respectivas ART's.

A metodologia de seleção tecnológica desenvolvida, consistiu no estabelecimento de requisitos de desempenho e critérios de classificação dos concorrentes em relação a esses requisitos, que dividem-se em três grupos:

- a) desempenho do produto: segurança estrutural e das fundações, segurança ao fogo, estanqueidade à água, conforto higrotérmico, durabilidade e manutenção;
- b) desempenho do projeto: condições de implantação da unidade habitacional no lote, ampliação e evolução da unidade, adequação dimensional física e formal, projeto das instalações elétricas e hidráulicas, qualidade das informações apresentadas no projeto e na documentação técnica;
- c) desempenho do processo: racionalização e controle da qualidade.

A análise de desempenho de cada sistema construtivo em relação aos requisitos, foi feita por equipes de especialistas, através dos seguintes métodos⁴⁷:

- análise dos projetos e memoriais descritivos;
- análise da documentação técnica apresentada pelas empresas;
- análise das informações registradas em planilhas, fitas de vídeo e em slides, relativas às etapas e serviços realizados ao longo da obra;
- inspeção nos protótipos construídos e já habitados. Nessas inspeções, foram também consideradas as opiniões dos usuários.

A esses requisitos foram atribuídas pontuações que permitiram, ao final, identificar que construtoras atenderiam de forma satisfatória às exigências definidas.

⁴⁷CENTRO de Tecnologia de Edificações, *op. cit*

CAPÍTULO 3:

PARTICIPAÇÃO DO CLIENTE/USUÁRIO NA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Durante muito tempo, empresas bem-sucedidas mantiveram-se na vanguarda do desenvolvimento, produção e distribuição de produtos, assumindo o papel de “modelos” para outras empresas no mundo. Muitas delas, entretanto, tiveram uma piora em seu desempenho, não por uma falha gerencial, mas porque o mercado em que operam mudou além da sua capacidade de adaptação.

Após a 2ª. Grande Guerra, especialmente na década de 50/60, a principal preocupação operacional dos executivos era a capacidade de atender à demanda. Privados dos bens materiais, primeiro pela Depressão e depois pela Guerra, os clientes davam-se por satisfeitos em adquirir o que as empresas lhes ofereciam, raramente exigindo alta qualidade ou bom atendimento. Este comportamento do mercado, somado ao desenvolvimento da tecnologia de produção - modificando as linhas de produção convencionais e aumentando ao máximo o número de tarefas dos processos - levou ao crescente distanciamento entre a alta gerência e os usuários dos produtos ou serviços.

Durante parte deste século, a filosofia do “mercado de massa” levou os fornecedores a acreditar que as necessidades dos clientes eram parecidas. Contudo, o momento atual indica a existência de clientes informados sobre o desempenho das empresas e sobre as opções oferecidas pelos concorrentes. As firmas com bom desempenho eliminam as inferiores pois o preço menor, o atendimento melhor e a qualidade superior convencem os clientes e conquistam maior parcela do mercado. Para vencer a concorrência, torna-se fundamental saber o que os clientes desejam, quando o desejam, como o desejam e quanto estão dispostos a pagar pelo produto/serviço.

A participação do usuário na definição dos produtos é fundamental na medida que o cliente define quanto, como, onde e até que nível a empresa deve investir em qualidade. Com a qualidade superior, a empresa pode disputar maior fatia do mercado, estabelecendo melhores preços - ganhando menos em cada vez mais produtos vendidos ou serviços oferecidos. De acordo com COSTA⁴⁸, a qualidade afeta a economia da empresa de duas maneiras básicas:

⁴⁸COSTA, José Ribeiro da. *Fundamentos da qualidade industrial I*. In: SALGADO, Mônica Santos. *Racionalização da construção: caminhos para a habitação popular no município do Rio de Janeiro*.

- efeitos na RENDA, assegurando maior faixa do mercado, vencendo maior porcentagem de concorrentes com os melhores preços. É este efeito que faz com que a qualidade tenha VALOR.
- efeitos no CUSTO, pela necessidade de investir para introduzir qualidade, controlá-la e pagar pelas falhas.

O correto equilíbrio entre custo e valor da qualidade, nem sempre é fácil de se obter pois os fatos envolvidos podem estar dispersos através de diferentes departamentos de uma empresa, ou o equilíbrio alcançado em um determinado instante pode tornar-se instável, por exemplo, pelo surgimento de novas tecnologias. Assim, o custo para obtenção de um determinado nível de qualidade, cresce à medida que este se eleva.

Vale ressaltar que para o alcance de níveis de perfeição, o custo pode tornar-se proibitivo. Por outro lado, o valor da qualidade no mercado não sobe na mesma proporção que os custos pois depende do comportamento dos consumidores, que podem não pagar além de certos limites, mesmo por produtos melhores. A qualidade não deve ser sinônimo de custo alto. Ela terá, de fato, um custo maior se for obtida através de inspeção mas, se for incorporada ao produto ela reduz os custos finais.

Na indústria da construção civil brasileira a participação do cliente na definição dos padrões de qualidade a serem atingidos ganhou maior enfoque a partir do Código de Defesa do Consumidor. De acordo com este instrumento, é considerado “fornecedor” toda a pessoa física ou jurídica que desenvolva atividades de produção, montagem, criação e construção entre outras. Incluem-se, portanto, as atividades ligadas à indústria da construção civil.

O que se observa, entretanto, é que “a disparidade entre sucesso e fracasso identificada no desempenho ambiental, principalmente em relação à intensidade com que o ambiente construído corresponde (ou não) aos requisitos básicos necessários para apoiar e satisfazer às necessidades e valores dos usuários, ocorre devido à lacuna existente entre as intenções do projetista enquanto proposta, os resultados previstos pela proposta e o desempenho dessa proposta enquanto ambiente construído. Argumentações dessa natureza salientam, mais uma vez, a importância do ponto de vista do usuário, as quais tendem a ser expressas através do seu nível de satisfação em relação a aspectos

específicos de projeto e através de suas manifestações comportamentais, e que incluem tipo e frequência de uso, manutenção e apropriação dos espaços além de modificações físicas decorrentes de adaptações do meio ao usuário e vice-versa.”⁴⁹

Essa situação levou ao interesse dos responsáveis pela gerência da qualidade, nas técnicas de pesquisa voltadas à incorporação da participação do usuário na definição de produtos e serviços oferecidos, e à utilização do conceito de “satisfação” como critério de avaliação do desempenho da empresa no mercado. Para atender aos requisitos do cliente, é preciso não apenas saber quem são estes clientes como conhecer os tipos de requisitos existentes. Os clientes podem ser classificados da seguinte forma:

- internos - Pessoas dentro da própria organização, que possuem amplos conhecimentos - derivados do desempenho repetitivo de numerosos ciclos de trabalho - com respeito às necessidades de qualidade. Esses trabalhadores também podem fornecer valiosas informações aos planejadores.
- intermediários - São, geralmente, os distribuidores ou revendedores que compram os produtos e repassam a terceiros. Na construção, estão representados pelos corretores, incorporadores ou promotores do empreendimento que têm o conhecimento sobre os requisitos desejados pelo cliente externo.
- externos - São os consumidores ou usuários do produto ou serviço. Suas necessidades são as mais importantes.

Os requisitos do cliente externo devem traduzir-se nas especificações do produto enquanto aqueles requeridos pelo cliente interno, definem parâmetros de desempenho para os fornecedores. É interessante destacar que em muitas situações ocorre a inversão dos papéis de cliente e fornecedor. Por exemplo, durante o desenvolvimento do projeto, a idéia inicial desenvolvida pelo arquiteto deve estar suficientemente clara para que o profissional responsável pela execução do desenho (no papel ou computador utilizando *softwares* correspondentes) possa realizá-lo sem dificuldades. Nessa etapa inicial, o profissional responsável pela execução do desenho é o cliente e, como tal, deve exigir do arquiteto as informações necessárias para o desenvolvimento do seu trabalho. Por

⁴⁹REIS, Antônio e LAY, Maria Cristina. *As técnicas de APO como instrumento de análise ergonômica do ambiente construído*. III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, apostila para o curso de Avaliação Pós-Ocupação, p.3

outro lado, quando o desenho está pronto e volta às mãos do autor, este passa a ser o cliente que deve verificar se o trabalho executado apresenta todas as informações necessárias à boa compreensão do seu projeto.

Embora certas necessidades sejam as mesmas, cada grupo de clientes tem interesses diferentes. GUINTA *et alii*⁵⁰ classificou os tipos de requisitos da seguinte forma:

- esperados - São as características que o cliente supõe que estejam incorporadas ao produto, raramente questionando sobre elas. Em uma edificação, o comprador supõe que o imóvel esteja conforme as posturas municipais, por exemplo.
- explícitos - A partir desses requisitos, a escolha torna-se pessoal. Quando o comprador especifica seu desejo em adquirir um apartamento de dois quartos, ele define o produto que procura indicando, inclusive, o quanto dispõe para pagar.
- implícitos - São as características que, algumas vezes, o cliente não menciona, embora deseje que estejam incorporadas ao produto. Por exemplo, o comprador do imóvel pode desejar que o apartamento seja de fundos, ou que os quartos recebam o sol da tarde, entre outras.
- inesperados - Estes requisitos tornam o produto único do gênero. São as características que o cliente não considera importantes, até o momento de tê-las à disposição. Para citar um exemplo na construção civil, analisando o *layout* dos apartamentos projetados na década de 30, verifica-se que a suite (união de quarto/banheiro) não era um recurso muito utilizado à época. Atualmente, mesmo os pequenos apartamentos apresentam esse conforto. Outro exemplo de requisito inesperado é o “pavimento de uso comum”, inexistente nos edifícios mais antigos, e que se transformou em um requisito explícito devido à maior segurança e conforto oferecido aos usuários.

É interessante ressaltar que o cliente externo, principal interessado dessas investigações, muitas vezes não faz diferença entre um requisito explícito e/ou esperado e outras vezes sequer tem consciência exata das suas reais necessidades. Por esta razão tornou-se fundamental desenvolver métodos que interpretassem as necessidades do usuário,

⁵⁰GUINTA, Lawrence e PRAIZLER, Nancy. *Manual de QFD - o uso de equipes para solucionar problemas e satisfazer clientes pelo desdobramento da função qualidade*.

traduzindo-as em especificações para os produtos ou serviços a serem oferecidos ao mercado.

Para auxiliar no levantamento dessas informações, tem-se à disposição diferentes técnicas conhecidas como “Ferramentas para a Melhoria da Qualidade”. A combinação dessas técnicas, voltadas ao levantamento e classificação de dados, permitiu o desenvolvimento de metodologias destinadas a incluir a participação do cliente/usuário na definição das características dos produtos ou serviços a serem oferecidos ao mercado.

Neste capítulo, portanto, serão abordadas as seguintes técnicas para gestão e metodologias de avaliação:

- ◇ Diagrama de Afinidades, Diagrama de Inter-relações, Diagrama da Árvore, Diagrama da Matriz e Matriz de Prioridades - são técnicas que permitem identificar as relações existentes entre aspectos pertinentes a um problema determinado, auxiliando na hierarquização desses fatores dentro da cadeia produtiva;
- ◇ *QFD - Quality Function Deployment* - ou Desdobramento da Função Qualidade - tem como principal objetivo incorporar a participação do usuário desde a fase do projeto do produto;
- ◇ *APO - Avaliação Pós-Ocupação* - analisa o comportamento do usuário em ambientes em uso, utilizando as informações obtidas no processo de realimentação de dados projetuais.

3.1 GERÊNCIA DA QUALIDADE E A LÓGICA DOS CONJUNTOS *FUZZY*

Os engenheiros têm atualmente, algumas vezes, a incumbência de transformar informações subjetivas em dados numéricos, características do produto e/ou alterações na linha de produção. A interpretação de conceitos nebulosos tais como “morno”, ou “quase sujo”, tornou-se possível através da lógica dos conjuntos *fuzzy*⁵¹, que auxilia-os na produção de aparelhos de ar condicionado e máquinas de lavar roupa, entre outros, com dispositivos que decidem o quão rápido eles devem funcionar ou mudar de uma gradação para outra, mesmo quando os critérios que determinam essas mudanças são difíceis de determinar.

Os estudiosos da década de 20 foram os primeiros a compreender seu conceito-chave: tudo é uma questão de gradação. O cerne da diferença entre a lógica tradicional e a lógica *fuzzy*, está no que Aristóteles chamou de “a lei do meio excluído”. Na teoria tradicional, um objeto pertence ou não a um conjunto. não existe um meio termo. Esse princípio preserva a estrutura lógica, evitando a contradição que surgiria se um item pertencesse e ao mesmo tempo não pertencesse a um determinado conjunto.

Os conjuntos *fuzzy* acabam com a “lei do meio excluído” em algum nível. Os itens pertencem apenas “em parte” a um conjunto *fuzzy* podendo pertencer a mais de um conjunto ao mesmo tempo. Para citar um exemplo: a temperatura do ar pode parecer fresca para apenas um indivíduo e morna para vários outros. Os limites dos conjuntos tradicionais são rígidos enquanto para os conjuntos *fuzzy* são curvos e sua curvatura cria contradições parciais.

A lógica *fuzzy* baseia-se na condição “se então” condicionando os comandos de funcionamento entre si. O controle de temperatura do ar condicionado de um automóvel, por exemplo, pode funcionar com controles tais como: “se o ar está a uma temperatura fresca, então o compressor deve trabalhar mais lentamente”.

Um algoritmo *fuzzy* corresponde a um conjunto de comandos *fuzzy* que permitem a realização de diferentes abordagens até se chegar à solução de um determinado problema. As pessoas empregam os algoritmos *fuzzy* consciente e inconscientemente quando andam, dirigem automóveis, procuram um objeto. O conhecimento da lógica

fuzzy, especialmente as relações de condição definidas por ela, permite utilizá-la de forma sistemática, transformando a lógica *fuzzy* em uma poderosa ferramenta na análise de sistemas e nos processos decisórios onde a aplicação da lógica convencional demonstrou-se obsoleta.

Considerando o planejamento atual, onde os gerentes se vêem, muitas vezes, na contingência de organizar idéias, tornou-se fundamental desenvolver técnicas de gerenciamento que auxiliassem na transformação de informações subjetivas em dados numéricos. O desenvolvimento dessas técnicas deveu-se ao fato das mais antigas, tais como a análise de Pareto ou o diagrama de causa-efeito, fornecerem resultados sumários, que não poderiam ser usados indistintamente pela alta administração. Além disso, técnicas tais como os histogramas utilizam-se de uma linguagem que, algumas vezes, não permite a compreensão por todos os membros da empresa indistintamente.

MIZUNO⁵² considera vantajosa a opção preferencialmente da linguagem gráfica à utilização somente de textos e relatórios explicativos, conforme indica a comparação apresentada na tabela 5:

Tabela 5: **Diferenças entre a linguagem gráfica e os textos**

linguagem ⇒ aspectos↓	GRÁFICOS	TEXTOS
MODOS DE RECONHECER	Primeiro é captado o <u>todo</u> depois, analisam-se os elementos.	Primeiro reconhecem-se <u>os elementos</u> e, depois, constrói-se o todo.
FACILIDADE DE ENTENDIMENTO	Entendidos por quase todas as pessoas imediatamente.	Se as regras não forem conhecidas, torna-se incompreensível (idiomas estrangeiros).

Fonte: MIZUNO, Shigeru. *op. cit.*.

Entre as vantagens oferecidas pelas técnicas que utilizam a linguagem gráfica, citam-se:

- o fato de fornecerem resultados que podem ser utilizados indistintamente pela alta administração;

⁵¹KOSKO Bart e ISAKA, Satoru. *Fuzzy logic. The binary logic of modern computers often falls short when describing the vagueness of the real world. Fuzzy logic offers more graceful alternatives.* In: Scientific American.

⁵²MIZUNO, Shigeru. *Gerência para a melhoria da qualidade: as Sete Novas Ferramentas de Controle da Qualidade.*

- a facilidade de interpretação dos resultados, possibilitando a utilização de todos os membros da empresa, em qualquer circunstância.

3.1.1 Diagrama de Afinidades

Essa técnica reúne uma grande quantidade de informações que, posteriormente, são organizadas em grupos, de acordo com a relação que guardam entre si, definindo, dessa forma, diferentes grupos de dados. É um processo mais relacionado à criatividade que à lógica. Foi desenvolvida na década de 60 por Jiro Kawakita, um antropólogo japonês. A idéia surgiu a partir das dificuldades inerentes ao seu trabalho de análise das sociedades, que exigia um método capaz de:

- destacar as informações realmente importantes;
- permitir que as informações que de fato refletissem as características do grupo que está sendo analisado se destacassem daquelas referentes a apenas alguns indivíduos.

De acordo com MIZUNO⁵³, o Diagrama de Afinidades do método KJ se destina a reunir fatos, opiniões e idéias acerca de áreas desconhecidas e inexploradas que estão em completo estado de desorganização. Os dados se organizam naturalmente, de acordo com a afinidade mútua. Vale lembrar ainda que, de acordo com BRASSAND⁵⁴, o Diagrama de Afinidades não deve ser utilizado quando o problema a ser solucionado for relativamente simples, ou quando houver necessidade de rapidez na solução.

A construção do diagrama de afinidades passa pelas seguintes etapas⁵⁵

1. Reunião do grupo que vai participar da dinâmica.

As pessoas que vão participar da elaboração do Diagrama de Afinidades, devem ter o conhecimento necessário para identificar as várias dimensões do problema a ser analisado. Sugere-se reunir o número máximo de seis pessoas.

2. Formulação do problema a ser discutido.

A maneira de expressar o problema deve ser “neutra”, ou seja, deve permitir o surgimento de idéias qualitativas e quantitativas, subjetivas ou objetivas,

⁵³MIZUNO, Shigeru. *op. cit.*

⁵⁴BRASSAND, Michael. *The memory jogger plus - featuring the seven management and planning tools.* GOAL/QPC, 1989

⁵⁵Conferir in: BRASSAND, Michael, *op. cit.*

possibilitando que todas as idéias sejam válidas e aceitas. Após o consenso do grupo, a questão formulada deve ficar à vista de todos.

3. Geração de idéias.

Para essa etapa, pode-se adotar as diretrizes do *brainstorming*:

- não criticar nenhuma idéia;
- gerar o maior número de idéias em pouco tempo;
- encorajar a participação de todos;
- registrar as idéias da maneira como foram concebidas, sem interpretar ou corrigir o locutor.

Observações:

- os registros devem ser feitos à vista dos participantes;
- as propostas deve ser objetivas (máximo de sete palavras);
- deve-se evitar proposições ambíguas;
- deve-se escrever cada idéia em um cartão separado.

4. Exposição de todas as idéias geradas.

Os cartões com as idéias devem ser embaralhados e espalhados ao acaso sobre a superfície de trabalho, de forma a ficarem à vista de todos.

5. Organização das idéias em grupos, de acordo com a afinidade que exista entre elas.

Essa etapa deve ser feita por todos do grupo, ao mesmo tempo, e em silêncio para evitar o desgaste com discussões. Se algum membro do grupo discorda da posição de algum cartão, basta mudá-lo de lugar. Vale ressaltar que alguns cartões podem ficar sem grupo.

6. Determinação da “idéia-chave” para cada grupo de cartões.

Deve-se escolher um cartão de cada grupo para caracterizar a idéia geral de todos. Quando não existir, o “cartão-chave” deve ser criado.

Observações:

- deve-se analisar o cartão “idéia-chave” isoladamente verificando, por exemplo, se uma pessoa estranha ao processo conseguiria imaginar o teor

das idéias que compõem cada grupo, lendo apenas a informação dos “cartões-chave”;

- o cartão “idéia-chave” deve identificar claramente o fator que une as idéias do seu grupo de informações, refletindo a identidade existente entre as idéias, sem distorções.

7. Construção do diagrama.

Faz-se a disposição dos cartões sobre a superfície de trabalho, organizando-os por grupos de afinidade intitulados pelos cartões “idéias-chave”. Algumas vezes, dois grupos podem estar relacionados de alguma forma. Nessa situação, deve-se criar outro “cartão-chave” que expresse a idéia que identifica os dois grupos. (Figura 1).

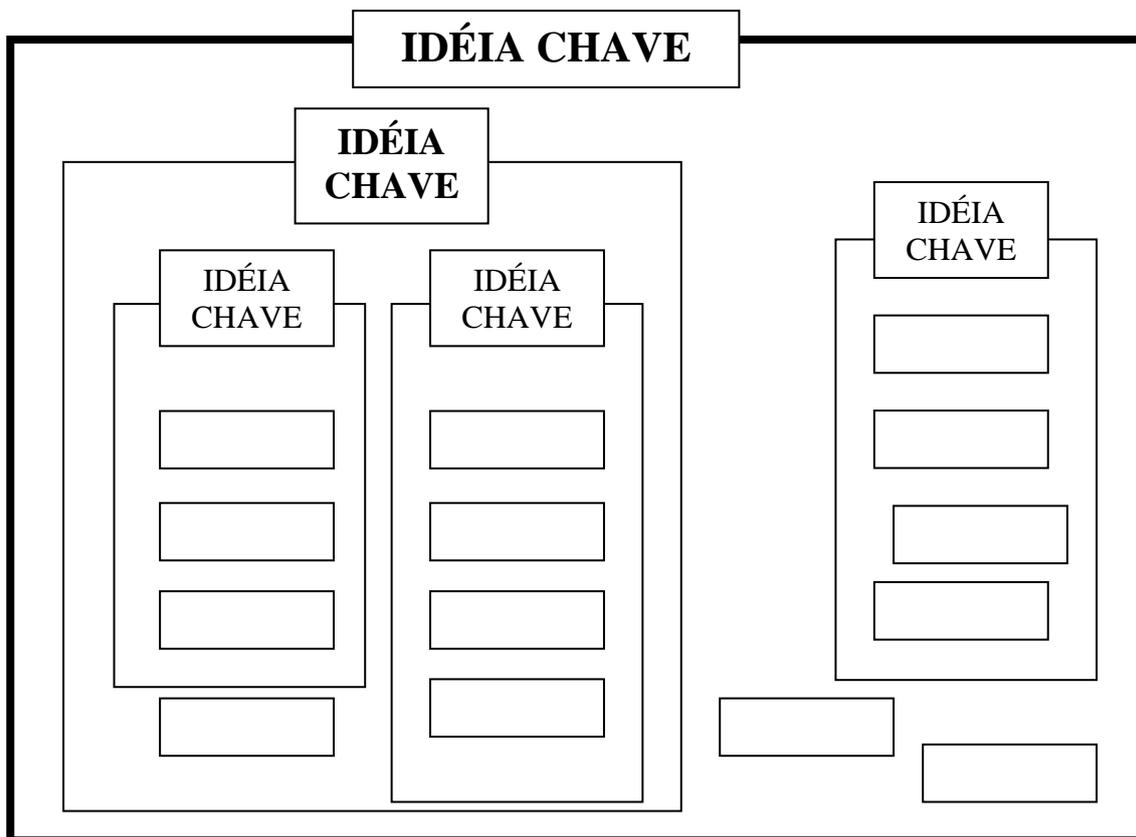


Figura 1 - Aspecto final do Diagrama de Afinidades

O Diagrama de Afinidades pode ser utilizado individualmente ou junto com outras ferramentas da qualidade, podendo ser o primeiro passo em direção à solução dos problemas em uma empresa.

3.1.2 Diagrama de Interrelações

Essa técnica indica as relações lógicas que existem entre os fatores causais (causa-efeito). É basicamente um processo criativo que considera as oscilações do problema em um certo espaço de tempo - as circunstâncias determinam a maior ou menor importância das situações (idéias). O Diagrama de Interrelações emprega setas para mostrar as relações de causa-efeito entre um número de problemas e os fatores que os influenciam.

BRASSAND⁵⁶ define as seguintes etapas de construção para o Diagrama de Interrelações

1. Reunião da equipe (máximo de 6 pessoas).

Esse grupo deve reunir aqueles que estejam próximos do problema em questão.

2. Acordo consensual sobre o problema a ser debatido e definição dos fatores que, segundo o grupo, interferem de alguma forma na solução da situação em questão.

Todos os fatores levantados pelo grupo devem ser registrados em cartões (um em cada cartão) para serem depois analisados. Tanto o problema a ser analisado quanto seus fatores podem originar de quatro fontes:

2.1 - Diagrama de Afinidades - o grupo pode escolher um dos cartões “idéias-chave” (ou reuni-los em um único grupo, definindo outro cartão “idéia-chave” que expresse a idéia dos demais) ou basear-se no mesmo problema analisado anteriormente.

2.2 - *Brainstorming* - onde o grupo levanta todos os problemas existentes e define o assunto a ser analisado.

2.3 - Diagrama de causa-efeito - que pode fornecer a questão a ser analisada.

2.4 - Diagrama da Árvore ou Sistemático⁵⁷ - técnica que permite subdividir um determinado assunto nas suas diferentes partes ou componentes, detalhando cada uma dessas partes. Os itens que compõem o nível máximo de detalhamento podem ser utilizados no Diagrama de Interrelações.

⁵⁶BRASSAND, Michael, *op. cit.*

⁵⁷Essa técnica será discutida na seção 3.1.3 deste capítulo.

3. Exposição de todas as idéias.

Nessa etapa, todos os cartões devem ser espalhados na superfície de trabalho de forma que as idéias fiquem visíveis para todos os participantes do grupo. É importante que cada idéia seja registrada em um cartão individual para que o grupo possa associá-las de várias maneiras. Pode-se adotar três procedimentos distintos:

3.1 - Expor os cartões agrupando-os por afinidade.

Essa hipótese divide-se nas seguintes etapas:

- dispor os cartões obedecendo à relação causa-efeito que eles guardem entre si;
- colocar os grupos que estejam de alguma forma relacionados lado a lado;
- reservar um espaço entre os cartões para permitir o traçado das setas de relação.

3.2 - Distribuição ao acaso.

Apesar da exposição dos cartões se dar de maneira desorganizada, deve-se tomar as seguintes precauções:

- retirar do conjunto dos cartões todas as “idéias-chave” definidas no Diagrama de Afinidades;
- embaralhar os cartões remanescentes e espalhar na superfície de trabalho desorganizadamente.

3.3 - Uma a uma

Esse procedimento consiste em espalhar os cartões e escolher um deles ao acaso, colocando-o no centro da superfície de trabalho. Um mediador deve, então, fazer a seguinte pergunta: “*Algum dos demais cartões é causa ou efeito da questão expressa neste cartão?*” Se a resposta for afirmativa, pega-se um a um os cartões que são causa ou efeito do primeiro, posicionando-os próximos à ele. Depois, traça-se a seta correspondente, sempre no sentido causa-efeito. A mesma pergunta deverá ser feita em número de vezes igual ao número de cartões existentes, desenhando-se as setas correspondentes a cada resposta.

4. Traçar as setas de relação.

Nesse momento, para cada idéia gerada no *brainstorming*, faz-se a pergunta: “Qual informação é causada/influenciada por essa?” Deve-se evitar setas com dois sentidos, optando pelo mais forte.

5. Revisão.

O Diagrama de Interrelações deve ser copiado em uma folha de papel e distribuído a todos os participantes.

6. Seleção das principais idéias.

Deve-se analisar quais cartões têm o maior número de setas saindo ou chegando:

- se a maioria das setas sae, indica uma causa básica que, se resolvida, terá um efeito positivo sobre os outros fatores;
- se a maioria das setas chega, indica um problema secundário. Sua importância reside na identificação de uma das conseqüências mais comuns do problema em discussão.

7. Desenhar o diagrama-final, grifando as idéias-chave.(Figura 2)

Para citar um exemplo de utilização do Diagrama de Interrelações na construção civil, pode-se enumerar as seguintes etapas:

- 1º. Reunião do grupo de profissionais que vai discutir o problema.
- 2º. Definição do problema: ritmo lento de produção no canteiro de obras.
- 3º. Aspectos relacionados a este problema (listados em uma sessão de *brainstorming*):
 - 1- falta de treinamento da mão-de-obra;
 - 2- grande período de chuvas;
 - 3- atraso dos fornecedores;
 - 4- número de equipamentos inferior ao necessário;
 - 5- mudanças no projeto original;
 - 6- mudanças na especificação;
 - 7- falta de entrosamento entre as equipes;
 - 8- falta de ânimo/interesse dos operários;

9- baixos salários;

10- temperatura elevada (verão);

11- falha na comunicação entre o cliente e o engenheiro da obra;

4°. Traçar as setas de relação. Neste exemplo, utilizaremos uma matriz para melhor visualizar a relação existente entre os aspectos citados (figura 2).

5°. Revisão: a matriz deve ser analisada por todos os participantes da reunião.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	IN	OUT
1	-							↑				-	1
2		-										-	-
3			-			←						1	-
4				-								-	-
5					-	↑					←	1	1
6			↑			-					←	1	1
7							-	↑				-	1
8	←						←	-	←	←		4	-
9								↑	-			-	1
10								↑		-		-	1
11					↑	↑					-	-	2

Figura 2 - Aspecto final do Diagrama de Interrelações ordenado numa matriz

6°. Identificação da causa básica. Neste exemplo, a “falta de ânimo/interesse” dos operários foi o problema secundário originado por grande parte dos demais aspectos listados. Na leitura da matriz, verifica-se que 4 (quatro) outros fatores causam este problema:

1- falta de treinamento da mão-de-obra;

7- falta de entrosamento entre as equipes;

9- baixos salários;

10- temperatura elevada (verão).

A questão “falha na comunicação entre o cliente e o engenheiro da obra” foi identificada como uma causa básica para o problema que se está discutindo: o ritmo

lento de produção no canteiro de obras. Deste fator saem duas setas, respectivamente para os fatores 5 e 6, quais sejam:

5- mudanças no projeto original;

6- mudanças na especificação.

7°.Elaboração do diagrama final, grifando as idéias-chave.

Vale acrescentar, ainda, que o Diagrama de Interrelações é uma técnica que objetiva promover o raciocínio multidirecional evitando a linearização do trabalho. Por esta razão, deve-se optar pela disposição desorganizada das idéias, permitindo o aparecimento de associações inusitadas, inovadoras e até revolucionárias.

3.1.3 Diagrama da Árvore (ou Sistemático)

Enquanto no Diagrama de Afinidades e no Diagrama de Interrelações os problemas-chave emergem, no Diagrama da Árvore, ou “Sistemático” eles são detalhados ao máximo. Essa ferramenta busca os meios mais apropriados e eficazes para se atingir determinados objetivos.

Como um exemplo de utilização dessa ferramenta, BRASSAND⁵⁸ cita a realização do QFD⁵⁹ em uma firma, para identificar os fatores responsáveis pela satisfação do usuário. Nessa situação, esse diagrama permitiu ao fabricante traduzir os desejos do usuário em características reais do produto, relacionado com o processo de produção. As exigências similares foram identificadas e priorizadas. O diagrama permitiu à firma, ainda, a definição das responsabilidades de cada setor na garantia da qualidade do produto final. O Diagrama da Árvore pode, ainda, ser usado como uma ferramenta para reorganizar o gerenciamento visando a um contínuo aperfeiçoamento.

A construção do diagrama da árvore obedece às seguintes etapas:

1. Definição da meta a ser alcançada.

Essa meta pode ter diferentes origens, quais sejam:

- 1.1 - Diagrama de Afinidades - neste caso, escolhe-se a “idéia-chave” definida.
 - 1.2 - Diagrama de Interrelações - a meta pode ser uma causa básica, ou seja, um dos cartões de onde sae um grande número de setas.
 - 1.3 - Problemas originais - pois essa ferramenta também pode ser a primeira etapa de um processo.
2. Reunião do grupo que vai discutir o assunto.
 3. Início da árvore: geração do primeiro estágio do detalhamento.

⁵⁸BRASSAND, Michael. *op. cit.*

⁵⁹QFD - *Quality Function Deployment* - ou Desdobramento da Função Qualidade é uma ferramenta de planejamento que busca traduzir as necessidades dos clientes em requisitos do produto. Na seção 3.2 deste capítulo ela será abalisada à luz das questões que envolvem a produção do ambiente construído.

Deve-se formular repetidas vezes a seguinte pergunta: “O quê precisa *acontecer/ser modificado* para se *resolver/alcançar* o *problema/objetivo/meta* definido?”

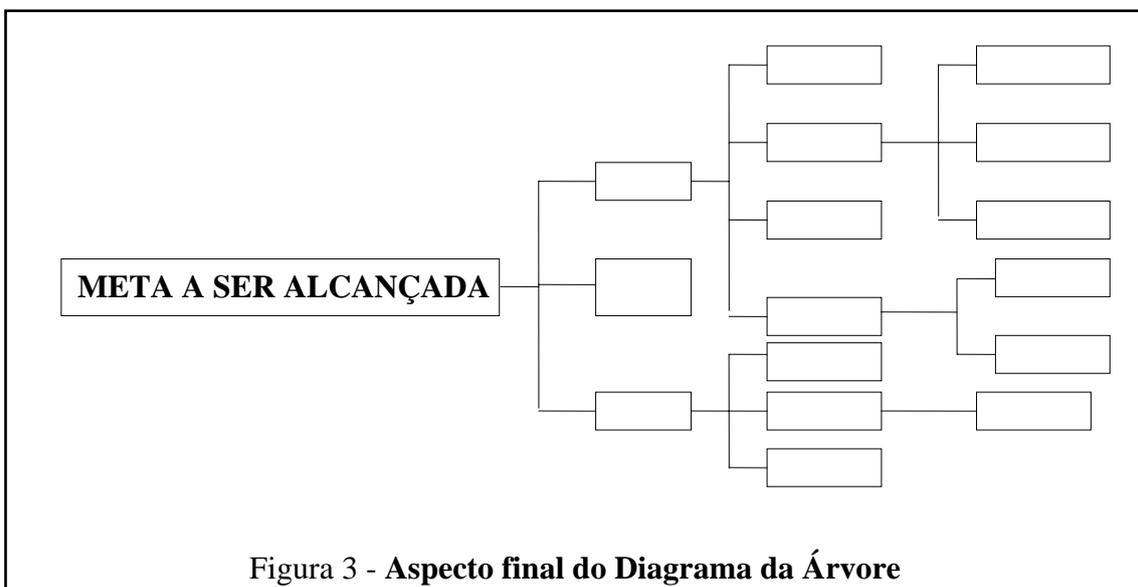
4. Completar a árvore passando aos estágios de maior detalhamento.

Para ordenar as idéias, deve-se adotar as seguintes regras básicas:

- o *problema/meta* deve ser registrado no topo da superfície de trabalho, ou próximo à margem esquerda dessa;
- o segundo nível de detalhamento deve guardar uma relação de causa-efeito com o primeiro, e assim sucessivamente. Ao final, a árvore deverá identificar quais tarefas deverão ser realizadas para que o *objetivo/meta* seja alcançado;
- repetir a pergunta inicial até esgotar as hipóteses.

5. Revisão final do diagrama, verificando se a seqüência lógica está completa.
(Figura 3)

Para isso, deve-se repetir a seguinte pergunta, dessa vez iniciando com os fatores que compõem o patamar de maior detalhamento da árvore: “*Será que essas ações vão realmente resultar nesse objetivo?*” ou ainda “*Se eu desejo realmente alcançar esses resultados, será que eu preciso realmente cumprir essas tarefas?*”



3.1.4 Diagrama da Matriz

O Diagrama da Matriz organiza um grande número de informações, como características, funções e tarefas, em itens a serem comparados mostrando graficamente a conexão lógica entre eles. Ao determinar a relação, ele permite, ainda, que seja feita uma análise sobre o poder (impacto) e o sentido da influência da relação.

Em resumo, o Diagrama da Matriz ajuda a acelerar o processo de solução de problemas através da presença e o grau de relacionamento entre dois conjuntos de fatores.

BRASSAND⁶⁰ destaca algumas aplicações desta ferramenta:

- na determinação das responsabilidades em uma empresa - tarefa realizada pela alta administração. A lista das tarefas é analisada juntamente com a lista dos trabalhadores. Essa análise permite identificar com clareza qual(is) indivíduo(s) está(ão) relacionado(s) com qual(is) tarefa(s) e o seu nível de envolvimento com a(s) mesma(s);
- na definição da força da demanda por um item/função, pode ser registrada em uma matriz, que indicará quais são os aspectos de uma empresa que precisam ser monitorados a fim de atender às expectativas do usuário;
- na determinação das características de um produto. Neste caso, faz-se o Diagrama da Árvore para identificar as necessidades do usuário. Depois, realiza-se o *brainstorming* das opções capazes de atender aos requisitos expressos na árvore. A matriz é usada para comparar cada opção com cada requisito apresentando, ao final, as opções mais adequadas.

A construção do Diagrama da Matriz, implica as seguintes etapas:

1. Gerar as listas de opções a serem comparadas.

Para isso, pode-se usar o último patamar de detalhamento de dois Diagramas da Árvore relacionados (características do produto x características da produção, por exemplo).

2. Reunião do grupo de trabalho.
3. Seleção do formato mais apropriado para a matriz.

⁶⁰BRASSAND, Michael, *op. cit.*

O mais importante não é a escolha da estrutura da matriz, mas identificar quantas comparações são necessárias a partir do número de hipóteses determinado.

4. Decidir a simbologia a ser utilizada na comparação para definir o tipo de relação que existe entre os fatores comparados

A simbologia deve ser clara, por exemplo:

- ◆ fraca ;
- ❖- alguma
- ◆- forte

5. A direção da relação deve ser indicada por setas.

Vale lembrar que, no caso de uma relação de dois sentidos, deve-se optar pelo mais forte.

6. Executar a matriz.

Esse diagrama é bastante flexível, permitindo a comparação de duas, três ou quatro variáveis ao mesmo tempo, em duas ou três dimensões. As formas possíveis são:

- **Matriz “L”** para a comparação de dois grupos de itens, por exemplo, características do produto (A,B,C,D) *versus* métodos de produção (E,F,G,H):

	A	B	C	D
E				
F				
G				
H				

Figura 4 - Aspecto final da matriz “L”

⇒ **Matriz “T”**, quando o usuário da matriz possui três grupos de itens mas a comparação só é necessária entre um dos grupos com os outros dois, como exemplo de utilização dessa matriz, pode-se citar o cruzamento entre as métodos de produção (E,F,G,H) *versus* características do produto (A,B,C,D) *versus* expectativas do usuário (I,J,K,L):

E	F	G	H		I	J	K	L
				A				
				B				
				C				
				D				

Figura 5 - Aspecto final da matriz “T”

⇒ **Matriz “Y”**, quando o usuário possui três grupos de itens e pretende compará-los dois a dois. Um exemplo de utilização seria a comparação de informações tais como: características do produto *versus* características do produto da concorrência *versus* expectativa dos usuários;

⇒ **Matriz “C”**, quando o usuário possui três grupos de itens e deseja comparar os três ao mesmo tempo (trabalha com três dimensões, apresentando-se como um cubo). Segundo MIZUNO⁶¹ a principal característica deste tipo cúbico de matriz é o “ponto de concepção da idéia”, que é determinado por três elementos de x , y e z em espaço tridimensional. O exemplo citado de utilização da matriz “Y” poderia ser aplicado também à matriz “C”;

⇒ **Matriz “X”**, para a comparação até quatro grupos de itens, dois a dois.

				A				
				B				
				C				
				D				
E	F	G	H		I	J	K	L
				M				
				N				
				O				
				P				

Figura 6 - Aspecto final da matriz “X”

As vantagens oferecidas pelo Diagrama da Matriz, possibilitam sua integração com outras técnicas, entre elas a Análise Morfológica. Segundo MAKRIDAKIS⁶², (1978) a metodologia conhecida como “*Morphological Research*”, foi desenvolvida pelo conhecido astrônomo suíço Zwicky, no seu esforço de descobrir novas invenções no campo de motores a jato. Citando Zwicky, o autor define “*Morphological Research*”

⁶¹MIZUNO, Shigeru, *op. cit*

como o desenvolvimento e aplicação prática de um método que permite descobrir e analisar a estrutura das interrelações morfológicas entre objetos, fenômenos e conceitos, utilizando-se os resultados obtidos na formulação de hipóteses para o desenvolvimento tecnológico.

De acordo com MIZUNO, (1983) a Análise Morfológica é uma técnica para formar idéias. Primeiramente é estabelecida a existência de um problema e, então, são listadas as variáveis desse problema que são analisadas em todos os níveis possíveis, e se combinam para formar uma idéia. Em outras palavras uma matriz do tipo “L” é projetada com duas variáveis e uma matriz do tipo “C”, com três variáveis; o ponto em que todas essas variáveis se cruzam é um ponto focal para formação de idéia.

A metodologia formulada por Zwicky apresenta cinco etapas de desenvolvimento, quais sejam:

1. Explicitação do problema.
2. Identificação dos parâmetros envolvidos na solução
3. Construção de uma matriz multidimensional contendo todos os parâmetros identificados na segunda etapa e apresentando todas as combinações possíveis.
4. Análise da viabilidade de todas as soluções encontradas na matriz.
5. Análise das melhores soluções encontradas na etapa anterior à luz dos recursos disponíveis (provavelmente através de uma nova Análise Morfológica).

A Análise Morfológica pode ser interpretada como um tipo particular de “*check list*” que enumera, de maneira sistemática, todas as possíveis combinações entre as condições envolvidas na solução de um determinado problema. A vantagem do emprego dessa metodologia é permitir ao usuário identificar raras oportunidades, entre possibilidades tecnológicas que possam ser perfeitamente desenvolvidas. Vale acrescentar que essa técnica permite, não apenas a descoberta de novas tecnologias, como também, a análise das suas chances de sucesso.

⁶²MAKRIDAKIS, S. & WEELWRIGHT, S C. *Forecasting: methods and applications*.

3.1.5 Matriz de prioridades

Essa ferramenta objetiva determinar as características/produtos/serviços prioritários, sendo, acima de tudo, uma técnica de decisão que toma por base critérios com pesos pré-definidos, operacionalizando a combinação de outras duas técnicas: o Diagrama da Árvore com o Diagrama da Matriz.

As etapas de construção da Matriz de prioridades⁶³ variam fortemente em função do grau de complexidade do problema, e do tempo disponível. O Método Analítico é o mais complexo e rigoroso, mas deve ser adotado quando as decisões a serem tomadas forem críticas, ou quando todos os critérios forem igualmente importantes. Esta técnica foi utilizada na elaboração da metodologia de seleção de sistemas construtivos proposta nesta tese.

3.1.5.1 Matriz de prioridades: Método Analítico

Para o Método Analítico, a Matriz de Prioridades tem as seguintes etapas de construção:

1. Determinação do objetivo a ser perseguido.
2. Elaboração da lista dos critérios a serem aplicados às opções definidas. Esses critérios podem ser definidos através do *brainstorming* entre os participantes.
3. Definição da importância relativa de cada critério em relação a outro - elaboração da matriz **critério versus critério**.

Uma vez desenvolvida a lista dos critérios, cada um deles deverá ser avaliado numericamente (atribuição de pesos) em relação aos outros. Para essa análise, deve-se:

- registrar a lista de critérios nos sentidos vertical e horizontal da matriz;
- comparar o grau de importância dos critérios entre si, usando a seguinte escala:

1 - igualmente importante

5 - mais importante

10 - muito mais importante

0,2 - menos importante

0,1 - muito menos importante

⁶³MIZUNO, Shigeru, *op. cit.* e BRASSAND, Michael, *op. cit.*

Os julgamentos “mais” e “muito mais” são opostos aos “menos” e “muito menos” respectivamente. Dessa forma, no preenchimento da matriz, quando um desses julgamentos aparece, o outro deve ser plotado imediatamente no campo correspondente.

Ao final deve-se:

- somar os escores de cada coluna e registrar o total;
- somar os totais de cada coluna e obter o total final;
- somar cada linha através da matriz;
- dividir o total de cada linha pelo total final para obter a porcentagem

correspondente a cada critério. Esse valor corresponde ao índice que será na montagem da matriz final, quando todas as opções são analisadas sob a ótica de todos os critérios.

Exemplo: Sejam os critérios **A**, **B** e **C**

MATRIZ CRITÉRIOS x CRITÉRIOS

	A	B	C		%
A	-	0,2	1	1,2	7
B	5	-	10	15	87
C	1	0,1	-	1,1	6
TOTAL	6	0,3	11	17,3	100

No exemplo apresentado acima, o critério “A” é menos importante que o critério B que, por sua vez, é muito mais importante que o critério “C”. Os critérios “A” e “C” são igualmente importantes.

4. Comparar as opções relacionadas ao objetivo perseguido, sob o ponto de vista determinado pelos critérios.

Para cada critério determinado deve ser executada uma matriz **alternativas x alternativas** correspondente. As “alternativas” a que se refere essa etapa são aquelas que compunham o último patamar de detalhamento do Diagrama da Árvore. Após feita a comparação, devem ser realizadas as mesmas totalizações da etapa anterior.

Exemplo: Sejam as opções 1,2,3 e 4:

CRITÉRIO “A”

	1	2	3	4	TOTAL	%
1	-	5	1	0,2	6,2	20,9
2	0,2	-	0,2	1	1,4	4,7
3	1	5	-	10	16	53,9
4	5	1	0,1	-	6,1	20,5
TOTAL	6,2	11	1,3	11,2	29,7	100,0

CRITÉRIO “B”

	1	2	3	4	TOTAL	%
1	-	0,2	1	10	11,2	37,7
2	5	-	1	0,2	6,2	20,9
3	1	1	-	5	7	23,6
4	0,1	5	0,2	-	5,3	17,8
TOTAL	6,1	11	2,2	5,2	29,7	100,0

CRITÉRIO “C”

	1	2	3	4	TOTAL	%
1	-	5	1	0,2	6,2	20,9
2	0,2	-	5	0,1	5,3	17,8
3	1	0,2	-	1	2,2	7,4
4	5	10	1	-	16	53,9
TOTAL	6,1	11	2,2	5,2	29,7	100,0

5. Avaliação de todas as opções - execução da **matriz final: alternativas versus critérios**:

- registrar as opções no lado vertical da matriz;
- registrar os critérios na horizontal;
- transferir os resultados (percentuais) obtidos para cada opção nas matrizes de análise (alternativa x alternativa) para seu lugar correspondente na matriz, na coluna relativa ao critério definido naquela análise;
- multiplicar as percentagens pelo índice obtido pelo critério na matriz critério x critério;
- somar os escores finais de cada opção;
- achar o total final;
- dividir os resultados pelo total final para obter percentagens (índices) para cada opção.

As maiores percentagens indicarão as principais providências a serem tomadas para se alcançar o resultado desejado. Considerando o exemplo apresentado, tem-se:

MATRIZ FINAL: ALTERNATIVAS x CRITÉRIOS

critério ⇒ alternativa↓	A	B	C	TOTAL
1	0,2 x 0,07	0,38 x 0,87	0,21 x 0,06	0,3572
2	0,05 x 0,07	0,21 x 0,87	0,18 x 0,06	0,197
3	0,54 x 0,07	0,23 x 0,87	0,07 x 0,06	0,2421
4	0,21 x 0,07	0,18 x 0,87	0,54 x 0,06	0,2037
TOTAL	0,07	0,3	0,63	1

As maiores percentagens indicam as principais providências a serem tomadas para se alcançar o resultado desejado (neste exemplo, corresponde à opção 4).

3.1.5.2 Matriz de prioridades: Método Consensual

Situações simples também podem exigir a utilização dessa técnica, podendo, ainda, optar-se pela Matriz de Prioridades utilizando o Método do Critério Consensual, mais rápido e simples que o analítico. Nesta hipótese, as etapas de construção são:

1. Montagem da matriz

Tomando por base os itens que compõem o último patamar de detalhamento do Diagrama da Árvore. As opções devem ser dispostas no lado vertical da matriz.

2. Priorização dos critérios.

Para facilitar esta etapa, pode-se adotar o seguinte procedimento:

- cada participante lista os critérios (pré-definidos por uma sessão de *brainstorming*);
- cada participante atribui valores aos critérios. A soma dos valores atribuídos deve ser igual à unidade (1);
- os valores atribuídos por cada participante são somados e a média define o peso final para cada critério.

Nota: Deve-se rever os itens cujos pesos atribuídos tiveram valores muito próximos, evitando futuras discussões desnecessárias.

3. Analisar as opções à luz de cada critério, ordenando-os.

Por exemplo, para o critério “rapidez na montagem”, deve-se verificar qual opção corresponde a essa exigência. A esta opção, atribuir-se-á o valor 1. O valor “n” será atribuído à opção que não atenda a esse critério (montagem lenta). Ao final da análise, deve-se calcular o valor final que corresponderá ao índice da opção.

4. Multiplicar o índice da opção pelo peso do critério.

Cada critério tem um peso diferente e cada opção terá um valor correspondente à posição que ocupa dentro do conjunto de opções, e que se modifica de acordo com o critério.

5. Somar os produtos da multiplicação do índice da opção pelo peso do critério, achando os totais de cada opção.

A opção com maior valor, nessa técnica, é a mais crítica.

Esse método difere do analítico nos seguintes aspectos:

- o grupo deve chegar a um consenso sobre o peso de cada critério. O critério menos importante, por exemplo, vale 0,1 enquanto o mais importante vale 0,4, expressando que o grupo considera certo critério quatro vezes mais importante que o outro;
- as opções são ordenadas através:
 - do consenso aberto;
 - de qualquer sistema de avaliação.

3.1.5.3 Matriz de prioridades: combinação do Diagrama de Interrelações com a Matriz de Prioridades

O Diagrama de Interrelações é uma poderosa ferramenta na descoberta de novas relações de causa-efeito. No entanto, ela não determina a força dessas relações. Uma mesma seta pode indicar uma “possível conexão” tanto quanto uma “conexão explícita”. A combinação com o método da matriz, objetiva corrigir essa distorção, mostrando o duplo efeito dessa relação e o seu peso no conjunto de relações. As etapas para utilização dessa técnica segundo BRASSAND⁶⁴, são:

1. Construir uma matriz de comparação com todos os fatores dispostos nos dois sentidos (horizontal e vertical).

⁶⁴BRASSAND, Michael. *op. cit.*

Tomando por base os itens que compõem o último patamar do Diagrama da Árvore (maior detalhamento), todas as opções deve ser listadas nos dois sentidos.

2. Comparar as opções (fatores) entre si, determinando o sentido e a força dessa relação (quando houver).

Para cada opção, deverão ser feitas as perguntas: “*Essa opção contribui para a ocorrência de alguma outra?*” e também “*Se contribui, qual a força (influência) dessa relação para o problema que se está analisando?*”

Observações:

- ao analisar se determinada opção resulta em alguma das outras, deve-se evitar pensar na causa da questão para não gerar confusão;
- assim como no Diagrama de Interrelações, deve-se, ao final, calcular o número de setas que chegam e saem da cada opção. Não se pode esquecer que para cada seta deve aparecer outra com o sentido oposto, no campo correspondente (espelho da matriz);
- deve-se acrescentar às setas os símbolos:
 - ◆ - relação potencial (possível)(1);
 - ❖ - média relação (3)
 - ◆ - relação forte (9)
- diferente do sentido das setas, o símbolo deve ser o mesmo nos campos correspondentes.

3. Tabulação dos dados:

Nesta etapa deve-se somar o número de setas que chega à opção

4. Interpretação da matriz.

Ao invés de olhar apenas para o número final, deve-se verificar o sentido e a força da relação, obedecendo a seqüência:

- o primeiro indicador é o valor da coluna “força”;
- verificar as opções com maior número de setas;
- verificar o sentido dominante das setas.

Vale lembrar que qualquer que seja o método escolhido, o cerne da questão é não arbitrar prioridades, o que, muitas vezes, tem pouco ou nada a ver com o objetivo proposto. Deve-se manter a mente aberta a novas formas de raciocinar, de repensar os problemas.

3.2 O DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO DA QUALIDADE - *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* QFD

O QFD - *Quality Function Deployment* - ou Desdobramento da Função da Qualidade, é definido por GUINTA⁶⁵ como um método específico de ouvir o que dizem os clientes, descobrir o que eles querem e, em seguida, utilizar um sistema lógico para determinar a melhor forma de satisfazer essas necessidades com os recursos existentes. É um sistema que coloca os esforços no início do programa e não no fim. Divide-se em quatro fases distintas: (figura 7)

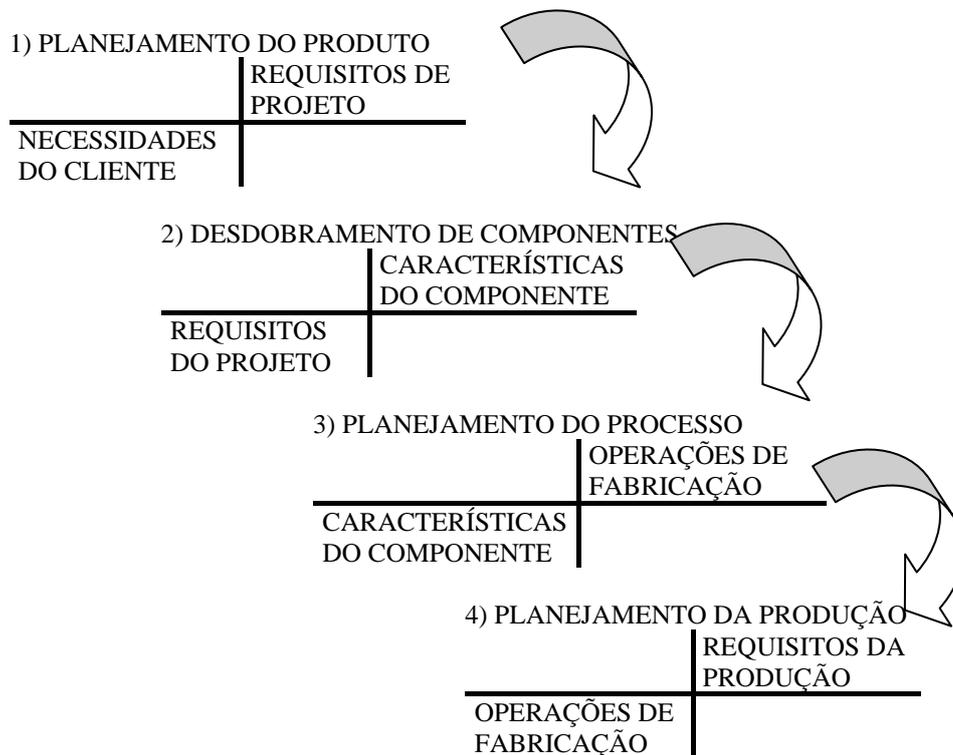


Figura 7 - **Etapas do QFD - *Quality Function Deployment***⁶⁶

Em resumo, as exigências do cliente em relação ao produto ou serviço tornam-se as especificações para dar ao cliente o que ele deseja, Considerando que até 80%⁶⁷ do custo de um projeto é comprometido na fase inicial, uma avaliação prévia de tal natureza pode reduzir em muito os custos do programa e o prazo de desenvolvimento.

⁶⁵GUINTA, Lawrence e PRAIZLER, Nancy. *Manual de QFD: o uso de equipes para solucionar problemas e satisfazer clientes pelo Desdobramento da Função Qualidade*.

⁶⁶Fonte: EUREKA, William E. e RYAN, Nancy, *QFD: perspectivas gerenciais do Desdobramento da Função Qualidade*

⁶⁷ Conferir in: CAMPOS, Vicente Falconi, *op. cit.*

Vale ressaltar que, segundo EUREKA⁶⁸, o QFD não é uma ferramenta da qualidade, embora possa, certamente, trazer a melhoria da qualidade no sentido mais amplo da palavra, mas consiste em uma ferramenta de planejamento.

O processo tem início com a definição dos requisitos do cliente que, em geral, são características qualitativas definidas sem muita rigidez tais como “parece bom”, “fácil de usar”, “funciona bem”, “é confortável”, etc.. O objetivo é, tomando por base estes requisitos, definir as características do produto e do processo de produção a ser adotado pela empresa.

Na primeira fase do QFD (planejamento do produto) está a matriz “T”, que permite o cruzamento de informações tais como as necessidades do cliente (opiniões sobre suas preferências em relação ao produto em questão), os requisitos de projeto (tradução das preferências em características do produto) e a definição de parâmetros quantificando as características definidas. Essa matriz permite visualizar e definir até que ponto as características listadas exercem impacto entre si e sobre as possibilidades de produção da empresa.

Além de analisar cada necessidade (preferência) definida, em relação ao requisito (característica do produto) proposto, é necessário verificar se estes requisitos são coerentes entre si, ou seja, se para atender ao cliente, o prestador de serviços ou fornecedor de produtos terá que optar por alguma característica em detrimento de outra. Com este fim, no topo da matriz faz-se a correlação entre os requisitos de projeto.

Os parâmetros definidos para os requisitos são quantitativos e, portanto, passíveis de comparações com o mercado. Dessa forma, no cruzamento dos requisitos de projeto com os parâmetros de produção, registra-se a avaliação técnica do desempenho da concorrência, que permite verificar a posição que a empresa ocupa perante às outras do mesmo setor. Completando a comparação, indica-se a avaliação da concorrência segundo a opinião dos clientes, que será registrada ao lado da lista das preferências. Essa comparação permite verificar o grau de satisfação do cliente com o padrão de qualidade oferecido pela empresa em questão, comparando-a com as demais.

⁶⁸EUREKA, William E. e RYAN, Nancy. *op. cit.*

Para completar a metodologia, é necessário registrar na matriz o peso (importância) que o cliente atribui a cada uma das características previamente definidas. Estes valores são multiplicados por “1”, “3”, ou “9”- índices que indicam se a relação existente entre as preferências do cliente é fraca, média ou forte respectivamente. Este recurso permite a visualização sobre as características críticas do produto, auxiliando na tomada de decisões.

A primeira fase do QFD⁶⁹ - Planejamento do Produto - compõe-se, em resumo, das seguintes etapas:

1. A definição do objetivo, descrevendo a finalidade do trabalho.

Como exemplo, associado à proposta desta tese, pode-se citar a *produção de habitações populares de boa qualidade*.

2. Uma lista das características do produto, processo ou serviço, tal como definidas pelo cliente (correspondem aos itens “o que”).

Nesta etapa, faz-se a consulta aos moradores de conjuntos habitacionais. Para exemplificar a utilização dessa metodologia, considerar-se-ão os seguintes requisitos do usuário para suas casas:

- baixo custo;
- pouco calor;
- facilidade de limpeza;
- privacidade no interior;

3. Uma lista com os requisitos do produto que traduzem as características definidas pelas preferências dos clientes (tarefas incluídas no processo de produção - correspondem aos itens “como”).

Entre os fatores a serem relacionados nesta lista, traduzindo os desejos expressos na etapa anterior, tem-se:

- custo total reduzido;

⁶⁹ Para maiores detalhes ver PRAIZLER, Nancy. *QFD - Desdobramento da Função da Qualidade - o uso de equipes para o desenvolvimento de soluções*.

- conforto térmico
- ampla ventilação
- resistência dos materiais
- isolamento acústico

4. Uma Matriz de Interrelações⁷⁰, verificando a intensidade da relação existente entre cada requisito definido pelo cliente (“o que”) com as características determinadas para o produto (“como”).

Para identificar a força da relação existente, utilizar-se-á a seguinte simbologia (figura 8):

- ♦ - relação fraca
- ❖ - relação média
- ◆ - forte relação

	CUSTO TOTAL REDUZIDO	CONFORTO TÉRMICO	AMPLA VENTILAÇÃO	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	ISOLAMENTO ACÚSTICO
BAIXO CUSTO	◆				
POUCO CALOR		◆	❖		
FACILIDADE DE LIMPEZA				♦	
PRIVACIDADE DE NO INTERIOR					◆

Figura 8 - **Matriz de correlação entre requisitos do cliente e características do produto**

Conforme observa-se na matriz, as relações entre baixo custo e custo total reduzido, pouco calor e conforto térmico, e privacidade no interior com isolamento acústico, são fortes, representadas pelo símbolo ◆. A exigência de redução do calor está também relacionada à ampla ventilação no interior da edificação, usando-se o símbolo ❖, para representar essa relação. A resistência dos materiais tem uma relação fraca com a facilidade de limpeza, representada pelo símbolo ♦. Quando não há correlação entre os itens, o espaço em linhas ou colunas da matriz fica vazio. EUREKA⁷¹ ressalta que as

⁷⁰Essa técnica foi descrita na seção 3.1.5.3 desse trabalho “Combinação do Diagrama de Interrelações com o Diagrama da Matriz”.

⁷¹EUREKA, William e RYAN, Nancy, *op. cit.*

linhas ou colunas em branco indicam lugares onde a tradução dos itens “o que” em itens “como” é inadequada.

5. Um conjunto de metas, determinando quais são as novas tarefas necessárias para incorporar ao produto/serviço as características definidas pelo cliente (corresponde aos itens “quanto”).

Os itens relacionados nessa etapa são as medidas para as características definidas na etapa anterior. Tais valores são determinados através de análise. Sempre que possível, os itens “quanto” devem ser mensuráveis. Para ilustrar o exemplo que se está apresentando, tem-se os seguintes itens:

- custo médio do $m^2 = US\$150,00^{72}$;
- adoção de materiais com baixa condutividade térmica⁷³;
- previsão de aberturas laterais;
- utilização de materiais laváveis;
- preferência por materiais com baixa velocidade de propagação do som⁵⁹

	CUSTO TOTAL REDUZIDO	CONFORTO TÉRMICO	AMPLA VENTILAÇÃO	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	ISOLAMENTO ACÚSTICO
BAIXO CUSTO	◆				
POUCO CALOR		◆	◆◆		
FACILIDADE DE LIMPEZA				◆	
PRIVACIDADE NO INTERIOR					◆
	CUSTO MÉDIO DO $m^2 = US\$150,00$	ADOÇÃO DE MATERIAIS COM BAIXA CONDUTIVIDADE TÉRMICA	PREVISÃO DE ABERTURAS LATERAIS	UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS LAVÁVEIS	PREFERÊNCIA POR MATERIAIS COM BAIXA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM

Figura 9 - Os itens “quanto” são incorporados à matriz

⁷²Esse valor foi extraído do Caderno de Especificações desenvolvido pelo Grupo de Trabalho da Vila Tecnológica PROTECH do Município de Arraial do Cabo.

⁷³Esta parte do QFD exige a presença de especialistas da área.

6. Outra matriz de interrelações, nesta etapa relacionando os requisitos definidos para o produto entre si, para identificar possíveis contradições.

Nessa matriz, faz-se o confronto dos itens listados na sua parte superior (correspondendo aos itens “como”). O objetivo dessa matriz é descrever a correlação entre cada item através de símbolos que representam taxas positivas ou negativas, identificando as relações conflitantes. No exemplo que se apresenta, o item “ampla ventilação” se confronta com “isolamento acústico” assim como o “baixo custo”, em uma visão imediatista, se confrontaria com “materiais resistentes”. Os itens “conforto técnico” e “ampla ventilação” guardam entre si uma relação positiva forte. EUREKA⁷⁴ sugere a seguinte escala para esta avaliação de impactos (figura 10):

- - positiva forte;
- - positiva;
- - negativa;
- - negativa forte.

	CUSTO TOTAL REDUZIDO;	CONFORTO TÉRMICO	AMPLA VENTILAÇÃO	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	ISOLAMENTO ACÚSTICO
BAIXO CUSTO;	◆				
POUCO CALOR;		◆	◆◆		
FACILIDADE DE LIMPEZA;				◆	
PRIVACIDADE NO INTERIOR					◆
	CUSTO MÉDIO DO m ² = US\$150,00	ADOTAR MATERIAIS COM BAIXA CONDUTIVIDADE TÉRMICA;	PREVISÃO DE ABERTURAS LATERAIS;	UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS LAVÁVEIS;	PREFERÊNCIA POR MATERIAIS COM BAIXA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM

Figura 10 - **Matriz de interrelações entre os requisitos do produto**

⁷⁴EUREKA, William e RYAN, Nancy. *op. cit*

7. Uma avaliação técnica da concorrência, listando as especificações técnicas e de engenharia do concorrente.

Nesta etapa, cada item relacionado às características do produto (itens “como”) será comparado com o que a concorrência está oferecendo ao mercado. Os técnicos, então, fazem um julgamento sobre a situação do produto oferecido pela firma diante daquele oferecido pela concorrência. Se a concorrência apresentar um melhor desempenho em algum item, esse deverá ser analisado com mais cuidado.

8. Uma avaliação competitiva do cliente, onde as características do produto ou serviço oferecido pela concorrência são comparadas com os requisitos listados pelos clientes, e analisadas.
9. A ordem de importância que os clientes atribuem às características listadas.

Os clientes deverão priorizar suas necessidades, definindo um valor para cada requisito listado. Segundo GUINTA⁷⁵, as escalas de ordem de importância podem variar. Entretanto, para todas as escalas, o número 1 representa pouca importância e o 5 ou o maior valor, indica grande importância. Neste exemplo, será adotada a escala de 1 a 5.

		CUSTO TOTAL REDUZIDO;	CONFORTO TÉRMICO	AMPLA VENTILAÇÃO	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	ISOLAMENTO ACÚSTICO
BAIXO CUSTO;	5	◆				
POUCO CALOR;	3		◆	◆◆		
FACILIDADE DE LIMPEZA	2				◆	
PRIVACIDADE NO INTERIOR	4					◆
		CUSTO MÉDIO DO m ² = US\$150,00	ADOTAR MATERIAIS COM BAIXA CONDUTIVIDADE TÉRMICA;	PREVISÃO DE ABERTURAS LATERAIS;	UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS LAVÁVEIS;	PREFERÊNCIA POR MATERIAIS COM BAIXA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM

Figura 11 - Definição da ordem de importância dos requisitos

⁷⁵GUINTA, Lawrence e PRAIZLER, Nancy, *op. cit.*

10.O número absoluto de pontos obtidos a partir da soma dos valores calculados para cada meio de produção.

A ordem de importância definida para cada requisito do cliente será multiplicada pelo valor correspondente ao peso das relações definidas na matriz.

De acordo com EUREKA⁷⁶, o padrão mais usado no sistema de peso é 9-3-1, embora sistemas alternativos possam ser aplicados para o mesmo efeito. O resultado da operação (produto) entre valor e peso não anotados na última linha da matriz, fornecendo a identificação dos requisitos críticos do produto (que traduzem as necessidades críticas do cliente) e ajuda no processo de tomada de decisão (figura 12)

- ◆ - relação fraca (1)
- ❖ - relação média (3)
- ◆ - forte relação (9)

		CUSTO TOTAL REDUZIDO	CONFORTO TÉRMICO	AMPLA VENTILAÇÃO	RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS	ISOLAMENTO ACÚSTICO
BAIXO CUSTO	5	◆				
POUCO CALOR	3		◆	❖		
FACILIDADE DE LIMPEZA	2				◆	
PRIVACIDADE NO INTERIOR	4					◆
		CUSTO MÉDIO DO m ² = US\$150,00	ADOTAR MATERIAIS COM BAIXA CONDUTIVIDADE TÉRMICA	PREVISÃO DE ABERTURAS LATERAIS	UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS LAVÁVEIS	PREFERÊNCIA POR MATERIAIS COM BAIXA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM
PONDERAÇÃO FINAL		45	27	9	2	36

Figura 12 - **O número absoluto de pontos para cada requisito**

11.O número relativo de pontos ou relação sequencial dos resultados, onde o número “1” corresponderá à tarefa que obteve maior número de pontos absolutos - ou seja, imprescindível para viabilizar a produção do item com

⁷⁶EUREKA, William e RYAN, Nancy, *op. cit.*

as características listadas - e assim sucessivamente. Para este exemplo, tem-se o seguinte resultado:

- 1º - custo total reduzido
- 2º - isolamento acústico
- 3º - conforto térmico

A próxima fase do QFD (Desdobramento de Componentes) consiste no desenvolvimento dos requisitos de projeto definidos na fase inicial (Planejamento do Produto). A Matriz de desdobramento de componentes resultante serve de base para todas as atividades preliminares do projeto. A fase do Desdobramento de Componentes culmina com a identificação das características dos componentes que sejam críticas para a execução dos requisitos de projeto. Essas características auxiliam na identificação das operações de fabricação - correspondente à 3a. fase do QFD. A última fase da metodologia, o Planejamento da Produção, transfere as informações geradas nas fases subsequentes para a fábrica.

O sistema QFD tem sido utilizado com êxito por empresas de produtos ou serviços. Os japoneses já o utilizaram na fabricação de automóveis, aparelhos eletrônicos, eletrodomésticos, confecções, circuitos integrados, equipamentos de construção e motores agrícolas, para citar alguns exemplos. Sua utilização pode estender-se, ainda, à definição do *layout* de apartamentos, escolas, e outros. Usando o QFD e recorrendo ao conhecimento coletivo da organização, a empresa pode prever e evitar dispendiosos problemas de desenvolvimento de produtos.

As fases do QFD derrubam as barreiras funcionais entre os departamentos da empresa pois mesmo na última fase, que envolve a seleção do equipamento para a fabricação, todas as decisões visam a atingir o mais alto grau de satisfação do cliente, e as decisões são tomadas em favor desse objetivo e não em benefício de algum departamento específico.

3.3 A AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO - APO

A busca da melhoria da qualidade nos ambientes construídos levou ao desenvolvimento de uma metodologia específica para captar a opinião do usuário. Elaborada pelos norte-americanos a partir da década de 60, a metodologia APO - Avaliação Pós-Ocupação (POE - *Post Occupancy Evaluation*) - consiste em um meio a partir do qual se pode conhecer as variáveis prioritárias em cada estudo de caso, e definir critérios para o controle da qualidade dos ambientes construídos.

“A APO pode ser entendida como um método interativo, que detecta patologias e determina terapias no decorrer do processo de produção e uso de ambientes construídos, através da participação intensa de todos os agentes envolvidos na tomada de decisões.”

⁷⁷ Compreende um conjunto interdisciplinar de métodos e técnicas para levantamento e análise de dados a partir dos quais são diagnosticados aspectos construtivos, funcionais e de conforto, econômicos, estéticos e comportamentais de ambientes em uso, levando-se em conta não só o ponto de vista dos técnicos (avaliadores) e projetistas mas também o dos usuários e clientes.

O objetivo primeiro de uma APO é medir a intensidade com que cada projeto satisfaz as funções para as quais foi destinado e preenche as necessidades, expectativas e percepções de seus usuários. O ponto de vista dos usuários é considerado medida-chave para avaliar o desempenho da edificação, o que implica em um novo conceito de desempenho que passa a ser entendido como o atendimento satisfatório das funções para as quais se destina o ambiente construído.

Apesar dos estudos em APO terem se iniciado 10 anos antes, foi na década de 70 que a metodologia passou a ser utilizada na avaliação de conjuntos habitacionais populares. Vale destacar o trabalho desenvolvido por Oscar Newman (1973)⁷⁸. Os dados coletados em 100 conjuntos habitacionais (quanto às formas, disposição, *layout* do sítio e circulação dentro do conjunto) produziram resultados que orientaram modificações efetuadas na política habitacional dos Estados Unidos, assim como estimularam a recuperação de alguns conjuntos habitacionais existentes.

⁷⁷ ORNSTEIN, Sheila. *Avaliação pós-ocupação de ambientes construídos*, p.23

⁷⁸ Conferir in: REIS, Antônio Tarcísio e LAY, Maria Cristina, *op. cit.*, p.3

No Brasil, os estudos em APO tiveram início em 1975 com o trabalho desenvolvido por Ualfrido Del Carlo e Carlos Attadia da Motta, intitulado “Nível de satisfação em conjuntos habitacionais na Grande São Paulo”.

No Japão, o trabalho *Century Housing System Note* (1986) consiste numa proposta para sistemas habitacionais com 100 anos de vida útil⁷⁹, e programas de financiamento da habitação com duração de 100 anos, prevendo-se a transmissão do imóvel de uma geração para a outra. A viabilização desta proposta requer o efetivo controle da qualidade do imóvel, extensivo à fase de uso e manutenção das edificações. A APO surge, então, como um instrumento capaz de auxiliar arquitetos, engenheiros e planejadores através da realimentação do processo projetual com informações obtidas junto aos usuários dos ambientes construídos.

Devido ao caráter particular de cada ambiente construído e aos objetivos específicos de cada caso a ser estudado, as estratégias metodológicas necessitam ser constantemente redesenhadas, desde a definição da amostragem de ambientes e usuários, até os procedimentos de coleta e análise de dados. Para se encontrar um caminho mais efetivo na operacionalização das APO's, recomenda-se a utilização dos vários métodos e técnicas de pesquisa existentes (questionários, estatísticas) cuja escolha dependerá do problema a ser investigado.

De acordo com Wolfgang Preiser⁸⁰ a APO pode ser classificada em três grupos, diretamente relacionados com o objetivo que se pretende atingir na utilização do método, ou seja: apenas identificar os problemas; investigar suas causas e/ou diagnosticar e recomendar possíveis soluções, apresentando propostas para a melhoria do desempenho do ambiente construído.

Para viabilizar a metodologia, torna-se necessário realizar um intenso levantamento de dados que, segundo ORNSTEIN⁸¹, reúne as seguintes etapas:

1. Levantamento da memória do projeto e da construção. Nesta fase busca-se o projeto original e os profissionais que participaram do seu desenvolvimento, assim como as condições que nortearam a sua concepção (existência).

⁷⁹ Conferir in: ORNSTEIN, Sheila, *op. cit.*, p.29

⁸⁰ Conferir in: PREISER, Wolfgang. *Post Occupancy Evaluation*, 1988.

⁸¹ ORNSTEIN, Sheila. *op. cit.*

2. Cadastro atualizado do ambiente construído, com o registro das modificações introduzidas pelos usuários nos espaços edificados.
3. Cadastro atualizado do mobiliário e equipamento existente.
4. Levantamento das opiniões dos usuários em relação os aspectos funcionais, técnicos e de conforto ambiental. Os questionários usados nesta avaliação devem identificar o tipo de usuário, seu tempo de permanência no local em estudo e qualquer outra informação que possa orientar os técnicos na análise dos resultados obtidos.
5. Levantamento técnico-construtivo, conforto ambiental (iluminação natural e artificial, ventilação, temperatura, acústica, condicionamento ambiental artificial e consumo energético) e funcional, que abrange desde a análise do estado de conservação e funcionamento das estruturas, instalações, caixilhos e outros componentes da construção, até a densidade populacional, fluxos de circulação, análise ergonômica dos equipamentos e orientação visual, entre outros aspectos.
6. Levantamento das normas que regulamentaram a produção do ambiente em estudo. Vale ressaltar que essas diretrizes (normas) já existentes e em vigor, devem ser analisadas pela equipe técnica, antes de serem adotadas como critérios da avaliação.
7. Estabelecimento de critérios e padrões quando não existirem normas específicas.

No levantamento das opiniões dos usuários, existem quatro métodos para coleta de dados: observações, entrevistas, questionários e medições (levantamentos físicos). O método da observação consiste na avaliação visual do ambiente construído. Este método, entretanto, não permite ao avaliador identificar o por quê das situações observadas. Por esta razão, torna-se necessário complementar os aspectos levantados com outro método. Na observação dos ambientes construídos deve-se notar os seguintes aspectos: o comportamento dos usuários e os vestígios deixados pelo exercício das atividades no ambiente construído. As observações do comportamento permitem

identificar as oportunidades e restrições de uso determinadas pelo espaço construído. Entre as técnicas de registro utilizadas na observação do comportamento, destacam-se:

- mapas comportamentais: onde registram-se as atitudes das diferentes categorias de usuários (visitantes, operadores, pessoal da manutenção) frente ao ambiente construído, localizadas na planta da edificação;
- anotações;
- fotografias;
- vídeos, filmes, entre outros.

As observações dos vestígios (traços físicos) das atividades exercidas, permitem identificar o uso que as pessoas fazem do ambiente produzido. Entre estes traços físicos, estão; o desgaste de materiais (vestígios de passagem), presença de objetos/restos/sobras, adaptações de uso (divisórias), intenção de demarcação de território, entre outros. As técnicas de registro podem ser as mesmas usadas na observação comportamental.

As entrevistas permitem o aprofundamento no conhecimento do comportamento do usuário, possibilitando ao avaliador a compreensão das atitudes observadas. Elas podem ser registradas por escrito ou oralmente (com o conhecimento e anuência do entrevistado).

A utilização de questionários permite sistematizar as entrevistas e comparar as respostas de diferentes categorias de entrevistados. O questionário, devido a possibilidade de coletar uma grande quantidade de informações, é um recurso que vem sendo amplamente utilizado nas APO's. Entretanto, para garantir a confiabilidade dos resultados, recomenda-se a confirmação de algumas informações através de entrevistas.

No levantamento físico (medições) do ambiente construído, os dados coletados só terão utilidade para o pesquisador se forem comparados com critérios de desempenho pré-estabelecidos. Esta comparação permite identificar se o elemento medido está cumprindo satisfatoriamente, ou não, a função para a qual se destina.

À análise conjunta dos dados coletados, realizada de acordo com os objetivos específicos da avaliação, segue-se o diagnóstico sobre o desempenho do ambiente construído que deve fornecer os principais resultados encontrados. Com base nessa análise o pesquisador pode recomendar as ações corretivas para a melhoria da qualidade da edificação.

As informações obtidas servem como instrumento de realimentação (*feedback*) do processo projetual, na medida em que podem orientar os profissionais apontando as falhas nas edificações em uso. As recomendações para melhoria de funcionamento dos ambientes construídos, podem implicar apenas na reorganização do *layout* interno, não exigindo, necessariamente, reformas complexas.

Uma das grandes contribuições trazidas pelos estudos em APO é a inclusão das ciências do comportamento na avaliação do espaço construído. Este particular gerou uma interface entre o trabalho do antropólogo e do arquiteto no que se refere à interpretação das necessidades e hábitos humanos. É importante ressaltar, ainda, a diferença existente entre avaliação pós-ocupação e avaliação pós-construção. Esta última refere-se tão somente à análise do desempenho de sistemas e dispositivos construtivos.

CAPÍTULO 4:

O PAPEL DO PODER PÚBLICO NA GARANTIA DA QUALIDADE DAS HABITAÇÕES POPULARES

A indústria da construção civil exerce grande importância no desenvolvimento econômico e social do país. Por essa razão, torna-se fundamental que o Estado assuma o papel de indutor da modernização do setor, incentivando políticas de educação e formação da mão-de-obra especializada.

Portanto, o Estado e o setor privado devem conjuntamente implementar as ações capazes de modernizar a indústria da construção civil, tais como as medidas previstas no PBQP - Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade - e no PRONATH - Programa Nacional de Tecnologia para Habitação. O texto introdutório do PRONATH destaca a defasagem tecnológica e organizacional da construção habitacional do país, quando comparada com o panorama internacional, tanto do ponto de vista dos processos de produção quanto dos produtos finais resultantes.

O PBQP tem como objetivo principal, apoiar o esforço brasileiro de modernização, através da promoção da qualidade e produtividade, com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços prestados no País. De acordo com este programa, as ações para a modernização do setor da construção, envolvem:

- melhoria da qualidade de produtos e serviços, envolvendo ações voltadas à normalização técnica, controle da qualidade, certificação de conformidade e garantia da qualidade;
- aumento da produtividade dos processos de produção, envolvendo ações de modernização organizacional e gerencial, melhoria das condições de trabalho e racionalização da produção objetivando o aumento de produtividade do setor;
- desenvolvimento de inovações tecnológicas (produtos e processos) incentivando o desenvolvimento de novos materiais e componentes, novos sistemas construtivos, programas computacionais para planejamento e controle de obras e operação e manutenção de edificações;
- formação de recursos humanos com treinamento a nível empresarial e gerencial, e de modernização da mão-de-obra operária;

- difusão de informações sobre qualidade e produtividade, envolvendo ações de conscientização e motivação visando a atingir as lideranças do setor.

Um exemplo do esforço de modernização da indústria da construção civil, é a atuação do CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo - que implementou o primeiro Programa de Qualidade da Construção Brasileira destinado à produção de habitações populares. Os objetivos deste programa são:

- otimizar o dispêndio de recursos humanos, materiais e energéticos na construção;
- incentivar a qualidade dos materiais, projetos, obras e serviços, entendendo qualidade como o conjunto de propriedades necessárias à satisfação do usuário, com o menor dispêndio financeiro possível.

Para a implementação do programa, serão acionados os seguintes mecanismos:

- A) Exercício do poder de compra. A Companhia estabelecerá exigências de forma gradual para todos os setores que interferem direta ou indiretamente em seus empreendimentos (projetistas, construtores, fornecedores, etc.).
- B) Projetos tecnológicos. Procurar-se-á detectar necessidades, priorizar e implementar projetos de suporte tecnológico com alcance geral ou setorial (certificação de conformidade, avaliação pós-ocupação, diretrizes para projetos, elaboração de manuais, etc.).
- C) Processos de qualificação. Serão incentivados os processos de qualificação de materiais, homologação de componentes e sistemas construtivos inovadores, gestão da qualidade em construtoras, entre outros.
- D) Assessoria técnica. O Programa deverá orientar e apoiar a realização de contratos de assessoria técnica, viabilizando convênios e associações de modo a baratear os serviços de apoio técnico à implementação dos processos de qualificação.

Também em São Paulo, a Prefeitura Municipal da capital deu início a um programa habitacional considerado polêmico: o PROVER (Programa de Verticalização e

Urbanização das Favelas). Esse projeto consiste⁸² na urbanização das favelas da cidade com a permanência dos moradores nos mesmos locais onde estão assentados, melhorando sua infra-estrutura e implantando sistemas de saneamento básico, esgotos, energia elétrica, coleta de lixo, pavimentação de vias e outros benefícios.

Esse projeto, também conhecido como *Cingapura* prevê a verticalização total ou parcial destas favelas, construindo prédios de apartamentos para os moradores nestes locais. Os prédios estão sendo construídos com recursos do orçamento da Prefeitura. Os 3.800 apartamentos tem prazo de conclusão previsto para 18 meses. Os prédios estão sendo construídos em alvenaria estrutural.

Alguns pesquisadores, entretanto, questionam a validade dessa iniciativa comparando-a com outras de governos passados⁸³. Entre as principais críticas destaca-se o custo real das unidades, que estaria muito acima das possibilidades da população que se está assentando, conforme demonstrado na Tabela 6:⁸⁴ Entretanto, considerando que esta tabela não indica o custo do m², não é possível estabelecer um julgamento definitivo sobre a validade dessa iniciativa.

Tabela 6: 2ª fase do Projeto CINGAPURA - licitações

FAVELAS	UNIDADES HABITACIONAIS	VALOR CONTRATADO	CUSTO/ UNIDADE
LOTE 1	544	R\$ 10.207.448,26	R\$ 18.763,70
LOTE 2	776	R\$ 14.014.999,00	R\$ 8.060,57
LOTE 3	1.200	R\$ 20.980.318,42	R\$ 17.483,60
LOTE 4	1.156	R\$ 19.994.918,13	R\$ 17.296,64
LOTE 5	1.076	R\$ 20.184.061,00	R\$ 18.758,42
TOTAL GERAL	4.752	R\$ 85.381.745,01	R\$ 17.967,54

Entre as iniciativas do Governo Federal, destacam-se dois programas habitacionais que se utilizam dos recursos do FGTS - Fundo de Garantia por Tempo de Serviço: o Pró-

⁸² VERTICALIZAÇÃO e urbanização de favelas em São Paulo. In: IMPERMEABILIZAR.

⁸³ FELIPE, Joel P. *Cingapura x Mutirão. Por dentro da polêmica*. In: Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 95.

⁸⁴ Diário Oficial do Município de 05/05/95, In: FELIPE, Joel P., *op. cit.*

moradia e o Pró-saneamento.⁸⁵ O programa Pró-moradia é voltado para famílias que recebam até 3 salários mínimos mensais, e tem como prioridade populações que estejam instaladas em áreas:

- a) como lixões, alagados, cortiços e favelas;
- b) com risco de desmoronamentos ou enchentes; e
- c) de proteção ambiental (desaconselhadas para uso habitacional).

O programa Pró-moradia inclui as seguintes modalidades de atuação:

- produção e aquisição de lotes urbanizados;
- construção, aquisição, conclusão e melhoria de unidades habitacionais;
- recuperação de áreas degradadas para uso habitacional;
- urbanização, parcelamento de glebas e regularização fundiária de áreas ocupadas.

LANGHANZ⁸⁶ acrescenta que o valor médio de financiamento para cada beneficiário final é de R\$ 6.500,00, a taxa de juros nominal é de 5,1% a.a., o prazo de amortização é de 216 meses (18 anos), as prestações são calculadas pela Tabela Price, os reajustes das prestações e o saldo devedor obedecerão ao mesmo índice e periodicidade da atualização das contas vinculadas ao FTGS. O beneficiário final poderá ter um subsídio variável concedido pelo mutuário de no máximo 30% do valor da prestação, o qual será estudado família por família de acordo com suas reais possibilidades financeiras. Este subsídio será revisto periodicamente.

O Pró-saneamento tem por objetivos aumentar a cobertura dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, especialmente para as populações de baixa renda, e melhorar a eficiência das empresas públicas e/ou privadas prestadoras desses serviços.

Sobre as políticas habitacionais, entretanto, vale lembrar que, até o presente, a postura adotada pelos planejadores funcionou como uma agravante, na medida em que atraiu habitantes das zonas rurais que, ilusoriamente, buscam os centros urbanos para usufruir

⁸⁵ Conferir in: LANGHANZ, Carmem, DANIEL, Iara P. e KUMER, Márcia. *Política habitacional - os atuais programas com recursos do FGTS*. In: Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 95.

⁸⁶ *Ibid*

dos “benefícios” gerados pelos programas sociais na área de saneamento básico e habitação.

Em trabalho realizado anteriormente⁸⁷, ressaltou-se que a impossibilidade de atender ao ritmo acelerado de crescimento das demandas básicas - emprego, habitação, saúde e educação - tem levado à redução da qualidade de vida nas cidades. Some-se a isto, o empobrecimento da sociedade urbana, agravado pela constante valorização do espaço, que expulsa a parcela da população que não tem condições de arcar com os altos custos dos aluguéis, condomínios e taxas. O resultado deste processo tem sido a ocupação informal do espaço urbano, que se traduz nas favelas, loteamentos clandestinos e, mais recentemente, na ocupação das ruas das cidades.

As propostas voltadas à redução do *déficit* habitacional devem, portanto, considerar movimentos sociais urbanos e rurais. Segundo COSTA⁸⁸ A relação existente entre os problemas urbanos e rurais torna urgente o tratamento conjunto dos fatores que afetam essas populações, especialmente na questão do *déficit* habitacional. Uma proposta eficiente para provisão de moradias de baixo custo deve estar diretamente relacionada a ações de fixação do homem no campo. Pode-se concluir que os problemas do campo e da cidade não podem ser analisados como sistemas autárquicos e independentes, como, também, não se podem apresentar ações de desenvolvimento que separem uns dos outros.

Este capítulo discute três aspectos relacionados ao papel do Poder Público na garantia da qualidade das habitações populares:

- ◇ a Lei de Licitações e o Código de Defesa do Consumidor;
- ◇ a integração entre a atuação do Governo central e as pesquisas realizadas em laboratório (LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil de Lisboa);
- ◇ o PROTECH - Programa de Difusão de Tecnologias para Habitação de Baixo Custo - instituído pelo Governo Federal brasileiro em 1993.

⁸⁷SALGADO, Mônica Santos. *Racionalização da construção: caminhos para a habitação popular no município do Rio de Janeiro*.

⁸⁸COSTA, Carlos Eduardo da S. & SALGADO, Mônica Santos. *Moradias urbana e rural: propostas para uma política de habitação popular*. In: Anais do Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 95.

4.1 O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR E A LEI DE LICITAÇÕES

Até o presente, o setor da construção tem sido visto com ressalvas por parte dos seus consumidores que, muitas vezes, calam-se diante dos problemas que enfrentam (má qualidade). José Maurício Maia destaca que, “diferente dos outros setores produtivos que procuram identificar sua marca junto à população como sinônimo de qualidade, os responsáveis pelo setor da construção, seja público ou privado, ainda não se preocupam em firmar sua imagem, sendo comum observar-se o aparecimento e desaparecimento de empresas com tempo de vida muito curto, deixando atrás de si consumidores insatisfeitos.”⁸⁹

O estabelecimento do Código de Defesa do Consumidor⁹⁰ veio dar suporte às exigências dos usuários de maneira geral. Já no art. 3º, ele define fornecedor como sendo “toda a pessoa física ou jurídica, pública ou privada, nacional ou estrangeira, bem como os entes despersonalizados, que desenvolvem atividades de produção, montagem, criação, construção, transformação, importação, exportação, distribuição ou comercialização de produtos ou prestação de serviços.” Portanto, construtores e projetistas também estão sujeitos às exigências do Código, podendo sofrer as devidas sanções da lei.

No art. 6º ele determina, entre os direitos básicos do consumidor, a “informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como sobre os riscos que apresentem.” Vale lembrar que o “Manual da Edificação” - descrito no item 1.4 deste trabalho - é um importante instrumento de informação aos usuários.

Considerando que os procedimentos para modificação e manutenção das edificações produzidas com sistemas inovadores de construção, muitas vezes diferem daqueles adotados nos sistemas construtivos convencionais, o “Manual da Edificação” atua, também, como redutor dos custos de manutenção, orientando os moradores quanto às intervenções que o sistema permite (ou não).

⁸⁹MAIA, José Maurício da Fonseca e ZENHA, Ros Mari. *A defesa do consumidor e a produção habitacional*. In: Anais do I Fórum Brasileiro da Construção Industrializada.

⁹⁰Lei nº 8078 de 11 de setembro de 1990.

Ainda no art. 6º, há um destaque para o direito do consumidor à proteção da vida, saúde e segurança contra os riscos provocados por práticas no fornecimento de produtos e de serviços considerados perigosos e nocivos que, no caso da indústria da construção civil, ressalta a importância da avaliação prévia do desempenho técnico dos sistemas construtivos.

Com relação à responsabilidade por vício do produto e do serviço, o art. 22º determina que “os órgãos públicos, por si ou suas empresas, concessionárias, permissionárias ou sob qualquer outra forma de empreendimento, são obrigadas a fornecer serviços adequados, eficientes e seguros” reforçando a responsabilidade do Estado nas concorrências públicas.

A Lei de Licitações, nº 8666 regulamenta o artigo 37, inciso XXI da Constituição Federal, regendo as concorrências promovidas pelo Poder Público⁹¹. De acordo com o art. 7º, as obras e a prestação de serviços somente poderão ser licitados quando:

I - houver projeto básico⁹² aprovado pela autoridade competente e disponível para o exame dos interessados em participar do processo licitatório.

II - existir orçamento detalhado em planilhas que expressem a composição de todos os seus custos unitários;

III - houver previsão de recursos orçamentários que assegurem o pagamento das obrigações decorrentes de obras ou serviços a serem executados no exercício financeiro em curso, de acordo com o respectivo cronograma;

⁹¹Lei 8666 de 21 de junho de 1993.

⁹²Projeto básico - Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado para caracterizar a obra ou serviço ou complexo de obras ou serviços objeto da licitação, elaborado com base nas indicações dos estudos técnicos preliminares que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- a) desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos constitutivos com clareza;
- b) soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;
- c) identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações que assegurem os melhores resultados para o empreendimento, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- d) informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra, sem frustrar o caráter competitivo para a sua execução;
- e) subsídios para a montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;

IV - o produto dela esperado estiver contemplado nas metas estabelecidas no Plano Plurianual de que trata o art. 165 da Constituição Federal, quando for o caso.

Mais adiante, o art. 12º determina que nos projetos básicos e projetos executivos⁹³ de obras e serviços, sejam considerados principalmente os seguintes requisitos:

- I - segurança;
- II - funcionalidade e adequação ao interesse público;
- III - economia na execução, conservação e operação;
- IV - possibilidade de emprego de mão-de-obra, materiais, tecnologia e matérias-primas existentes no local para execução, conservação e operação;
- V - facilidade na execução, conservação e operação sem prejuízo na durabilidade da obra ou serviço;
- VI - adoção das normas técnicas adequadas;
- VII - impacto ambiental.

Considerando a necessidade de avaliar a qualidade do que está sendo apresentado para licitação, especialmente em se tratando de inovações tecnológicas voltadas ao aumento da produtividade e à melhoria da qualidade na indústria da construção civil, torna-se necessário tecer alguns comentários sobre esse artigo:

- Em relação à segurança, há que se ressaltar todos os riscos aos quais uma edificação expõe seus ocupantes, ou seja: ruptura por sobrecarga, asfixia pela produção - em caso de incêndio - de gases nocivos à saúde, perda de patrimônio e risco de vida em presença de fogo, exposição ao ataque de terceiros, entre outros.
- Em relação à funcionalidade e adequação ao interesse público, seria importante ressaltar a importância de viabilizar a adaptação ao uso (crescimento vertical e horizontal), requisito de difícil cumprimento por algumas propostas inovadoras que utilizam, por exemplo, a pré-fabricação fechada dos seus componentes.
- Quanto à adoção das normas técnicas adequadas, é preciso destacar algumas controvérsias existentes nas normas atuais vigentes que, de certa forma, contribuem

f) orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados. Conferir in: lei 8666, art. 6º.

⁹³ Projeto Executivo - Conjunto dos elementos necessários e suficientes à execução completa da obra de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. Conferir in: Lei 8666, art. 6º.

para o encarecimento da construção civil com o conseqüente desperdício de recursos financeiros. Sobre esse assunto, Ércio Thomaz sugere, por exemplo, “criar a norma `estruturas de concreto para pequenas construções’, visando a redução de desperdícios induzidos por normalizações voltadas para aeroportos, centrais nucleares, etc.”⁹⁴

- A preocupação com o impacto ambiental, demonstra o cuidado com o entorno à edificação. Entretanto, deve-se incluir a avaliação de desempenho quanto ao conforto ambiental dentro das unidades produzidas, caracterizando maior preocupação com o usuário da edificação, cliente final da licitação e, portanto, detentor dos direitos de consumidor determinados pelo Código de Defesa do Consumidor, entre eles a “adequada e eficaz prestação dos serviços públicos em geral.”⁹⁵ Os aspectos ligados ao conforto ambiental incluem: o controle de ruído (interno e externo - conforto acústico); o controle da temperatura e umidade internas (conforto higrotérmico); o controle da iluminação natural (conforto lumínico); e ainda questões relacionadas à temperatura de contato das superfícies, rugosidade e pegajosidade (conforto tátil).

No art. 45º da lei 8666, são definidos três tipos de licitação para obras, serviços e compras: menor preço, melhor técnica e a de técnica e preço. Considerando as exigências do Código de Defesa do Consumidor e a responsabilidade civil do Poder Público nas concorrências que promove, entende-se que a terceira modalidade de licitação determinaria com mais propriedade a(s) empresa(s) que poderia(m) produzir habitações populares de melhor qualidade, a um preço compatível com as possibilidades.

O cruzamento das informações apresentadas neste item, pretende ressaltar a importância da Lei de Licitações para a garantia dos direitos do consumidor, não apenas nas situações relacionadas à produção de edificações como em todas as situações onde uma concorrência pública seja empreendida.

⁹⁴THOMAZ, Ércio. *Sistemas construtivos para habitações de interesse social: proposta de avaliação e classificação pela relação custo/benefício* In: Anais do I Fórum Brasileiro da Construção Industrializada.

⁹⁵Lei 8078, art 6º

4.3 INTEGRAÇÃO ENTRE GOVERNO CENTRAL E INSTITUIÇÕES DE PESQUISAS: O TRABALHO DO LNEC - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL.

A preocupação com a garantia da qualidade tem sido objeto de estudo em diferentes institutos de pesquisas no mundo. Entre os países que buscam a atuação conjunta do Estado e Setor privado, pode-se citar Portugal e a atuação do LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil - que atua junto ao Ministério de Obras Públicas. Cabe a esse laboratório dar prévio parecer sobre a aplicação de certos materiais e processos de construção - especialmente os que ainda não dispõem de suficiente experiência de emprego, ou não possuem normas técnicas adequadas - em conformidade com o que estipula a regulamentação aplicável. Esses pareceres constam de “documentos de homologação”.

De acordo com PAIVA⁹⁶, a atividade de homologação tem como suporte legal o artigo 17º do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU)⁹⁷ segundo o qual “a aplicação de novos materiais ou processos de construção para os quais não existam especificações oficiais nem suficiente experiência de utilização será condicionada ao prévio parecer do Laboratório de Engenharia Civil”.

Além desse decreto, outros dispositivos legais apoiam a atividade de homologação em Portugal. Entre eles, destacam-se⁹⁸:

- REBAP, Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-reforçado
O artigo 23º estabelece que o emprego de armaduras ordinárias, com exceção das de aço A235 NL, necessita de prévia classificação ou homologação, efetuada pelo LNEC. A homologação é exigida para as armaduras que, pela sua geometria ou características do aço, não possam ser classificadas como os tipos considerados no regulamento.
- Despachos do MOP - Ministério de Obras Públicas - de 07/04/71 e de 27/04/71

⁹⁶PAIVA, José de Vasconcelos. *Actividade de Homologação no LNEC em 1993*. Relatório n.203/94. Departamento de Edifícios, proc. 083/14/10790; proc. interno 080/533/236 Lisboa, agosto de 1994.

⁹⁷Decreto-Lei n.º 38382, de 7 de agosto de 1951.

⁹⁸MATERIAIS e processos de construção sujeitos à verificação de qualidade. Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Centro de Normalização e Regulamentação, INFO VQ 16, jun 1993

Determinam a necessidade da homologação, respectivamente, de materiais plásticos a utilizar em sistemas de distribuição de água, e de asnas de betão armado e pré-esforçado constituídas por elementos pré-fabricados.

- Despachos do MOP de 09/05/70, 24/11/70 e 18/04/72

Para as obras realizadas ou co-participadas pelo MES, no caso de ser satisfatório o resultado de verificação periódica de qualidade efetuada pelo LNEC, permitem a dispensa da realização de alguns ensaios de receção, respectivamente de azulejos, tijolos e tubos de grés cerâmico, e conferem preferência em igualdade de condições de fornecimento.

- Portaria nº 605-C/86, de 25 de novembro

Aprova os cadernos de encargos tipo de empreitadas do MES, que dispensam a realização de ensaios de receção sobre todos os materiais e elementos de construção sujeitos a controle completo de laboratório oficial, quando o empreiteiro forneça o documento comprobatório.

- Decreto-Lei nº 85/92, de 7 de maio

Estabelece as características e as condições de receção dos cimentos e determina que, em todas as obras que corram por conta de organismos da administração central ou local, de institutos públicos autónomos ou de empresas públicas, devem ser exclusivamente utilizados cimentos certificados com a Marca Nacional, conferida pelo Instituto Português da Qualidade (IPQ), em colaboração com o LNEC, nos termos da portaria nº 50/85, de 25 de janeiro.

- Decreto-Lei nº 390/89, de 9 de novembro

Estabelece a obrigatoriedade da certificação de tubos e acessórios para canalização de aço e de ferro fundido maleável, quer se destinem a instalações industriais, quer a instalações domésticas e outros fluidos.

- Decreto-Lei nº 304/90, de 27 de setembro

Estabelece a obrigatoriedade da certificação de alguns materiais cerâmicos para construção (telhas, tijolos e abobadilhas).

Essa lista de decretos ilustra a preocupação do poder público daquele país com a garantia da qualidade do que se está construindo, especialmente em se tratando de obras públicas (Decreto-Lei nº 85/92).

Existem sete núcleos do LNEC envolvidos na atividade de homologação: Núcleo de Processos de Construção (NPC), Núcleo de Comportamento das Construções (NCCT), Núcleo de Comportamento dos Componentes (NCCp) - pertencentes ao Departamento de Edifícios; Núcleo de Madeiras (NM), Núcleo de Comportamento de Estruturas (NCE) - do Departamento de Estruturas (DE); Núcleo de Química (NQ), Núcleo de Cerâmica e Plásticos (NCP) - Do Departamentos de Materiais de Construção (DMC).

A atividade de homologação do LNEC em 1993, segundo PAIVA⁹⁹, caracterizou-se por uma relativa estabilização das solicitações de estudos visando, quer homologações ou confirmações de homologação¹⁰⁰, e por um acréscimo do número de Documentos de Homologação emitidos, relativamente ao ano anterior.

Outra modalidade nessa atividade é a Homologação com Certificação, ou seja, uma homologação relativa a um produto cuja produção é submetida a um controle interno permanente, da responsabilidade do respectivo fabricante e que é, simultaneamente, objeto de um controle externo do LNEC, onde se inclui a realização, em cada ano, de duas visitas casuais às instalações da fábrica, para verificação dos procedimentos adotados naquele controle interno, e escolha de material destinado a ensaio em Laboratório.

Ao contrário da homologação simples, que é concedida com um prazo de validade de três ou cinco anos, a homologação com certificação é concedida sem prazo de validade, considerando-se válida enquanto se mantiverem as condições de produção e forem satisfatórios os resultados dos ensaios e verificações promovidos pelo LNEC no âmbito da certificação.

⁹⁹PAIVA, José de Vasconcelos, *op. cit*

¹⁰⁰Uma “confirmação de homologação” relativa a um dado produto é uma homologação concedida, segundo procedimentos simplificados, pelo Instituto homologador do país de importação desse produto a partir da homologação inicialmente concedida no país de origem pelo respectivo Instituto Homologador. O respectivo prazo de validade é normalmente condicionado ao da homologação inicial, caducando a confirmação quando caduca a homologação que lhe deu origem. Conferir in: PAIVA, José de Vasconcelos, *op. cit*.

Um Documento de Homologação¹⁰¹ inclui normalmente, entre outras informações, as características e o campo de aplicação do produto ou sistema em causa, as regras da sua aplicação em obra, as características e respectivas tolerâncias que deverão ser avaliadas no âmbito da eventual realização de ensaios de receção e a decisão da homologação.

Os estudos de homologação devem ser solicitados pelos fabricantes dos produtos ou sistemas. Após esse pedido, o LNEC prepara o plano de trabalhos do estudo, definindo igualmente o respectivo custo e prazo de execução. Um estudo de homologação inclui basicamente as seguintes tarefas:

- análise da documentação técnica relativa aos produtos ou sistemas;
- apreciação das condições de fabricação, de colocação em obra e de durabilidade através da realização de visitas às instalações, às obras em curso e a construções em uso, respectivamente;
- realização de ensaios em amostras colhidas nas fábricas;
- elaboração e edição (1.500 exemplares, sendo 1.000 para o requerente e 500 para distribuição pelas entidades ligadas à atividade de construção) do Documento de Homologação, caso a apreciação global das tarefas anteriores seja positiva.

Vale acrescentar, ainda, que a emissão do Documento de Homologação relativo a um produto ou a um sistema atesta que uma entidade independente e idônea, analisando a fabricação, o controle e sua aplicação na obra, considerou que as características do produto ou sistema em questão são adequadas para utilização prevista e definida explicitamente naquele DH.

Outro dispositivo legal que apoia a garantia da qualidade nas edificações portuguesas é a “Marca de Qualidade LNEC”¹⁰². A instituição da Marca de Qualidade visa a valorização técnica, social e econômica dos empreendimentos e sua concessão assegura:

¹⁰¹NÚCLEO de Comportamento das Construções. *Questões relativas à homologação*. Departamento de Edifícios, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, junho de 1995

¹⁰²Decreto-Lei no. 310/90 de 1 de outubro

- A) A plena implementação de um plano geral de garantia da qualidade preestabelecido conducente ao cumprimento efetivo das disposições contratuais, legais e regulamentares aplicáveis e das especificações técnicas que contemplem devidamente a satisfação das exigências essenciais, bem como à prática das boas regras da arte, na realização dos empreendimentos;
- B) Níveis de satisfação acrescidos em relação ao conjunto de requisitos exigidos, em particular de funcionalidade, de durabilidade e de segurança;
- C) A redução do risco de danos associados ao empreendimento e, em especial, do risco inerente a potenciais anomalias passíveis de terem lugar no processo construtivo;
- D) Condições propiciadoras da redução dos prêmios de seguros de responsabilidade e ou da construção que venham a ser utilizados.

O acesso à Marca de Qualidade é facultado à todos os donos de obras que, no início dos empreendimentos, requeiram ao LNEC a sua concessão através de requerimento acompanhado de informação sobre a obra a realizar e seu valor global.

É importante ressaltar que o LNEC, segundo PAIVA, desenvolve, ainda, atividades a nível internacional, diretamente relacionadas com a homologação, através da sua participação nas duas associações europeias que reúnem os institutos competentes em cada país, para a concessão de homologações de âmbito nacional ou europeu:

- **União Européia para a Aprovação Técnica na Construção** (UEAtc - *Union Européenne pour l'Agrément Technique dans la Construction*), criada em 1960 e englobando, após alargamento verificado durante 1993, dezesseis institutos - um por país - que concedem homologações de âmbito nacional nos respectivos países: dez da União Européia (todos os países comunitários, com exceção da Grécia e Luxemburgo), quatro da EFTA - *European Free Trade Association* - (Áustria, Finlândia, Noruega e Suécia) e dois do Leste Europeu admitidos em 1993 como membros observadores (Hungria e Polónia);

- **Organização Européia de Aprovação Técnica** (EOTA - *European Organisation for Technical Approvals*), criada em 1990, na seqüência da publicação da Diretiva dos Produtos de Construção (DPC)¹⁰³ e constituída pelos Organismos dos Estados membros da União Européia (UE) responsáveis pela concessão de Aprovações Técnicas Européias (ATE), totalizando 23: nove da Holanda, três da Itália, dois da França, e um de cada um dos oito países restantes.

¹⁰³Decreto-Lei n° 113/93, de 10 de abril. Diário da República, Lisboa, I Série-A,84, IN: PAIVA, José de Vasconcelos, *op. cit.*

4.3 PROTECH - PROGRAMA DE DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS PARA HABITAÇÃO DE BAIXO CUSTO

Os avanços na tecnologia de construção têm oferecido às Prefeituras Municipais e aos Governos Federal e Estadual, uma infinidade de opções, especialmente no que se refere à produção de moradias de interesse social. Entretanto, alguns sistemas construtivos não chegam a atingir sua meta - a produção em larga escala de habitações de baixo custo - pela falta de divulgação e apoio dos promotores dos programas habitacionais.

Ciente dessa necessidade, o Governo Federal instituiu em 1993¹⁰⁴ o PROTECH - Programa de Difusão de Tecnologias para Habitação de Baixo Custo - que tem por objetivo demonstrar as possibilidades e identificar os caminhos que viabilizem a produção de moradias através da ampla difusão de informações.

O PROTECH compõe-se das seguintes linhas de ação¹⁰⁵:

1. Núcleo de estudos e pesquisas sobre habitação e assentamentos populacionais.

Realiza estudos e pesquisas diretamente ou em cooperação com órgãos especializados, visando ao diagnóstico da situação habitacional, a mensuração do *déficit* de moradias no País e à sistematização do referencial teórico dentro da temática habitacional. Também organiza as informações sobre as tipologias e tecnologias disponíveis no Brasil na área da habitação.

2. Acompanhamento de programas e projetos selecionados e de tecnologias habitacionais.

Acompanha programas de habitação popular que se encontram em andamento no País, patrocinados por órgãos públicos e entidades do Governo Federal. Da mesma forma, são cadastrados os instrumentos legais, institucionais e programáticos relativos ao setor habitacional para fins de avaliação.

3. Estruturação de base de dados.

Sistematiza informações sobre a realidade habitacional com a finalidade de subsidiar a formulação de políticas e de programas de moradia popular.

¹⁰⁴Decreto de 28 de julho de 1993, publicado no Diário Oficial da União n. 143 de 29 de julho de 1993.

¹⁰⁵PROTECH - Programa de Difusão de Tecnologias para Habitação de Baixo Custo. Informativo da Presidência da República, 1993.

4. Acompanhamento do processo legislativo no campo de atuação.

Acompanha, junto ao Congresso Nacional, projetos e dispositivos legais relacionados à área habitacional, objetivando a aprovação daqueles que possam contribuir para o equacionamento da questão urbana e habitacional.

5. Vilas Tecnológicas.

Destinam-se ao planejamento e construção de centros de referência para o desenvolvimento de novas propostas de assentamentos habitacionais, polarizando e difundindo informações sobre projetos, materiais construtivos e tecnologias, formas e sistemas de financiamento e de crédito adaptados às condições brasileiras.

A primeira Vila Tecnológica implantada no País fica em Curitiba/PR¹⁰⁶. Ela foi construída numa área de 50.000m², em meio a um grande loteamento, o Bairro Novo, aproveitando um típico vazio urbano. A execução das obras esteve a cargo da COHAB/Curitiba e atraiu empresas de todo o País. Entre as propostas apresentadas foram selecionadas 20. Cada empresa construiu seis unidades - cinco delas localizadas na Vila e uma na Rua das Tecnologias, que foi idealizada para ser uma espécie de mostruário permanente dos sistemas construtivos utilizados na implantação do projeto.

Outros projetos em desenvolvimento no âmbito do PROTECH e já iniciados em 1993 são¹⁰⁷:

- a Vila Tecnológica do Distrito Federal, que compreende cerca de 150 unidades residenciais. A Vila será dividida em três espaços: Quadra das Tecnologias, Quadras Residenciais e Núcleo de Difusão, composto por biblioteca, auditório, oficina de arte e núcleo de educação. As quadras residenciais serão destinadas aos inquilinos da região circunvizinha, com renda familiar de 2 a 8 salários mínimos. A Quadra das Tecnologias será destinada primeiramente à exposição e visitação e, posteriormente, à moradia;
- a Vila Tecnológica de Juiz de Fora ocupa uma área de aproximadamente 35.000m² distribuídos em 107 lotes urbanizados, além das unidades que formam o Núcleo da Vila, composto por três edifica es e um anfiteatro (arena);

¹⁰⁶ PROTECH, *op. cit.*, p.21/22

¹⁰⁷Fonte: PROTECH, *op. cit.*

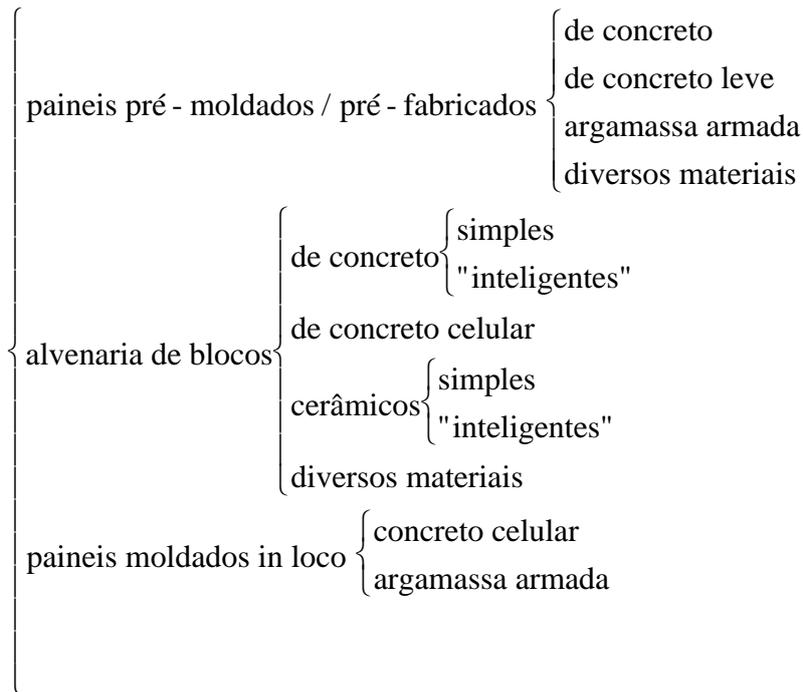
- a Vila Tecnológica de Cuiabá, a ser construída no Novo Colorado, ocupará uma área de 210.000m²;
- a Vila Tecnológica de Contagem, a ser implantada no local denominado Loteamento Campo Alto, ocupará uma área de aproximadamente 40.000m² e será composta por 99 lotes, Núcleo de Difusão Tecnológica, horto, áreas de lazer, área de preservação e sistema viário que inclui uma ciclovia;
- a Vila Tecnológica de Ribeirão Preto, compreenderá a construção de 11 casas em área anexa ao Conjunto Habitacional Maria Casagrande Lopes;
- a Vila Tecnológica de Bauru, a ser construída próximo ao Conjunto Habitacional Bauru XXV, ocupará uma área de aproximadamente 56.000m². Para a primeira etapa do programa está prevista a adoção de 21 tecnologias diferentes. Cada empresa contratada construirá 5 casas sendo que uma funcionará como ponto de exposição e divulgação da tecnologia adotada.
- a Vila Tecnológica ULBRA/DEMHAB (Universidade Luterana do Brasil - Departamento Municipal de Habitação) de Porto Alegre, situada no Bairro Navegantes.

Após concluídas as obras, os sistemas construtivos são monitorados por cinco anos para que se verifique o seu desempenho técnico. Essa avaliação de desempenho inclui a realização de estudos científicos que determinarão, entre outros itens, a resistência e a permeabilidade dos materiais, o conforto térmico e acústico das unidades, e a avaliação pós-ocupação junto aos usuários. Ao final, os dados colhidos permitirão identificar entre as tecnologias presentes na Vila Tecnológica aquelas que melhor se adequam às necessidades da habitação popular, oferecendo baixo custo e qualidade.

O PROTECH conta hoje com um cadastro que reúne mais de 30 diferentes tecnologias construtivas¹⁰⁸, que podem ser reunidas em três grandes grupos - de acordo com o tipo de fechamento que propõem¹⁰⁹:

¹⁰⁸A descrição dessas tecnologias encontra-se no ANEXO II desse trabalho.

¹⁰⁹SALGADO, Mônica Santos. *Qualidade e Produtividade na Construção Civil*.



O mérito desse Programa está, sem dúvida, no incentivo à disseminação das novas tecnologias construtivas e à melhoria da qualidade na produção habitacional. Entretanto, seria mais conveniente se a avaliação do desempenho técnico dos sistemas construtivos propostos se realizasse antes da construção das unidades, em protótipos construídos exclusivamente para esse fim e não depois de todas as unidades residenciais estarem construídas. Esse procedimento evitaria que os usuários daquelas edificações fossem expostos à situações relacionadas ao desempenho técnico insatisfatório do sistema construtivo, tais como: calor ou frio excessivo no interior das unidades, aparecimento de fungos ou bolor, surgimento de fissuras ou diversas patologias, entre outros.

É, portanto, fundamental que na contratação das firmas que desejem participar de empreendimentos desse tipo, o Governo exerça seu poder de compra em favor da garantia da qualidade, exigindo que as empresas de construção civil cumpram com os requisitos da qualidade, impedindo a utilização de sistemas construtivos e materiais de construção inadequados.

4.3.1 A Vila Tecnológica de Arraial do Cabo

No dia 23 de agosto de 1994, o CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - foi solicitado pela coordenação do PROTECH a participar da elaboração da Vila Tecnológica de Arraial do Cabo. O objetivo desse trabalho seria a incorporação da visão de energia nos aspectos relativos à sua geração, conservação e eficiência. No dia 09 de novembro do mesmo ano, foi realizada no CEPEL a 1ª reunião do Grupo de Trabalho responsável pelo desenvolvimento do projeto de construção da Vila PROTECH, com 120 casas, no Município de Arraial do Cabo.

Estiveram presentes à essa reunião, representantes da Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal Fluminense, Ministério da Marinha (Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM), Companhia de Eletricidade do Estado do Rio de Janeiro (CERJ), Instituto Nacional de Tecnologia (INT) e Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL). O Grupo de Trabalho definiu as diretrizes do Plano de Trabalho, dividindo a análise do Projeto da Vila em três grandes tópicos:

- projeto de arquitetura/urbanismo/conforto ambiental;
- planejamento energético da Vila;
- abastecimento de água, tratamento do esgoto e águas pluviais.

Para desenvolver a contento o primeiro tópico definido, o Grupo entendeu ser fundamental o levantamento de informações relacionadas à avaliação de hábitos e aspectos sócio-econômicos para melhor definir as características do projeto da Vila. Para isso, elaborou-se um questionário a ser respondido pelos futuros usuários da Vila Tecnológica¹¹⁰.

As perguntas objetivaram definir quais os principais critérios de desempenho a serem atendidos, segundo a opinião dos entrevistados. Além das questões relacionadas ao desempenho técnico da edificação, o público foi também consultado a respeito da definição do espaço interno das casas. Foram entrevistados 46 funcionários da prefeitura, futuros usuários das edificações, caracterizados da seguintes forma:

PROFISSÕES:

ajudante	8
auxiliar de serviços gerais	6
servente	6
motorista	4
professora	4
lixeiro	3
guarda municipal	2
jardineiro	1
encarregado de limpeza	1
assistente administrativo	1
apontador	1
cobrador CCTC	1
pintor	1
repcionista	1
inspetora de alunos	1
merendeira	1
NÃO RESPONDERAM	4

SALÁRIO:

31 famílias	(1 SM) R\$ 70,00 ¹¹¹
8 famílias	(1,5SM) R\$ 105,00 ¹¹²
7 famílias	(2 SM) R\$ 144,00 ¹¹²

COMPOSIÇÃO FAMILIAR:

Encontrou-se a média de 5 pessoas por casa sendo que os números variam desde 2 até 11 pessoas residindo na mesma moradia.

¹¹⁰ A íntegra desse questionário encontra-se no ANEXO III deste trabalho

¹¹¹NOTA: Valores correspondentes a 1994. Até abril de 1996 o valor do salário mínimo estava em R\$100,00 (cem reais)

**SOBRE O DESEMPENHO DA EDIFICAÇÃO:
QUAIS SÃO AS PRIORIDADES ?**

Tabela 7 - Resultados da priorização dos requisitos de caráter relativo

CLASSIFICAÇÃO ⇒ REQUISITOS ↓	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.
POUCO CALOR (CONF. TÉRMICO)	9	7	5	8	14	2	1
POUCA MANUTENÇÃO (DURABILIDADE)	1	1	5	7	10	15	7
BELEZA	0	2	1	0	3	9	31
SILÊNCIO NO INTERIOR (CONF ACÚSTICO)	12	8	8	9	3	6	0
POSSIBILIDADE DE EXPANSÃO VERTICAL	8	11	11	6	6	4	0
POSSIBILIDADE DE EXPANSÃO HORIZONTAL	5	7	6	11	5	7	5
ÁREA LIVRE PARA ATIVIDADES DIVERSAS	11	10	10	5	5	3	2
TOTAL	46						

**SOBRE O ESPAÇO INTERNO
QUAL DEVE SER O MAIOR AMBIENTE DA CASA ?**

Tabela 8 - Resultado da priorização dos espaços

CLASSIFICAÇÃO ⇒ AMBIENTE ↓	o maior	2o. maior	3o.maior	4o.maior
COZINHA	8	11	24	3
SALA	15	19	10	2
QUARTO	22	14	8	2
VARANDA	1	2	4	39

Os resultados apresentados indicaram as seguintes tendências:

- A adaptabilidade ao uso, abordada como “possibilidade de expansão vertical ou horizontal” é o principal requisito para a definição do sistema construtivo, sendo apontado por 13 entrevistados.
- O conforto acústico foi também considerado um importante critério de desempenho sendo destacado por cerca de 28 famílias que classificaram-no como o 1º, 2º e 3º requisito mais importante.

- O item área livre refere-se à implantação da casa no lote e não ao desempenho do sistema construtivo.

Apesar do esforço demonstrado pelos pesquisadores dedicados à avaliação pós-ocupação dos ambientes construídos, ainda não se desenvolveu na indústria da construção civil, a prática de consultar os usuários antes de definir o projeto das edificações.

As metodologias de avaliação do desempenho técnico partem do princípio de que o atendimento às exigências do cliente estaria implícito somente no bom desempenho técnico dos materiais e processos construtivos propostos. Entretanto, dependendo do local onde se pretende construir, ou da população que será atendida, alguns itens de caráter relativo - beleza, manutenção, conforto ambiental - adquirem diferentes graus de importância. Dessa forma, a informação sobre as necessidades do cliente/usuário pode:

- a) alterar critérios de avaliação de desempenho dos sistemas construtivos, em função das preferências dos clientes por determinados aspectos ligados ao comportamento da edificação;
- b) influir no dimensionamento das áreas e fluxos de circulação no projeto das edificações;
- c) definir os materiais de construção a serem utilizados;
- d) reduzir o “desperdício de qualidade” na medida em que o usuário vai encontrar na edificação as exatas características que procura;
- e) melhorar a eficiência das construtoras pela aceleração nas vendas dos imóveis construídos, e o seu aprimoramento técnico.

É importante ressaltar que a combinação do levantamento das exigências do usuário com as metodologias de avaliação de desempenho técnico dos sistemas construtivos permite decisões mais acertadas sobre o processo construtivo mais adequado, especialmente considerando a construção de conjuntos habitacionais onde um modelo é utilizado repetidas vezes.

CAPÍTULO 5:

SELEÇÃO DO SISTEMA CONSTRUTIVO: METODOLOGIA PROPOSTA

O estudo apresentado no capítulo 2 deste trabalho, analisou cinco metodologias para avaliação do desempenho dos sistemas construtivos inovadores:

- Metodologia desenvolvida pelo IPT/SP em 1981;
- Proposta apresentada pelos alunos do II Curso de Planejamento e Tecnologia da Habitação, em 1990;
- Convênio FAUUSP/FUPAM/FINEP, de 1986;
- Metodologia desenvolvida pelo CQD, de 1988;
- Método utilizado pelo CTE na Prefeitura de Cubatão, em 1991.

Os requisitos de desempenho utilizados nessas metodologias dividem-se entre as exigências do usuário - norma ISO 6241, relacionadas ao desempenho do produto - e requisitos do promotor - relacionadas ao desempenho do processo.

Outro aspecto também destacado pelas metodologias, refere-se à análise do projeto, que inclui: condições de implantação no lote, ampliação e evolução das unidades, adequação dimensional física e formal, projeto das instalações elétricas e hidráulicas, qualidade das informações apresentadas no projeto e na documentação técnica.

Entretanto, apesar do esforço dos pesquisadores da área no sentido de somente permitir que sejam colocados em uso sistemas construtivos que tenham sido aprovados por uma prévia avaliação de desempenho, ainda não se institucionalizou no país a utilização dessas metodologias.

É preciso pois que, a exemplo do que acontece em outros países, o Poder Público assuma seu papel na garantia da qualidade das edificações, especialmente aquelas financiadas com o dinheiro público, como as Vilas Tecnológicas construídas no âmbito do PROTECH.

A metodologia que será proposta neste capítulo, tem por objetivo orientar os promotores dos programas habitacionais na escolha do sistema construtivo mais adequado à situação proposta. Apresenta-se uma solução onde os técnicos do agente promotor - clientes internos - e os futuros usuários das edificações a serem produzidas - clientes externos - participam do processo de seleção. Entende-se que, a exemplo do que já ocorre em outros setores da economia, os fabricantes de materiais de construção e os pesquisadores voltados ao desenvolvimento de novos processos construtivos,

devem atender não mais apenas às necessidades das construtoras, mas também dos futuros moradores das edificações.

O questionário respondido pelos futuros moradores da Vila Tecnológica de Arraial do Cabo¹¹², é um exemplo da importância da participação do usuário na escolha do sistema construtivo. As informações obtidas permitem que se estabeleça uma ordem de prioridades a ser respeitada pelas habitações a serem construídas, definindo os requisitos de desempenho mais importantes na opinião daquele grupo (no caso, o conforto acústico e a adaptabilidade ao uso).

Neste capítulo, portanto, apresentar-se-á um modelo matemático simples que sintetiza todos os procedimentos necessários para a utilização da metodologia de seleção que se propõe. Para o melhor entendimento do mesmo, o texto é organizado em tópicos explicativos das fases metodológicas do modelo proposto.

¹¹² Conferir no capítulo 4 e no ANEXO 2 desse trabalho

5.1 METODOLOGIA DE SELEÇÃO:

◇ CRITÉRIOS ADOTADOS;

◇ ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO.

Antes de iniciar a descrição da metodologia de seleção proposta, torna-se necessário apresentar as seguintes definições¹¹³:

- desempenho - comportamento em uso de um produto.
- usuário - pessoa para a qual destina-se a edificação.
- exigências do usuário - aspirações e necessidades do morador em relação ao comportamento da edificação em uso.
- condições de exposição - conjunto de ações, ligadas ao uso e aos intemperismos, atuantes sobre a habitação durante sua vida útil.
- requisitos de desempenho - condições qualitativas que devem ser cumpridas pela habitação submetida às condições de exposição, a fim de que sejam satisfeitas as exigências do usuário.
- critérios de desempenho - conjunto de especificações e procedimentos que visam a expressar tecnicamente as exigências do usuário. Podem ser expressas qualitativa ou quantitativamente, mas sempre de forma técnica.

Ao desenvolver a metodologia para seleção de sistemas construtivos, o primeiro aspecto considerado referiu-se à definição dos requisitos do usuário. Apesar da lista ISO 6241 definir 14 requisitos do usuário, as metodologias analisadas no capítulo 2 consideraram, de maneira geral, apenas oito: segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, conforto higrotérmico, conforto acústico, durabilidade, adaptação ao uso e economia.

Esses requisitos, conforme a proposta apresentada pelos alunos do II Curso de Planejamento e Tecnologia da Habitação, podem ser divididos em dois grupos:

¹¹³INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas. *Elaboração de normas mínimas de desempenho para habitações térreas de interesse social*. Relatório nº 33.800. Cliente: FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, dezembro de 1995. Código do convênio: 63.94.0031.00. Data de assinatura, 31/01/1994. Coordenador: Ercio Thomaz

- de caráter absoluto: Devem ser atendidos plenamente pois colocam em risco a segurança dos usuários ou inviabilizam a produção da edificação. São eles:
 - segurança estrutural;
 - segurança ao fogo;
 - estanqueidade;
 - custo.
- de caráter relativo: É possível estabelecer uma escala de satisfação associada às necessidades do usuário:
 - conforto higrotérmico;
 - conforto acústico;
 - adaptabilidade ao uso;
 - durabilidade.

Para cada requisito de desempenho é necessário definir o critério de avaliação, ou seja, qual o mínimo desempenho que o sistema construtivo pode apresentar para ser considerada viável sua utilização na produção das habitações populares. Cientes da necessidade de estabelecer normas mínimas de desempenho para habitações térreas de interesse social, o IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - realizou em convênio com a FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos - um trabalho sobre esse assunto, cujo relatório final foi entregue em dezembro de 1995¹¹⁴. Esse trabalho tomou como base o Relatório IPT nº 16.277 - “Avaliação de desempenho de habitações térreas unifamiliares”, desenvolvido em 1981 e analisado no capítulo 2 desta tese.

De acordo com o IPT, a avaliação de desempenho deve obedecer à seguinte seqüência¹¹⁵:

a) pré-avaliação

Análise inicial da concepção e dos projetos (compreendendo desenhos, memoriais, detalhes construtivos, especificação de materiais, etc.) visando a identificação de omissões importantes, dos detalhes mal resolvidos, e de eventuais falhas que podem ser detectadas sem a realização de ensaios.

b) testes exploratórios

A fase de pré-avaliação pode ser complementada por alguns testes exploratórios, visando a elucidar expectativas de desempenho que não possam ser presumidas pela análise de projeto. Tais testes já devem obedecer aos cadernos de desempenho, podendo vir a ser aproveitados posteriormente, caso a avaliação global venha a ser realizada.

c) Avaliação propriamente dita

Julgando-se através da pré-avaliação que existam boas possibilidades de atendimento à maioria dos critérios e aos critérios mais importantes, parte-se para a avaliação de desempenho propriamente dita: planejamento dos experimentos, especificação e confecção dos corpos de prova, eventual construção de protótipo, realização de ensaios, cálculos, etc..

Tomando por base o relatório do IPT, e o trabalho desenvolvido por SOUZA¹¹⁶, a avaliação de desempenho dos critérios de caráter absoluto e relativo envolve as etapas seguintes:

REQUISITOS DE CARÁTER ABSOLUTO:

- **Segurança estrutural**

Refere-se à estabilidade do sistema construtivo proposto e à sua capacidade de resistir às cargas previstas para sua utilização, sem atingir o “estado limite último”, correspondendo à ruína do elemento ou parte dele, nem comprometer sua durabilidade.

O relatório do IPT¹¹⁷ define as seguintes etapas para a avaliação do desempenho estrutural:

1) Avaliação de desempenho quanto às solicitações resultantes do peso próprio, cargas estáticas de ocupação, ação do vento e outras cargas acidentais:

critério 1.1 - estabilidade e resistência estrutural;

critério 1.2 - estados de fissuração ou deformações inaceitáveis;

¹¹⁴INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas. *Elaboração de normas mínimas de desempenho para habitações térreas de interesse social*.op. cit.

¹¹⁵INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas, op. cit.

¹¹⁶ SOUZA, Roberto de. *A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: aplicação às janelas de uso habitacional*. Dissertação de mestrado, EPUSP, 1983

¹¹⁷INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. *Relatório Técnico nº 33.800 - Anexo 1: Desempenho Estrutural*. A lista com as normas ABNT/INMETRO que complementam esse relatório encontra-se no ANEXO IV deste trabalho.

- 1.2.1 - cargas verticais;
- 1.2.2 - cargas impostas por recalques das fundações;
- 1.2.3 - cargas horizontais.

2) Ação de impactos:

- critério 2.1 - impactos de corpo mole;
- critério 2.2 - impactos de corpo duro.

3) Cargas de ocupação:

- critério 3.1 - peças suspensas;
- critério 3.2 - sustentação de rede de dormir (critério optativo);
- critério 3.3 - interação entre paredes e portas;
- critério 3.4 - cargas concentradas em pisos.

• **Segurança ao fogo**

Este requisito está relacionado não apenas ao controle do risco de início de incêndio, em decorrência dos equipamentos existentes (que podem ser fontes acidentais de fogo) como também à reação ao fogo dos materiais constituintes da edificação (formação de fumaça e/ou geração de gases tóxicos).

De acordo com o IPT¹¹⁸, tem-se os seguintes critérios de avaliação:

1) Critérios relativos às características físicas dos elementos construtivos:

- critério 1.1 - propagação de chamas;
- critério 1.2 - desenvolvimento de fumaça;
- critério 1.3 - resistência ao fogo.

2) Critérios relativos à aspectos construtivos.

3) Critérios relativos às instalações elétricas.

4) Critérios relativos a rotas de fuga.

5) Critérios relativos à implantação do conjunto habitacional:

- critério 5.1 - distância entre habitações;
- critério 5.2 - meios de comunicação e de acesso dos serviços de combate;

• **Estanqueidade**

Relacionadas à estanqueidade à água, ao ar, às poeiras, materiais sólidos, insetos e animais nocivos de pequeno porte. A estanqueidade à água tem sido a principal preocupação nos estudos voltados à definição dos critérios de avaliação.

O IPT¹¹⁹ define os seguintes critérios para a estanqueidade à água:

¹¹⁸INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado. *Relatório Técnico nº 33.800- Anexo 2: Segurança ao fogo*

1) Fundações.

critério único - isolamento das fundações da umidade proveniente do solo.

2) Fachadas:

critério 2.1 - estanqueidade das janelas (infiltrações pelos caixilhos);

critério 2.2 - estanqueidade das janelas (escorrimentos pelas paredes);

critério 2.3 - estanqueidade das paredes em contato com a água da chuva (escorrimentos ou formação de gotas);

critério 2.4 - estanqueidade das paredes em contato com áreas molhadas (infiltrações de paredes divisórias de banheiros, cozinhas e demais áreas molhadas);

critério 2.5 - condições para implantação no terreno.

3) Divisórias internas.

critério único - estanqueidade das paredes em contato com áreas molhadas.

4) Pisos

critério 4.1 - estanqueidade dos pisos laváveis;

critério 4.2 - estanqueidade dos pisos em contato com a umidade do solo.

5) Cobertura

critério 5.1 - estanqueidade às águas da chuva - presença de umidade;

critério 5.2 - estanqueidade às águas da chuva - penetração de água;

critério 5.3 - estanqueidade às águas da chuva - drenagem das águas.

- **Economia**

Na definição do custo global da edificação, deve-se considerar o custo de produção e os custos de manutenção. Alguns autores (SOUZA¹²⁰) incluem na lista das exigências de economia os *custos de operação* do edifício - custos relativos ao consumo de água, de energia elétrica, etc. Nesse sentido, além da acessibilidade ao custo inicial, ressalta-se que os custos de manutenção e reposição devem ser pouco onerosos e convenientemente espaçados no tempo, assim como os custos de operação devem ser os menores possíveis, obviamente estando garantida a satisfação das demais exigências do usuário.

REQUISITOS DE CARÁTER RELATIVO:

- **Conforto higrotérmico**

¹¹⁹INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado. *Relatório Técnico nº 33.800- Anexo 3: Estanqueidade à água*. A lista com as normas ABNT/INMETRO que complementam esse relatório encontra-se no ANEXO V deste trabalho.

¹²⁰SOUZA, Roberto de. *A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: aplicação às janelas de uso habitacional. op. cit.*

As exigências de conforto higrotérmico visam a limitar as sensações desagradáveis provocadas pela perda excessiva de calor pelo corpo, pela desigualdade de temperatura entre as diversas partes do corpo, pela dificuldade de eliminar o calor produzido pelo organismo e pela presença de superfícies frias e/ou molhadas.

O processo de avaliação do desempenho térmico, segundo consta no relatório do IPT¹²¹, é composto pelas seguintes etapas:

- a) caracterização das exigências humanas de conforto térmico;
- b) caracterização das condições típicas de exposição ao clima;
- c) caracterização da edificação e da sua ocupação;
- d) caracterização do comportamento térmico da edificação; e
- e) avaliação do desempenho térmico da edificação.

- **Conforto acústico**

Refere-se à compatibilidade do nível sonoro com as atividades a serem desenvolvidas no interior da edificação, ao ruído de impacto e de equipamentos no interior e exterior da edificação além da exigência de sonoridade (que se exprime no tempo de reverberação nos compartimentos) e de intimidade.

De acordo com o IPT¹²², tem-se os seguintes critérios de avaliação:

- 1) Conjunto fachada/cobertura de dormitório ou sala de estar

critério único - o isolamento sonoro bruto mínimo que deve ser proporcionado pelo conjunto fachada/cobertura deve ser igual a 30dB

- 2) Parede comum a casas geminadas ou conjunto de parede comum e forro passante em casas geminadas:

critério único - o isolamento sonoro bruto mínimo que deve ser proporcionado por parede interna à habitação deve ser igual a 45dB

- **Durabilidade**

A exigência básica do usuário quanto à durabilidade é a conservação do desempenho do edifício ao longo de sua vida útil, de forma que todas as exigências para ele inicialmente fixadas continuem sendo satisfeitas durante o período previsto para sua utilização, estando o edifício em condições normais de uso, e submetido aos serviços normais de manutenção e reposição.

O trabalho apresentado pelo IPT¹²³ divide este item nos seguintes Apêndices:

¹²¹INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado. *Relatório Técnico nº 33.800- Anexo 5 - Conforto térmico.*

¹²²INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado. *Relatório Técnico nº 33.800- Anexo 6- Conforto acústico.*

Apêndice 1: Metais.

Apêndice II: Proteção do aço através de pinturas.

Apêndice III: PVC - Poli(cloreto de vinila).

Apêndice IV: Madeiras.

Apêndice V: Materiais pétreos e seus revestimentos.

De maneira geral, os critérios de avaliação definidos são:

- 1) Possibilidade de corrosão de reforços.
- 2) Possibilidade de corrosão de metais em contato.
- 3) Possibilidade de ocorrência de eflorescência e lixiviação.
- 4) Possibilidade de apodrecimento da madeira.
- 5) Possibilidade de patologias da argamassa.
- 6) Possibilidade de infiltração de água.
- 7) Possibilidade de fissuração de paredes longas.
- 8) Problemas de efeito térmico.

- **Adaptação à utilização**

Este requisito refere-se à possibilidade de alterar o *layout* interno e/ou externo da edificação, adequando os recintos às necessidades dos usuários e possibilitando a instalação dos equipamentos necessários ao pleno desenvolvimento das atividades a serem realizadas no interior da edificação.

Vale acrescentar que o relatório apresentado pelo IPT foi distribuído pela FINEP a pesquisadores de todo o país que deverão apresentar suas sugestões à proposta de avaliação apresentada. O principal desdobramento aguardado para o trabalho realizado por aquele Instituto é sua transformação em normas oficiais brasileiras.

Considerando os requisitos de desempenho supra citados e seus respectivos critérios, note-se a dificuldade em organizar as informações relacionadas ao desempenho dos sistemas inovadores de construção, de forma a definir qual deles melhor se adequa à situação apresentada. É com esse objetivo que se propõe a metodologia de seleção que se apresenta, composta das seguintes etapas:

- **AVALIAÇÃO QUANTO AOS REQUISITOS DE DESEMPENHO DO PRODUTO:**
 - ⇒ avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos absolutos;
 - fase eliminatória;

¹²³INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado. *Relatório Técnico nº 33.800- Anexo 4: Durabilidade*. As normas que complementam esse trabalho estão relacionadas no ANEXO VI.

- definição dos pesos de cada requisito pelo(s) profissional(is) envolvido(s);
- fase classificatória.

⇒ avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos relativos:

- definição dos pesos de cada requisito pelos futuros moradores;
- fase classificatória.

⇒ classificação final quanto aos requisitos do usuário.

- **AVALIAÇÃO QUANTO AOS REQUISITOS DE DESEMPENHO DO PROCESSO:**

⇒ seleção dos requisitos de desempenho do processo;

⇒ definição dos pesos pelos profissionais envolvidos;

⇒ classificação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de desempenho do processo.

- **SELEÇÃO FINAL DO SISTEMA CONSTRUTIVO**

5.2 AVALIAÇÃO QUANTO AOS REQUISITOS DE DESEMPENHO DO PRODUTO

5.2.1 Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de caráter absoluto

1a. parte: fase eliminatória

Nessa etapa, a Comissão Técnica que representa o promotor da intervenção (governo federal, estadual ou municipal) analisa se os sistemas construtivos inscritos na licitação apresentam desempenho técnico mínimo satisfatório frente às solicitações de caráter absoluto, ou seja, resistência mecânica, resistência ao fogo, estanqueidade e economia.

Sugere-se que, no ato da inscrição na licitação, seja exigida das construtoras participantes a apresentação de laudos técnicos fornecidos por laboratórios de pesquisa com reconhecida idoneidade técnica, ou credenciados pelo INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia e Qualidade Industrial, atestando quanto ao desempenho do sistema construtivo frente aos requisitos definidos. O não atendimento aos mínimos critérios de desempenho para qualquer desses requisitos, implicaria, automaticamente, na desclassificação do sistema construtivo.

Vale ressaltar que neste trabalho não se pretende definir os níveis mínimos de desempenho para cada requisito determinado, a exemplo do relatório do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas - discutido na seção anterior. A metodologia que se está apresentando propõe a análise e classificação dos resultados apresentados pelos sistemas construtivos inovadores, quando da realização dos respectivos testes e ensaios para avaliação do seu desempenho técnico, através de um modelo matemático que auxilia na seleção do sistema mais adequado.

2a.parte - classificação dos sistemas construtivos

Após a eliminação dos sistemas construtivos que não atingiram o mínimo desempenho técnico em relação aos requisitos de caráter absoluto, a Comissão Técnica estabelece uma hierarquização desses requisitos, baseada nos objetivos do agente promotor do empreendimento, através da atribuição de pesos.

Para a definição desses pesos, propõe-se a utilização da Matriz de Prioridades pelo método analítico ou consensual, conforme descrição apresentada na seção 3.1.5. deste

trabalho. Pelo Método Analítico, cada um dos requisitos é avaliado em relação aos outros. Nessa comparação, deve-se:

- registrar a lista de requisitos nos sentidos vertical e horizontal da matriz;
- comparar o grau de importância dos requisitos entre si, usando a seguinte escala:

1 - igualmente importante

5 - mais importante

0,2 - menos importante

10 - muito mais importante

0,1 - muito menos importante

NOTA: Os julgamentos “mais” e “muito mais” são opostos aos “menos” e “muito menos” respectivamente.

Conforme será visto no exemplo de aplicação da metodologia, ao final deve-se:

- somar os escores de cada coluna e registrar o total;
- somar os totais de cada coluna e obter o total final;
- somar cada linha através da matriz;
- dividir o total de cada linha pelo total final para obter a porcentagem

correspondente a cada critério. Esse valor corresponde ao peso atribuído ao requisito.

Após a definição dos pesos de cada requisito, o desempenho do sistema construtivo é analisado e recebe uma pontuação que obedece à seguinte escala (N_a = pontuação atribuída ao sistema construtivo quanto ao seu desempenho frente aos requisitos de caráter absoluto):

- quando o desempenho for o mínimo exigido¹²⁴, $N_a = 1$;
- quando o desempenho estiver acima do mínimo, $N_a = 2$;
- quando o desempenho estiver muito acima do mínimo, $N_a = 3$;
- quando o desempenho for satisfatório e oferecer alguma outra possibilidade de utilização, $N_a = 4$;
- quando o desempenho além de satisfatório, oferecer outras possibilidades de utilização¹²⁵, $N_a = 5$

¹²⁴ Considere-se como desempenho mínimo os valores determinados pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

¹²⁵ Considerando por exemplo a segurança estrutural, um sistema construtivo que ofereça a possibilidade de construir outro pavimento sem que haja a necessidade de alterar a estrutura inicial da residência, receberia $N_a = 5$ na avaliação.

Para determinar a pontuação de cada sistema construtivo frente às solicitações de caráter absoluto, deve-se montar uma matriz, utilizando a fórmula “A”, apresentada abaixo:

$$D_a = \sum P_a \times N_a$$

fórmula “A”, onde:

D_a = desempenho do sistema construtivo frente aos requisitos de caráter absoluto;

P_a = peso do requisito de caráter absoluto; e

N_a = pontuação atribuída ao sistema construtivo em função dos resultados obtidos nos ensaios referentes à avaliação de desempenho quanto ao requisito de caráter absoluto que se está avaliando.

5.2.2 Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de caráter relativo

1a. parte : consulta aos futuros moradores e definição dos pesos

O público-alvo da intervenção deve ser consultado sobre o grau de importância que eles atribuem aos requisitos de desempenho considerados de caráter relativo. De acordo com a lógica utilizada no QFD - *Quality Function Deployment* - após a definição dos requisitos de desempenho, os clientes atribuem a eles uma ordem de importância o que permite aos técnicos definir quais são aquelas características realmente críticas.

Partindo desse princípio, pode-se elaborar um questionário a ser respondido pelos possíveis futuros usuários das habitações a serem produzidas, solicitando que eles indiquem sua opinião a respeito da ordem de importância dos requisitos de caráter relativo. O requisito considerado como mais importante deve ser assinalado com o número 1, o segundo mais importante com o número 2 e assim sucessivamente até o último requisito da lista. Na análise dos resultados obtidos, deve-se verificar quantas vezes cada requisito foi classificado como “o mais importante” na opinião do público entrevistado.

A interpretação da definição pelos futuros usuários do “quanto” cada requisito é mais ou menos importante que o outro, tem características que se baseiam na lógica *fuzzy*, pois a diferença entre o peso de um requisito em relação ao outro é variável. A hipótese adotada, entende que o requisito que obteve o maior número de votantes como sendo o principal, terá um peso maior, correspondente à porcentagem deste número em relação ao número total de votantes. Portanto, para definir os pesos de cada requisito de caráter relativo, calcula-se a relação entre o número de pessoas que considerou aquele requisito

como o prioritário e o número total de pessoas entrevistadas. Em resumo, deve-se utilizar a fórmula “B”, apresentada a seguir:

$$\frac{n}{T} = P_r$$

fórmula “B”, onde:

T = número total de pessoas entrevistadas;

n = número de pessoas que votaram naquele item;

P_r = peso do requisito de caráter relativo.

2ª fase - classificação dos sistemas construtivos

Uma vez definidos os pesos dos requisitos de caráter relativo, a Comissão Técnica deverá analisar os resultados dos ensaios de avaliação do desempenho técnico dos sistemas construtivos, a exemplo do que foi feito anteriormente para os requisitos de caráter absoluto. Vale ressaltar que cabe às construtoras, apresentar, no ato da inscrição na licitação, o resultado dos ensaios laboratoriais relacionados à avaliação de desempenho quanto aos requisitos propostos, e cabe ao agente promotor analisar os sistemas construtivos, de acordo com o desempenho demonstrado. Ou seja, considerando **N_r** = pontuação atribuída ao sistema construtivo em função dos resultados obtidos nos ensaios referentes ao desempenho técnico quanto ao requisito de caráter relativo que se está avaliando, considera-se:

- quando o desempenho for o mínimo exigido¹²⁶, **N_a** = 1;
- quando o desempenho estiver acima do mínimo, **N_a** = 2;
- quando o desempenho estiver muito acima do mínimo, **N_a** = 3;
- quando o desempenho for satisfatório e oferecer alguma outra possibilidade de utilização, **N_a** = 4;
- quando o desempenho além de satisfatório, oferecer outras possibilidades de utilização¹²⁷, **N_a** = 5

¹²⁶ Considere-se como desempenho mínimo os valores determinados pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas -

Para a elaboração da matriz de desempenho dos sistemas construtivos frente às solicitações de caráter relativo, os pontos atribuídos pela Comissão Técnica aos sistemas construtivos propostos devem ser multiplicados pelos pesos definido pelos usuários para o requisito correspondente, obedecendo à fórmula “R”:

$$D_r = \sum P_r \times N_r$$

fórmula “R”, onde:

D_r = desempenho do sistema construtivo frente aos requisitos de caráter relativo;

P_r = peso do requisito de caráter relativo; e

N_r = pontuação atribuída ao sistema construtivo em função dos resultados obtidos nos ensaios referentes à avaliação de desempenho quanto ao requisito de caráter relativo que se está avaliando.

5.2.3 Classificação dos sistemas construtivos quanto ao desempenho do produto

Finalmente, às pontuações finais obtidas por cada sistema construtivo na matriz referente ao desempenho frente aos requisitos de caráter relativo são acrescidos os pontos obtidos na avaliação referente ao desempenho frente aos requisitos de caráter absoluto. A média entre esses dois valores corresponde ao desempenho dos sistemas construtivos em relação aos requisitos do produto. Vale acrescentar, ainda, que a Comissão Técnica responsável pela definição do sistema construtivo mais adequado ao programa habitacional proposto, pode adotar outro procedimento na totalização do desempenho frente aos requisitos do produto diferente da média. A metodologia proposta permite premiar o desempenho frente aos requisitos de caráter absoluto e relativo de forma diferente através, por exemplo, da atribuição de pesos que totalizem a unidade.

¹²⁷ Considerando por exemplo a segurança estrutural, um sistema construtivo que ofereça a possibilidade de construir outro pavimento sem que haja a necessidade de alterar a estrutura inicial da residência, receberia $N_a = 5$ na avaliação.

5.3 AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS CONSTRUTIVOS QUANTO AOS REQUISITOS DE DESEMPENHO DO PROCESSO

5.3.1 Seleção dos requisitos de desempenho do processo.

Para cada programa habitacional proposto, existe uma série de requisitos relacionados ao atendimento das necessidades do promotor do empreendimento. Por essa razão, os sistemas construtivos além de atenderem às exigências dos futuros usuários (requisitos de desempenho do produto) devem apresentar desempenho satisfatório frente às solicitações relacionadas ao desempenho do processo para ser considerada viável sua utilização nos programas habitacionais propostos. Entre os requisitos do processo listados no capítulo 2 deste trabalho, pode-se citar:

- interação solo/estrutura;
- adaptabilidade às diferentes declividades;
- facilidade na montagem/manuseio;
- facilidade de fabricação;
- disponibilidade dos elementos constituintes;
- adaptabilidade à cultura da região;
- confiabilidade técnica;
- rapidez na execução;
- facilidade no transporte das peças;
- possibilidade de fazer mutirão;
- necessidade de equipamentos para montagem;
- serviços preliminares exigidos;
- facilidade de estocagem;

- dispensa controle da qualidade (o controle é feito na confecção das peças);
- possibilidade de ajuste das peças;
- dispensa retoques (relacionado à qualidade das peças).

Alguns dos requisitos listados serão exigidos somente por alguns programas habitacionais (por exemplo, a possibilidade de usar o trabalho sob forma de mutirão), assim como outros requisitos que não constam desta relação inicial poderão ser incluídos de acordo com as necessidades e/ou possibilidades do agente promotor do empreendimento. Por essa razão, esta etapa da metodologia proposta não é constante, estando vinculada à proposta apresentada pelo promotor do programa habitacional.

5.3.2 Definição dos pesos pelos profissionais envolvidos.

Após a seleção dos requisitos, a Comissão Técnica deve atribuir pesos relacionados à importância que cada requisito possui dentro da proposta do agente promotor do empreendimento, a exemplo do que fez-se inicialmente para hierarquizar os requisitos de caráter absoluto, propõe-se a utilização da Matriz de Prioridades pelo Método Analítico ou Consensual.

5.3.3 Classificação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de desempenho do processo

Após a definição dos pesos e tomando por base as informações que as construtoras forneceram sobre os sistemas construtivos propostos, atribuem-se pontos relacionados ao desempenho do processo. Diferente da avaliação quanto aos requisitos de desempenho do produto, os requisitos a serem adotados nesta etapa da metodologia são qualitativos e não quantitativos. A pontuação a ser atribuída ao sistema construtivo em função do desempenho do processo (N_p) deve obedecer à seguinte escala:

- quando o desempenho for fraco, $N_p = 1$.
- quando o desempenho for regular, $N_p = 2$;

- quando o desempenho for médio, $N_p = 3$;
- quando o desempenho for bom, $N_p = 4$;
- quando o desempenho for excelente, $N_p = 5$;

Para a montagem da matriz de avaliação quanto ao desempenho do processo, os pontos atribuídos pela Comissão Técnica aos sistemas construtivos propostos deverão ser multiplicados pelos pesos determinados para os requisitos correspondentes, obedecendo à fórmula “P”:

$$D_p = \sum P_p \times N_p$$

fórmula “P”, onde:

D_p = desempenho do sistema construtivo frente aos requisitos de desempenho do processo;

P_p = peso do requisito de desempenho do processo; e

N_p = pontuação atribuída ao sistema construtivo em função do seu desempenho frente às solicitações dos requisitos do processo.

5.4 SELEÇÃO FINAL DO SISTEMA CONSTRUTIVO

Com base nos dados coletados nas etapas anteriores, torna-se possível montar uma tabela com os valores obtidos pelos sistemas construtivos. A leitura dessa tabela permite identificar qual processo construtivo melhor atende às necessidades do programa proposto.

Em resumo, o modelo matemático que sintetiza os procedimentos apresentados para seleção do sistema construtivo adequado, considerando os requisitos de desempenho do produto e do processo, se expressa da seguinte forma:

$$D_f = \frac{D_a + D_r}{2} + D_p$$

Onde:

D_f = desempenho final do sistema construtivo;

D_a = desempenho do sistema construtivo frente às solicitações de caráter absoluto;

D_r = desempenho do sistema construtivo frente às solicitações de caráter relativo

D_p = desempenho do processo proposto.

O que equivale a dizer:

$$D_f = \frac{\text{desempenho do produto} + \text{desempenho do processo}}{2}$$

Neste exemplo, adotou-se a média entre o desempenho do produto e do processo. O modelo proposto, entretanto, aceita outras ponderações, conforme as necessidades da situação onde se pretende utilizar esta metodologia.

5.5 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

Para demonstrar a utilização do modelo proposto, serão considerados quatro sistemas construtivos inovadores. A pontuação atribuída ao desempenho técnico dos processos escolhidos para esta aplicação, baseou-se apenas nas informações que as construtoras forneceram a respeito do desempenho técnico oferecido. Considerando que uma avaliação que tomasse por base resultados obtidos em ensaios laboratoriais certamente alteraria a classificação que será apresentada, optou-se por não identificar os sistemas construtivos escolhidos para esta demonstração.

5.5.1 Avaliação quanto aos requisitos de desempenho do produto

5.5.1.1 Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de caráter absoluto

1a. fase - fase eliminatória

Para esta demonstração, considerar-se-ão os quatro sistemas construtivos propostos aprovados nesta fase.

2a. fase - fase classificatória

Para definir os pesos dos requisitos de caráter absoluto, será utilizada a Matriz de Prioridades pelo Método Analítico, adotando-se as seguintes premissas¹²⁸:

1. Considerando que em uma licitação pública os custos elevados podem inviabilizar a realização do empreendimento, este requisito será considerado o mais importante em relação aos outros.
2. Considerando a eventualidade de um incêndio e a constância das cargas próprias e da sobrecarga atuando no sistema proposto, o requisito segurança estrutural será considerado mais importante que a segurança ao fogo.
3. Adotando o mesmo raciocínio e considerando que a falta de estanqueidade não põe em risco a segurança dos usuários das edificações, a segurança estrutural é, também, mais importante que a estanqueidade.

4. Considerando, mais uma vez, que a falta de estanqueidade não põe em risco a vida dos usuários das edificações, o requisito segurança ao fogo será considerado mais importante que a estanqueidade.

Expressando numericamente estes resultados, de acordo com a escala preconizada no item 3.1.4.1 tem-se a seguinte Matriz de Prioridades:

Matriz 1- Definição dos pesos dos requisitos de caráter absoluto (P_a)

REQUISITO ⇒ REQUISITO ↓	SEGURANÇA ESTRUTURAL	SEGURANÇA AO FOGO	ESTANQUEI DADE	CUSTOS	Σ	%
SEGURANÇA ESTRUTURAL	-	5	5	0,2	10,2	33
SEGURANÇA AO FOGO	0,2	-	5	0,2	5,4	17
ESTANQUEIDADE	0,2	0,2	-	0,2	0,6	2
CUSTOS	5	5	5	-	15	48
TOTAL					31,2	100

Os resultados obtidos são os que se seguem:

- 1º. segurança estrutural - 33%, ou seja $P_a = 0,33$;
- 2º. segurança ao fogo - 17% ou seja $P_a = 0,17$;
- 3º. estanqueidade - 2% ou seja $P_a = 0,02$;
- 4º. custos - 48% ou seja $P_a = 0,48$.

A atribuição de pontos aos sistemas construtivos em relação ao seu desempenho quanto aos requisitos de caráter absoluto considerou a seguinte escala:

- quando o desempenho for o mínimo exigido¹²⁹, $N_a = 1$;
- quando o desempenho estiver acima do mínimo, $N_a = 2$;
- quando o desempenho estiver muito acima do mínimo, $N_a = 3$;
- quando o desempenho for satisfatório e oferecer alguma outra possibilidade de utilização, $N_a = 4$;
- quando o desempenho além de satisfatório, oferecer outras possibilidades de utilização¹³⁰, $N_a = 5$

¹²⁸As proposições listadas a seguir não são rígidas. A metodologia que se está propondo é flexível, aceitando, inclusive hipóteses diferentes das que aqui estão sendo apresentadas.

¹²⁹Considere-se como desempenho mínimo os valores determinados pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

A análise dos resultados dos ensaios realizados com os sistemas construtivos que estão sendo analisados resultou na pontuação (N_a) registrada na Tabela 9 :

Tabela 9 - Pontuação atribuída aos sistemas construtivos pelo seu desempenho frente aos requisitos de caráter absoluto (N_a)

REQUISITOS ⇒ SIST. CONST.↓	SEGURANÇA ESTRUTURAL	SEGURANÇA AO FOGO	ESTANQUEIDADE	CUSTOS
SISTEMA 1	5	5	4	4
SISTEMA 2	5	5	5	4
SISTEMA 3	5	5	5	4
SISTEMA 4	1	3	3	4

Para finalizar esta primeira etapa da metodologia proposta, deve-se montar a Matriz 2 onde o desempenho do sistema construtivo frente às solicitações de caráter absoluto será expresso através do produto da pontuação obtida quando da análise dos resultados dos ensaios referentes aos requisitos propostos e o peso atribuído a cada um desses requisitos, ou seja:

$$D_a = \sum P_a \times N_a$$

fórmula “A”, onde:

D_a = desempenho do sistema construtivo frente aos requisitos de caráter absoluto;

P_a = peso do requisito de caráter absoluto; e

N_a = pontuação atribuída ao sistema construtivo em função dos resultados obtidos nos ensaios referentes ao requisito de caráter absoluto que se está avaliando.

Matriz 2 - Desempenho dos sistemas construtivos quanto às solicitações de caráter absoluto (D_a)

REQUISITOS ⇒ SIST. CONST.↓	SEGURANÇA ESTRUTURAL	SEGURANÇA AO FOGO	ESTANQUEIDADE	CUSTOS	D_a
SISTEMA 1	5 x 0,33	5 x 0,17	4 x 0,02	4 x 0,48	4,5
SISTEMA 2	5 x 0,33	5 x 0,17	5 x 0,02	4 x 0,48	4,52
SISTEMA 3	5 x 0,33	5 x 0,17	5 x 0,02	4 x 0,48	4,52
SISTEMA 4	1 x 0,33	3 x 0,17	3 x 0,02	4 x 0,48	2,82

¹³⁰ Considerando por exemplo a segurança estrutural, um sistema construtivo que ofereça a possibilidade de construir outro pavimento sem que haja a necessidade de alterar a estrutura inicial da residência, receberia $N_a = 5$ na avaliação.

5.5.1.2 Avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de caráter relativo

1a. fase - consulta aos usuários

No final de 1994, elaborou-se um questionário que foi apresentado às famílias que serão atendidas pelo PROTECH no município de Arraial do Cabo. Foi solicitado a eles que colocassem requisitos de caráter relativo, definidos anteriormente, na ordem do mais importante até o menos importante. Os resultados dessa pesquisa foram apresentados no capítulo 4 deste trabalho e constam da Tabela 7:

Tabela 7 - Resultados da priorização dos requisitos de caráter relativo

CLASSIFICAÇÃO ⇒	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.
REQUISITOS ↓							
POUCO CALOR (CONF. TÉRMICO)	9	7	5	8	14	2	1
POUCA MANUTENÇÃO (DURABILIDADE)	1	1	5	7	10	15	7
BELEZA	0	2	1	0	3	9	31
SILÊNCIO NO INTERIOR (CONF ACÚSTICO)	12	8	8	9	3	6	0
POSSIBILIDADE DE EXPANSÃO VERTICAL	8	11	11	6	6	4	0
POSSIBILIDADE DE EXPANSÃO HORIZONTAL	5	7	6	11	5	7	5
ÁREA LIVRE PARA ATIVIDADES DIVERSAS	11	10	10	5	5	3	2
TOTAL	46						

A leitura dos valores registrados na primeira coluna da tabela permite identificar a ordem de importância dos requisitos definidos. O item “área livre para atividades diversas” não está relacionado ao desempenho do produto enquanto o requisito “beleza” não foi considerado prioritário por nenhum dos entrevistados. Por esta razão, esses dois requisitos não serão considerados na avaliação de desempenho do produto. Os itens “possibilidade de expansão horizontal” e “vertical” serão computados juntos pois ambos referem-se ao requisito “adaptabilidade ao uso”.

Tabela 10 - Priorização dos requisitos de caráter relativo

	CONFORTO HIGROTÉRMICO	CONFORTO ACÚSTICO	ADAPTABILIDADE AO USO	DURABILIDADE
no. de pontos	09	12	13	01

Tomando por base os dados da Tabela 10, é possível determinar os pesos de cada requisito de caráter relativo. Para isso, deve-se utilizar a fórmula “B”, apresentada a seguir:

$$\frac{n}{T} = P_r$$

fórmula “B”, onde:

T = número total de pessoas entrevistadas

n = número de pessoas que votaram naquele item;

P_r = peso do requisito de caráter relativo.

Os resultados obtidos são os que se seguem:

1º. adaptabilidade ao uso - 37%, ou seja $P_r = 0,37$;

2º. conforto acústico - 34% ou seja $P_r = 0,3$;

3º. conforto higrotérmico - 26% ou seja $P_r = 0,26$;

4º. durabilidade - 3% ou seja $P_r = 0,03$.

2a. fase - classificação dos sistemas construtivos

A avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos caráter relativo considerou a escala indicada a seguir:

- quando o desempenho for o mínimo exigido¹³¹, $N_a = 1$;
- quando o desempenho estiver acima do mínimo, $N_a = 2$;
- quando o desempenho estiver muito acima do mínimo, $N_a = 3$;
- quando o desempenho for satisfatório e oferecer alguma outra possibilidade de utilização, $N_a = 4$;
- quando o desempenho além de satisfatório, oferecer outras possibilidades de utilização¹³², $N_a = 5$

¹³¹ Considere-se como desempenho mínimo os valores determinados pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Tabela 11- Pontuação atribuída aos sistemas construtivos pelo seu desempenho frente aos requisitos de caráter relativo (N_r)

REQUISITOS ⇒ SIST. CONST.↓	CONFORTO HIGROTÉRMICO	CONFORTO ACÚSTICO	ADAPTAB. AO USO	DURABILIDADE
SISTEMA 1	4	5	5	4
SISTEMA 2	3	5	3	5
SISTEMA 3	4	5	5	5
SISTEMA 4	1	1	1	1

Os resultados dessa análise deram origem à Matriz 3 onde o desempenho do sistema construtivo frente às solicitações de caráter relativo será expresso através do produto da pontuação obtida quando da análise dos resultados dos ensaios referentes aos requisitos propostos e o peso atribuído a cada um desses requisitos, ou seja:

$$D_r = \sum P_r \times N_r$$

fórmula “R”, onde:

D_r = desempenho do sistema construtivo frente aos requisitos de caráter relativo;

P_r = peso do requisito de caráter relativo; e

N_r = pontuação atribuída ao sistema construtivo em função dos resultados obtidos nos ensaios referentes ao requisito de caráter relativo que se está avaliando.

Matriz 3 - Desempenho dos sistemas construtivos quanto às solicitações de caráter relativo (D_r)

REQUISITOS ⇒ SIST. CONST.↓	CONFORTO HIGROTÉRMICO	CONFORTO ACÚSTICO	ADAPTAB. AO USO	DURABILIDADE E	D_r
SISTEMA 1	4 x 0,26	5 x 0,34	5 x 0,37	4 x 0,03	4,71
SISTEMA 2	3 x 0,26	5 x 0,34	3 x 0,37	5 x 0,03	3,74
SISTEMA 3	4 x 0,26	5 x 0,34	5 x 0,37	5 x 0,03	4,74
SISTEMA 4	1 x 0,26	1 x 0,34	1 x 0,37	1 x 0,03	1,00

5.5.1.3 Classificação dos sistemas construtivos quanto ao desempenho do produto

Calculando a média dos resultados das totalizações anteriores, tem-se:

¹³² Considerando por exemplo a segurança estrutural, um sistema construtivo que ofereça a possibilidade de construir outro pavimento sem que haja a necessidade de alterar a estrutura inicial da residência, receberia $N_a = 5$ na avaliação.

Tabela 12- Resultado da avaliação dos sistemas construtivos quanto ao desempenho do produto

	critérios absolutos	critérios relativos	M
SISTEMA 1	4,5	4,71	4,60
SISTEMA 2	4,52	3,74	4,13
SISTEMA 3	4,52	4,74	4,63
SISTEMA 4	2,82	1,00	1,91

5.5.2 Avaliação quanto aos requisitos de desempenho do processo

5.5.2.1 Seleção dos requisitos de desempenho do processo

Conforme mencionado anteriormente (item 5.3) a avaliação quanto aos requisitos do processo deve obedecer às determinações do agente promotor do empreendimento. Portanto, a primeira etapa dessa avaliação é a seleção, entre os diferentes requisitos relacionados ao desempenho do processo, daqueles que deverão ser avaliados quando da realização da licitação. Para esta demonstração da metodologia, foram selecionados os seguintes requisitos:

- A) Interação solo/estrutura
- B) Confiabilidade técnica
- C) Prazo de execução
- D) Serviços preliminares exigidos
- E) Oferece condições de auto-regulação
- F) Dispensa retoques (qualidade das peças)
- G) Facilidade de obtenção/fabricação dos componentes

5.5.2.2 Definição dos pesos pelos profissionais envolvidos;

Os profissionais que participam da seleção do sistema construtivo (Comissão Técnica) e que, portanto, representam o “cliente interno”, devem atribuir pesos aos requisitos de desempenho do processo. Conforme explicado anteriormente, para a definição dos pesos dos requisitos do processo, propõe-se a utilização da técnica Matriz de Prioridades pelo Método Analítico. Para este exemplo, serão adotadas as seguintes premissas¹³³:

¹³³Mais uma vez vale lembrar que as proposições listadas a seguir não são rígidas. A metodologia que se está propondo é flexível, aceitando, inclusive hipóteses diferentes das que aqui estão sendo apresentadas.

1. O requisito confiabilidade técnica foi considerado o mais importante de todos.
2. O requisito referente à interação solo/estrutura é igualmente importante à confiabilidade técnica e mais importante que os demais requisitos.
3. À exceção dos dois requisitos destacados anteriormente, a facilidade de obtenção/fabricação dos componentes será considerada como mais importante que os demais requisitos.
4. Os demais requisitos serão considerados igualmente importantes entre si.

A representação numérica dessa análise deu origem a seguinte Matriz de Prioridades:

Matriz 4 - Definição dos pesos dos requisitos do processo (D_p)

	INTER.	CONF.	PRAZOS	SERV PREL	AUTO- REG.	QUALI DADE	OBT./ FAB.	D_p	%
INTERAÇÃO	-	1	5	5	5	5	5	26	30
CONF.	1	-	5	5	5	5	5	26	30
PRAZOS	.0,2	0,2	-	1	1	1	0,2	3,6	4
SERV. PRELIM.	0,2	0,2	1	-	1	1	0,2	3,6	4
AUTO-REG.	0,2	0,2	1	1	-	1	0,2	3,6	4
QUALIDADE	.0,2	0,2	1	1	1	-	0,2	3,6	4
OBT./FABRIC.	0,2	0,2	5	5	5	5	-	20,4	24
TOTAL								86,8	100

Os resultados obtidos são, portanto, os que se seguem:

- 1°. interação solo/estrutura - 30%, ou seja $P_p = 0,30$;
- 2°. confiabilidade técnica - 30%, ou seja $P_p = 0,30$;
- 3°. prazos - 4%, ou seja $P_p = 0,04$;
- 4°. serviços preliminares exigidos - 4%, ou seja $P_p = 0,04$.
- 5°. possibilidade de auto-regulação - 4%, ou seja $P_p = 0,04$
- 6°. qualidade das peças - 4%, ou seja $P_p = 0,04$
- 7°. facilidade de obtenção/fabricação - 24%, ou seja $P_p = 0,24$

5.5.2.3 Classificação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos de desempenho do processo.

A avaliação dos sistemas construtivos quanto aos requisitos do processo é qualitativa, e obedece à seguinte escala:

- quando o desempenho for ruim, $N_p = 1$.
- quando o desempenho for regular, $N_p = 2$;
- quando o desempenho for médio, $N_p = 3$;
- quando o desempenho for bom, $N_p = 4$;
- quando o desempenho for excelente, $N_p = 5$;

Para este exemplo, os sistemas construtivos obtiveram a seguinte pontuação:

Tabela 13 - Pontuação atribuída aos sistemas construtivos pelo seu desempenho frente aos requisitos do processo (N_p)

REQUISITO ⇒ S. CONSTR. ↓	INTER.	CONF.	PRAZOS	SERV PREL	AUTO- REG.	QUALIDADE	OBT./ FAB.
SISTEMA 1	5	3	4	2	4	1	5
SISTEMA 2	4	2	5	4	2	5	3
SISTEMA 3	4	5	5	5	2	5	5
SISTEMA 4	3	2	3	4	4	5	1

Para montar a matriz final de desempenho do processo, deve-se utilizar a fórmula “P”:

$$D_p = \sum P_p \times N_p$$

fórmula “P”, onde:

D_p = desempenho do sistema construtivo frente aos requisitos de desempenho do processo;

P_p = peso do requisito de desempenho do processo; e

N_p = pontuação atribuída ao sistema construtivo em função do seu desempenho frente às solicitações dos requisitos do processo.

Matriz 5 - Desempenho dos sistemas construtivos

quanto ao processo construtivo (D_p)

REQUISITO \Rightarrow S. CONSTR. \Downarrow	INTER.	CONF.	PRAZOS	SERV PREL	AUTO- REG.	QUALI DADE	OBT./ FAB.	D_p
SISTEMA 1	5 x0,3	3 x0,3	4 x0,04	2 x0,04	4 x0,04	1 x0,04	5 x0,24	4,04
SISTEMA 2	4 x0,3	2 x0,3	5 x0,04	4 x0,04	2 x0,04	5 x0,04	3 x0,24	3,16
SISTEMA 3	4 x0,3	5 x0,3	5 x0,04	5 x0,04	2 x0,04	5 x0,04	5 x0,24	4,58
SISTEMA 4	3 x0,3	2 x0,3	3 x0,04	4 x0,04	4 x0,04	5 x0,04	1 x0,24	2,38

5.5.3 Seleção final do sistema construtivo

Com base nos dados coletados nas etapas anteriores, torna-se possível montar uma tabela com os valores obtidos pelos sistemas construtivos na avaliação. A leitura dessa tabela permite identificar qual processo construtivo melhor atende às necessidades do programa proposto. Neste exemplo, tem-se:

Tabela 14 - Seleção final do sistema construtivo (D_f)

AVALIAÇÃO \Rightarrow SISTEMA \Downarrow	DESEMPENHO DO PRODUTO	DESEMPENHO DO PROCESSO	MÉDIA (D_f)	CLASSIFICAÇÃO FINAL
SISTEMA 1	4,60	4,04	4,32	2º lugar
SISTEMA 2	4,13	3,16	3,64	3º lugar
SISTEMA 3	4,63	4,58	4,60	1º lugar
SISTEMA 4	1,91	2,38	2,15	ABAIXO DA MÉDIA

O resultado apresentado na Tabela 14, permite identificar que os sistemas construtivos 1 e 3 são os que melhor atendem à situação proposta. A pontuação obtida pelo sistema 2 também indica que esse processo está adequado às exigências definidas, estando acima da média.

É importante ressaltar que a pontuação obtida pelos sistemas construtivos quanto à avaliação do desempenho do produto é fixa, ou seja, qualquer que seja a proposta feita pelo agente promotor, o desempenho técnico já está definido em função dos resultados apresentados nos respectivos ensaios. Entretanto, dependendo da população que se está atendendo, a pontuação final obtida pelos processos construtivos quanto aos requisitos de caráter relativo poderá alterar-se profundamente na medida em que os pesos

atribuídos para cada critério variam de um grupo para outro. Da mesma forma, a lista e os pesos atribuídos aos requisitos do processo bem como os pesos atribuídos aos requisitos do produto de caráter absoluto alteram em função dos técnicos e dos objetivos do agente promotor do empreendimento.

Após a seleção dos sistemas construtivos que apresentem melhor desempenho técnico, o agente promotor do empreendimento deve iniciar a avaliação do desempenho do projeto, analisando as melhores soluções apresentadas tanto para a arquitetura (espaços internos, especificações, etc.) quanto para os projetos de instalação [elétrica, hidráulica, de esgoto, gás, águas pluviais e instalações especiais (energia solar, etc.)] bem como a previsão de futuras ampliações. Nesta nova etapa de avaliação devem ser considerados os requisitos do produto que não foram analisados até então, quais sejam:

- segurança de uso;
- conforto antropodinâmico;
- conforto visual;
- higiene;
- pureza do ar; e
- conforto tátil.

Vale ressaltar que aspectos tais como conforto higrotérmico e adaptabilidade ao uso, referem-se tanto à avaliação do desempenho do produto quanto do projeto, devendo, pois, estes dois requisitos também constarem desta nova etapa da seleção.

A vantagem dessa metodologia reside na inclusão das necessidades dos clientes internos - agente promotor - e externos - futuros usuários - na decisão do processo construtivo mais adequado. Considerando que os programas habitacionais para os quais destina-se essa metodologia são na maioria das vezes o único caminho para muitos brasileiros realizarem “o sonho da casa própria”, humanizar essa decisão incluindo-os no processo de seleção é mais do que simplesmente garantir a qualidade do que se está produzindo, mas é também resgatar para essa população o direito de participar de decisões que garantirão, em última análise, a melhoria na sua qualidade de vida.

CONSIDERAÇÕES
FINAIS

No capítulo 2 desta tese, apresentaram-se algumas metodologias voltadas à avaliação do desempenho técnico dos sistemas construtivos inovadores destinados à produção de moradias para a população de baixa renda. O que se observou, entretanto, é que os futuros usuários, principais interessados no bom desempenho das habitações, permaneciam a parte do processo de seleção da tecnologia.

Atualmente, sabe-se que o usuário é a pessoa mais indicada para apontar caminhos que levem à melhoria da qualidade das edificações pelo seu conhecimento sobre o uso do espaço edificado. Essa convicção levou ao estudo da avaliação pós-ocupação (APO) onde os usuários são as peças-chave na avaliação do ambiente construído.

Incorporar a participação do cliente na produção da edificação é, portanto, um procedimento que pode contribuir para a melhoria da qualidade na construção civil. Nesta situação, vale a pena lembrar ao pesquisador que ele deve buscar captar os desejos e necessidades que de fato correspondam aos reais interesses do grupo, e não de apenas alguns indivíduos isoladamente.

As técnicas de gerência da qualidade são de fundamental importância nesse processo de levantamento das necessidades dos clientes na medida que funcionam como um “filtro”, auxiliando os profissionais na hierarquização dos requisitos do usuário.

Dessa forma considerando a metodologia de seleção proposta no capítulo 5 desta tese, pode-se concluir que nos empreendimentos em construção civil, em especial o subsetor edificações, uma vez conhecendo o cliente ou o grupo a ser beneficiado com a produção de edificações, é possível, e de fundamental importância, incluir sua participação na definição do sistema construtivo mais adequado.

O ideal seria atender plenamente aos quatorze requisitos definidos na norma ISO6241. Nessa impossibilidade, construtores, arquitetos e engenheiros devem selecionar os requisitos prioritários, trabalhando no sentido de exigir que os sistemas construtivos atendam às mínimas condições de desempenho técnico.

Outro aspecto também observado durante o estudo sobre a questão das novas tecnologias aplicadas à produção de habitações populares, refere-se a não exigência, por parte do Poder Público - principal promotor dos empreendimentos habitacionais - de garantia da qualidade dos sistemas construtivos propostos pelas construtoras.

Sabe-se que a aquisição de bens e a contratação de prestação de serviços pelo governo deve obedecer à Lei de licitações, nº 8666 que, por sua vez, deve estar de acordo com o que determina a Lei nº 8078 - o Código de Defesa do Consumidor. Entretanto, não consta dos programas habitacionais promovidos pelo Poder Público nenhuma exigência de comprovação do atendimento aos critérios mínimos de desempenho, exaustivamente discutidos no capítulo 5 deste trabalho, e que compõem-se de ensaios em laboratórios e testes em protótipos, entre outros.

O exercício do poder de compra do Estado é de fundamental importância para a melhoria da qualidade e a modernização da indústria da construção civil. Nas licitações, o Estado deve, portanto, assumir seu papel na cadeia produtiva, exigindo das construtoras a comprovação do bom desempenho técnico dos sistemas construtivos propostos.

Cabe às construtoras realizar os devidos testes de avaliação de desempenho nos sistemas construtivos que desenvolvem e, ao Poder Público, exigir a apresentação desta documentação nas licitações que promove.

Adotar metodologias de seleção que levem as construtoras a realizar ensaios tecnológicos comprovando a boa qualidade das propostas construtivas que se apresentem, é um procedimento de fundamental importância na garantia da qualidade do que se está construindo pois permite um julgamento acertado sobre o sistema construtivo mais adequado.

É importante lembrar que a adoção de tecnologias não-convencionais somente se justifica se o desempenho técnico demonstrado for igual ou superior aos dos sistemas construtivos convencionais.

A simplicidade da metodologia de seleção definida neste trabalho leva a crer que, com as possibilidades tecnológicas disponíveis atualmente, não seria difícil garantir a qualidade na construção civil, especialmente considerando que, na proposta

apresentada, o usuário final deixa de ser um espectador passivo na produção das edificações e passa ao papel de participante responsável por algumas das suas principais características.

A utilização desta metodologia pelo Poder Público poderia, ademais, motivar os profissionais que participam da implantação dos programas habitacionais, na medida em que eles estariam atendendo aos legítimos desejos do usuário. Este, por sua vez, satisfeito com o produto que lhe estaria sendo oferecido, sentir-se-ia motivado a preservar o patrimônio adquirido: a casa própria.

O principal motivo do empenho e esforço concretizados neste trabalho é tentar conscientizar órgãos, públicos e privados, e atores envolvidos nas questões da habitação popular da importância de, juntos, trabalharmos para melhorar a qualidade dos espaços edificados, contribuindo, em última instância, para a melhoria da qualidade de vida de do povo brasileiro.

BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, Pedro Francisco Fo. *Empreendimentos em construção civil*, 1987
- ANAIS do I Simpósio sobre Produção e Transferência de Tecnologia em Habitação: da Pesquisa à Prática - HABITEC'87. São Paulo, 1987, 2v.
- ANAIS do Seminário Internacional [sobre] Estratégias de Modernização da Construção Civil: Qualidade na Cadeia Produtiva. FINEP, São Paulo, 1994.
- ANAIS do Workshop Avaliação Pós-Ocupação. ANTAC/NUTAU, São Paulo, 1994
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Normas Técnicas. *Estrutura Funcional do Sistema de Certificação de Materiais de Construção Civil para Habitação Popular*. 1991.
- *Normalização: um fator para o desenvolvimento*.
ABNT, Rio de Janeiro, 1995.
- . Conjunto das Normas ISO 9000
- BRASSAND, Michael. *The memory jogger plus - featuring the seven management and planning tools*. GOAL/QPC, 1989.
- CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC - Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte, 1992. 220p
- CENTRO de Estudos de Questões do Desenvolvimento (CQD). *Estudo comparativo do projeto pré-moldado mutirão da Fundação Vale do Rio Doce*. Vitória, 1988, 12v.
- CENTRO de Tecnologia de Edificações. *Núcleo Experimental de Habitação Popular em Cubatão - Relatório Final*. 1991.
- *Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras*. SINDUSCON-SP/SEBRAE/CTE. Ed. PINI, 1994.
- CERQUEIRA NETO, Edgard Pedreira. *Paradigmas da Qualidade*. Ed. Imagem, Rio de Janeiro, 1992. 176p
- CÓDIGO de Defesa do Consumidor. Lei n^o.8078 de 11 de setembro de 1990.

- COSTA, Carlos Eduardo da S. e SALGADO, Mônica Santos. *Moradias urbana e rural: propostas para uma política de habitação popular*. In: Anais do VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 95, ANTAC/UFRJ/UFF, 1995, vol 2, p.385-90.
- COVELO, Maria Angélica. SOUZA, Roberto de. MENEZES, Marcia. *Metodologia para seleção de sistemas construtivos inovadores: aplicação prática no Núcleo Experimental do Município do Cubatão*. In: Anais do V Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 93, ANTAC/EPUSP, São Paulo, 1993, vol 1, p.349-358.
- CROSBY, Philip B. *Qualidade é investimento*. José Olympio Editora. Rio de Janeiro, 1992. 327p
- DEMING, W. Edwards. *Qualidade: a revolução na administração*. Ed. Marques Saraiva, Rio de Janeiro, 1990. 357p.
- DIAS, Angela G. Rossi. *Aspectos de projeto que influenciam a construtibilidade*. Dissertação de mestrado defendida na FAU/UFRJ, 1992.
- ENGENHARIA, Arquitetura e Agronomia e o Código de defesa do Consumidor. Publicação CONFEA, 1991.
- ESPERÃO, Andreia T. G. & TANNURI, Elizabeth K. A. *Os Círculos de Controle da Qualidade*. Trabalho apresentado como parte dos requisitos da disciplina *Normalização e gerência da qualidade*. Mestrado em Arquitetura, FAU/UFRJ, 1994.
- EUREKA, William E. & RYAN, Nancy E. *QFD: perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade*. Ed. Qualitymark, Rio de Janeiro, 1992.
- FELIPE, Joel P. *Cingapura x mutirão. Por dentro da polêmica*. In: Anais do VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 95, ANTAC/UFRJ/UFF, 1995, vol 2, p.447-52.
- FRANCO, Luiz Sérgio e AGOPYAN, Vahan. *Implementação da Racionalização Construtiva na Fase de Projeto*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da

Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.
BT/PCC/94, São Paulo, 1993.

FREITAS, Ediane N. G. O. *Caminhos para a redução do desperdício na construção civil*. Dissertação de mestrado. FAU/UFRJ, 1995.

GRUPO de Trabalho da Vila Tecnológica de Arraial do Cabo. *Caderno de Especificações da Vila Tecnológica de Arraial do Cabo*. Rio de Janeiro, 1994.

GUINTA, Lawrence & PRAIZLER, Nancy. *Manual do QFD - o uso de equipes para solucionar problemas e satisfazer clientes pelo desdobramento da função da qualidade*. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora. Rio de Janeiro, 1993.

HAMMER, Michael & CHAMPY, James. *Reengenharia: revolucionando a empresa em função dos clientes, da concorrência e das grandes mudanças na gerência*. Ed. Campus, Rio de Janeiro, 1994.

ILDEFONSO, Celso Carreiro. *O INMETRO e o SINMETRO* mimeo.

INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas *Elaboração de normas mínimas de desempenho para habitações térreas de interesse social*. Relatório nº 33.800.
Convênio IPT/FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos,. Coordenador: Ercio Thomaz, São Paulo, dezembro de 1995.

----- *Anexo I: desempenho estrutural*. Relatório nº 33.800.
Convênio IPT/FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos,. Coordenador: Ercio Thomaz, São Paulo, dezembro de 1995.

----- *Anexo II: segurança ao fogo*. Relatório nº 33.800.
Convênio IPT/FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos,. Coordenador: Ercio Thomaz, São Paulo, dezembro de 1995.

----- *Anexo III: Estanqueidade à água*. Relatório nº 33.800.
Convênio IPT/FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos,. Coordenador: Ercio Thomaz, São Paulo, dezembro de 1995.

----- *Anexo IV: Durabilidade.* Relatório nº 33.800. Convênio IPT/FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos,. Coordenador: Ercio Thomaz, São Paulo, dezembro de 1995.

----- *Anexo V: Conforto Térmico.* Relatório nº 33.800. Convênio IPT/FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos,. Coordenador: Ercio Thomaz, São Paulo, dezembro de 1995.

----- *Anexo VI: Conforto Acústico.* Relatório nº 33.800. Convênio IPT/FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos,. Coordenador: Ercio Thomaz, São Paulo, dezembro de 1995.

INSTITUTO Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

Procedimentos para solicitação e obtenção do certificado de conformidade.

INMETRO. Duque de Caxias, 1991.

JARDIM, Magda Ramos & MONCORVO, Frederico Daibert. *Critérios de avaliação de desempenho para habitações de interesse social.* II Curso Internacional de Planejamento e Tecnologia da Habitação. IPT/JAICA, São Paulo, 1990.

JURAN, J. M. *A qualidade desde o projeto.* Ed. Pioneira, São Paulo, 1992. 534p.

KOSKO, Bart e ISAKA, Satoru. *Fuzzy logic. The binary logic of moderns computers often falls short when describing the wageness of the real world.* In: Scientific American, july, 1993, p.62-7.

LABORATÓRIO Nacional de Engenharia Civil - LNEC. *Materiais e processos de construção sujeitos à verificação de qualidade.* Centro de Normalização e Regulamentação. INFO VQ 16, Lisboa, 1993.

----- *Questões relativas à homologação.* Núcleo de Comportamento das Edificações. Departamento de Edifícios, 1995.

LANGHANZ, Carmem. DANIEL, Iara. e KUMER, Marcia. *Política habitacional: os atuais programas com recursos do FGTS.* In: Anais do VI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído - ENTAC 95, ANTAC/UFRJ/UFF, 1995, vol 2, p.421-26.

LEI de Licitações, nº 8666 de 21 de junho de 1993.

MAIA, José Maurício da Fonseca e ZENHA, Ros Mari. *A defesa do consumidor e a produção nacional*. In: Anais do Forum Brasileiro da Construção Industrializada. IPT/SP, São Paulo, 1993, vol.1, 60-69.

MAKRIDAKIS, S. & WEELWRIGHT, S C. *Forecasting: methods and applications*. USA: Wiley/Hamilton Publication, 1978.

MARTINS, Ana Lúcia Lucas. *Livres acampamentos da miséria*. Ed. Obra Aberta, 1993.

MELHADO, Silvio Burratino e AGOPYAN, Vahan. *O conceito de projeto na construção de edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/139. São Paulo, 1995.

MESEGUER, Álvaro Garcia. *Controle e garantia da qualidade na construção*. Trad. Roberto José Falcão Bauer, Antônio Carmona Filho, Paulo Roberto do Lago Helene. SINDUSCON - SP/PROJETO/PW, São Paulo, 1991. 179p.

MITIDIARI FILHO, Claudio Vicente e GUELPA, Dante Francisco Vitório. *Avaliação de desempenho de sistemas construtivos inovadores destinados a habitações térreas unifamiliares - desempenho estrutural*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/61, São Paulo, 1992.

MIZUNO, Shigeru. *Gerência para a melhoria da qualidade LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora*. Rio de Janeiro, 1993.

ORNSTEIN, Sheila. *Avaliação pós-ocupação do ambiente construído*. Studio Nobel/EDUSP, São Paulo, 1992.

PAIVA, José A. de Vasconcelos. *Actividade de homologação no LNEC em 1993*. Relatório nº 203/94. Departamento de Edifícios, proc. 083/14/10790. LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1994.

- PEREIRA, Paulo César Lopes. *Estratégias para implementação do TQM*. Dissertação de mestrado. COPPE/UFRJ, 1994.
- PICARELLI, Marlene. *Habitação uma interrogação*. Convênio FAUUSP/FUPAM/FINEP, São Paulo, 1986.
- PICCHI, Flavio e AGOPYAN, Vahan. *Sistemas da Qualidade na Construção de Edifícios*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/104, São Paulo, 1993.
- PREISER, Wolfgang F. E. *Post-Occupancy Evaluation*. Van Nostrand Reinhold, New York, 1988.
- PROCEEDINGS of the International Seminar - Importance of Technical Approval in the Civil Construction Quality Development. IPT/CIB/ITQC. São Paulo, 1994, 2v.
- PROGRAMA de Difusão de Tecnologias para Habitação de Baixo Custo - PROTECH. Informativo da Presidência da República. 1993.
- PRUDÊNCIO, Walmor José. *Patologias na edificação: do projeto ao uso*. Ciclo de palestras *Patologias na construção civil*. SENAI/RJ, 1994.
- REIS, Antônio Tarcísio & LAY, Maria Cristina. *As técnicas de APO como instrumento da análise ergonômica do ambiente construído*. Apostila do Curso de Avaliação Pós-Ocupação ministrado durante o III Encontro Nacional e I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, Gramado-RS, 1995.
- SALGADO, Mônica Santos. *Racionalização da construção: caminhos para a habitação popular no município do Rio de Janeiro*. Dissertação de mestrado defendida na FAU/UFRJ, 1992.
- . Apostila para a disciplina *Normalização e Gerência da Qualidade*. Mestrado em Arquitetura, FAU/UFRJ, 1993.
- . *Etapas da construção civil*. Apostila para a disciplina *Construção Civil I*, Escola de Engenharia, UFRJ, 1994.

----- *Qualidade e Produtividade na Construção Civil*. Prêmio Jovem Cientista. Grupo Gerdau/Fundação Roberto Marinho/FIESP, 1995

SOUZA, Ana Lúcia Rocha de. BARROS, Mercia Maria Bottura e MELHADO, Silvio Burratino. *Projeto e inovação tecnológica na construção de edifícios: implantação no processo tradicional e em processos inovadores*. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/145, São Paulo, 1995.

SOUZA, Roberto de. *A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: aplicação às janelas de uso habitacional*. Dissertação de mestrado., EPUSP, 1983.

----- *Avaliação de desempenho aplicada a novos componentes e sistemas construtivos para habitação*. Comunicação técnica n.138 do IPT, São Paulo, 1984.

----- & MITIDIÉRI, Cláudio Vicente Fo. *Avaliação de desempenho de sistemas construtivos destinados à habitação popular*. Tecnologia de Edificações - Projeto de Divulgação Tecnológica LIX da Cunha, Ed. PINI, São Paulo, 1988, p.139-52.

VERTICALIZAÇÃO e urbanização de favelas em São Paulo. In: *Impermeabilizar*, Ano VIII, nº 87, outubro de 1995, p.451-9.

ZEISEL, John. *Inquiry by design: tools for environment-behaviour research*. Harvard University, Cambridge University Press, New York, USA, 1984.

ANEXO I:

***NORMA ISO 6241
PERFORMANCE STANDARDS
IN BUILDING***

ISO 6241 - 1984**Performance Standards in Building - principles for their preparation and factors to be considered.**Table 1 - User requirements

1) Stability requirements:

- ⇒ mechanical resistance to static and dynamic actions, both individually and in combination;
- ⇒ resistance to impacts, intentional and unintentional abuse, accidental actions;
- ⇒ cyclic (fatigue) effects.

2) Fire safety requirements:

- ⇒ risks of outbreak of fire and of spread of fire;
- ⇒ physiological effects of smoke and heat;
- ⇒ alarm time (detection and alarm systems);
- ⇒ evacuation time (escape routes);
- ⇒ survival time (fire compartmentation).

3) Safety in use requirements:

- ⇒ safety in respect of aggressive agents (protection against explosions, burning, sharp points and edges, moving mechanisms, electrocution, radioactivity, inhalation or contact with poisonous substances, infection);
- ⇒ safety during movements and circulation (limitation of floor slipperiness, unobstructed passage, guard rails, etc.);
- ⇒ security against human or animal intrusion.

4) Tightness requirements:

- ⇒ water tightness (rain, ground water, drinking water, waste water, etc.);
- ⇒ air and gas tightness;
- ⇒ snow and dust tightness.

5) Hygrothermal requirements:

- ⇒ control of air temperature, thermal radiation, air velocity and relative humidity (limitation on variation in time and in space, response of controls);
- ⇒ control of condensation.

6) Air purity requirements:

- ⇒ ventilation;
- ⇒ control of odors.

7) Acoustical requirements:

- ⇒ control of external and internal noise (continuous and intermittent);
- ⇒ intelligibility of sound;
- ⇒ reverberation time.

8) Visual requirements:

- ⇒ natural and artificial lighting (required illuminance, freedom from glare, luminance contrast and stability);
- ⇒ sunlight (insolation);
- ⇒ possibility of darkness;
- ⇒ aspect of spaces and surfaces (color, texture, regularity, flatness, verticality, horizontality, perpendicularity, etc.);
- ⇒ visual contact, internally and with the external world (links and barriers for privacy, freedom from optical distortion).

9) Tactile requirements:

- ⇒ surface properties, roughness, dryness, warmth, suppleness;
- ⇒ freedom from discharges of static electricity.

10) Dynamic requirements

- ⇒ limitation of whole body accelerations and vibrations (transient and continuous);
- ⇒ pedestrian comfort in windy areas;
- ⇒ ease of movement (slope of ramps, pitch of staircases);

⇒ maneuverability (operation of doors, windows, control on equipment, etc.).

11)Hygiene requirements:

⇒ facilities for human body care and cleaning;

⇒ water supply;

⇒ cleanability;

⇒ evacuation of waste water, waste materials and smoke;

⇒ limitation of emission of contaminants.

12)Requirements for the suitability of spaces for specific uses:

⇒ number, size, geometry, subdivision, and interrelation of spaces;

⇒ services and equipments;

⇒ furnishability, flexibility.

13)Durability requirements:

⇒ retention of performance over required service life subject to regular maintenance.

14)Economic requirements:

⇒ capital running and maintenance costs;

⇒ demolition costs.

ANEXO II

SISTEMAS CONSTRUTIVOS CADASTRADOS NO PROTECH

As informações apresentadas a seguir, constam do cadastro de sistemas construtivos do PROTECH. As descrições dos sistemas construtivos foram definidas pelas próprias construtoras não correspondendo, portanto, a nenhuma avaliação de desempenho específica. Vale ressaltar que existem outros processos construtivos, a lista apresentada refere-se tão somente àqueles que fazem parte do cadastro do PROTECH. É importante lembrar, ainda, que esse cadastro está constantemente recebendo novas inclusões.

1) Painéis pré-moldados/pré-fabricados

- de concreto:

- Cojan Engenharia S/A:

Sistema construtivo baseado no uso de painéis pré-moldados em concreto armado, com paredes autoportantes que realizam função estrutural e de vedação. Como cobertura utilizam-se painéis pré-moldados de laje, dimensionados de modo a tender às necessidades estruturais quando utilizados como forros ou pisos em edifícios de múltiplos andares.

- Itakits Construtora LTDA

Sistema construtivo composto por fundação, colunas e placas em concreto armado industrializado e estrutura de madeira para o telhado. Kit fornecido completo com forro, telhas, esquadrias e instalações. Estrutura versátil, permitindo inúmeras opções de projeto.

- Paineiras Construção e Urbanismo LTDA

Sistema construtivo baseado no uso de pré-moldados de concreto armado - pilares, placas, vigas - com função estrutural e de vedação. As paredes, sendo duplas, proporcionam isolamento térmico e acústico. Os painéis são rejuntados com argamassa e garantem impermeabilidade.

- Santa Iñez - Construções, Indústria e Comércio LTDA

Construção em painéis de concreto armado tubulado. Placas com 80mm de espessura com um colchão de ar descontínuo formado pela inserção de tubos de 50mm de diâmetro, espaçados de 80mm um do outro.

- Fundação Vale do Rio Doce¹³⁴

Sistema construtivo baseado no uso de pré-moldados de concreto armado - pilares e placas - com função estrutural e de vedação. Todas as instalações elétricas são embutidas nos pilares e a parte hidrossanitária vem incorporada em painéis de paredes hidráulicas devidamente posicionadas conforme as necessidades do projeto arquitetônico. A estrutura de cobertura bem como as esquadrias utilizadas pelo sistema são metálicas admitindo, também, opções em madeira. O sistema FVRD pode ser comercializado em kits habitacionais ou fornecido para programas comunitários.

- de concreto leve:

- Construtora A. Azevedo

Conjunto de peças de concreto celular Neopor que tanto podem ser usadas para compor uma edificação completa quanto como complemento de edificações e outros sistemas construtivos. Montado sobre fundação convencional ou radier, usa pilares, lajes e painéis de concreto celular, fixados por juntas grauteadas utilizadas como fechamento e divisórias internas.

A edificação se completa com o uso de kits elétricos e hidráulicos embutidos nas peças e esquadrias fixadas em contramarcos pré-moldados. O sistema admite acabamentos usuais e sugere o uso de cobertura pré-fabricada.

- Epotec - Paraná Indústria e Comércio de Casas Pré-fabricadas

Sistema construtivo de alvenaria leve estrutural em painéis de paredes com instalações e estruturas embutidas. Elementos de laje/forro e laje/piso pré-fabricados e estruturas de cobertura pré-montadas completam os componentes básicos. Os painéis recebem impermeabilização com epóxi em todas as faces e junções. O sistema atende a qualquer projeto arquitetônico e pode ser usado sem juntas aparentes.

¹³⁴ Os painéis pré-fabricados de concreto, foram utilizados pela prefeitura do Rio de Janeiro entre 1988/1992 na construção de 100 unidades habitacionais. Apesar da rapidez da montagem e da possibilidade de usar o trabalho sob a forma de mutirão, esta tecnologia construtiva apresentou desvantagens relacionadas com: o baixo índice de conforto térmico e acústico; dificuldades em ampliar a edificação - pelo fato de não se constituir de elementos de fácil manutenção; e pela baixa durabilidade das edificações produzidas, considerando a pouca espessura dos painéis de fechamento (2,5 centímetros). Conferir in: SALGADO, Mônica Santos. *Racionalização da construção: caminhos para a habitação popular no Município do Rio de Janeiro*.

- Siporex Concreto Celular S/A

Constituído em peças de concreto celular autoclavado, o Sistema combina três elementos básicos: painéis armados para paredes, lajes e vergas. A montagem consiste na justaposição dos painéis-paredes, unidos com argamassa fluida de cimento e areia. Sobre os vãos das portas e janelas, aplicam-se as vergas, cuja colocação se iguala com o respaldo das paredes. Sobre esse respaldo, funde-se uma cinta de travamento em concreto convencional, para posterior apoio dos painéis-laje de piso ou forro.

- Engerpax - Engenharia Comércio e Mineração LTDA

Utiliza como material básico o concreto celular, mais leve, e obtém um rendimento até cinco vezes maior em relação aos métodos tradicionais. A unidade nasce de um embrião de 22,5 metros quadrados com sala, quarto, cozinha, banheiro e área de serviço.

- PREFACC LTDA

Construções pré-fabricadas em painéis de concreto celular autoclavado. A cobertura é executada utilizando tecnologia tradicional.

- Sisbeton - Construção Industrializada LTDA

Sistema construtivo constituído de painéis com duas camadas de concreto leve (argila expandida) com agregado grosso, separadas por uma camada de isopor. Os painéis são fixados em vigas de concreto armado pré-moldado em forma de “U”. As tubulações elétricas e hidráulicas são embutidas durante a fabricação.

- argamassa armada

- Cabrine Monolite Indústria e Comércio LTDA

Processo construtivo baseado em argamassa estrutural aplicada no painel, que é constituído por uma placa de EPS (isopor) com tela de aço nas duas faces.

- RIOCOP - Cia Municipal de Conservação e Obras Públicas.

Sistema elaborado a partir de peças de argamassa armada, preparadas em formatos adequados a cada edificação. Usadas intensivamente na produção dos CAICs, os elementos podem compor-se adequadamente para a produção de outras edificações.

- outros materiais

- Lagoinha Construtora LTDA

Sistema composto por painéis autoportantes tipo sanduíche, com estrutura interna de madeira tratada recoberta por chapas tipo *hard-board*, que por sua vez são revestidos com argamassa epóxica; tem-se ainda os acessórios de montagem e toda a estrutura de cobertura.

- Icoma Indústria e Comércio LTDA

Sistema construtivo totalmente industrializado desde a fundação até a cobertura, sendo composto por painéis modulados nos dois sentidos. O sistema permite a aplicação de painéis do tipo argamassa armada, madeira e concreto celular. Eles podem ser unidos por perfis do tipo chapa galvanizada, alumínio, madeira e PVC.

- Construtora Andrade Almeida LTDA¹³⁵

Sistema de construção racionalizada a partir do uso de painéis pré-moldados para paredes e lajes, com a utilização de tijolos cerâmicos e argamassa, de tal forma que, após a montagem, seja impossível constatar que a casa tenha sido pré-moldada. Os painéis são fabricados no próprio canteiro, em pilhas que variam de 2 a 8 unidades. Os painéis são estruturados por vigotas de concreto armado.

2) Painéis moldados *in loco*

- de concreto celular

- Gethal S/A

A característica básica do sistema é a utilização do concreto leve ou celular para montagem *in loco* de todas as paredes da casa. As paredes já resultam contendo

¹³⁵ A produção de painéis pré-moldados de blocos cerâmicos, baseia-se na racionalização do sistema convencional de construção. Neste sistema, a partir do projeto arquitetônico, faz-se um projeto de execução específico para cada tipo de parede definido (parede cega, com janela, com janela e porta, etc). Os painéis são moldados horizontalmente, em pistas de concreto, e levados por caminhões/guindaste até o local da montagem das unidades. O domínio sobre a tecnologia de fabricação de tijolos cerâmicos e a integração entre as fases de concepção e execução, propiciaram o sucesso desse sistema construtivo, responsável pela construção de 7211 unidades neste período. Vale ressaltar que um dos fatores que pode comprometer o êxito dessa tecnologia são das dimensões dos blocos cerâmicos, que devem

embutidos todos os elementos de instalações hidráulicas e elétricas, além dos componentes fixos das esquadrias, dos marcos das portas e janelas.

- de argamassa armada

- Permetal S/A Metais Perfurados

O sistema baseia-se na construção modular com tela argamassada. Estruturadas com quadros portantes que podem ser de ferro, madeira ou concreto, tais quadros recebem telas em sua face externa e interna, que servem de anteparo para a aplicação da argamassa. As telas são fixadas com pregos ou pinos e se interligam nas diversas direções, formando uma superfície contínua para receber a argamassa.

3) Alvenaria de blocos

- de concreto simples

- Grupo Garavelo

Construção em alvenaria de blocos de concreto intertravados. Após a elevação, as paredes são rejuntadas com argamassa deixando a superfície pronta para o acabamento.

- Reago Indústria e Comércio S/A

Sistema construtivo constituído de alvenaria armada e estruturas pré-fabricadas de concreto armado reticulares verticais. O sistema baseia-se no bloco de concreto que trabalha na parede como elemento estrutural graças à qualidade do material e a armadura colocada em seu interior.

- de concreto “inteligentes”

- Construtora Affonseca S/A

Construção utilizando blocos especiais de concreto com função estrutural, assentados e encaixados entre si, sem argamassa, e travados por pinos (tarugos) de concreto.

- de concreto celular

- Sical S/A - Indústria e Comércio

O concreto celular autoclavado é um produto leve, formado a partir de uma reação química entre cal, cimento, areia e pó de alumínio. Apresenta uma resistência à ruptura por compressão que permite, também, a execução de alvenaria autoportante de até 4 pavimentos.

- Habilidade Projetos e Construções/ Daliah Eliakim Interespaço SU S/C LTDA

Consiste em um kit básico para execução, composto de pilaretes de concreto armado, cintas de amarração pré-moldadas, todos os componentes com encaixe tipo macho/fêmea e cantos chanfrados. O material de vedação pode ser tijolo de concreto celular autoclavado ou alvenaria de tijolo cerâmico. A estrutura está dimensionada para receber telhas tipo canaleta 49 e, opcionalmente, forro de gesso. São fornecidas as esquadrias e alumínio e as portas de madeira.

- Sun House Construtora LTDA

Sistema construtivo em pré-fabricados de concreto, cujo formato possibilita a construção de módulos estruturais com fundação, pilares, vigas-calha e cobertura em arco. O fechamento e divisões internas à edificação podem ser executados em alvenaria convencional ou painéis pré-moldados. O sistema utiliza blocos pré-fabricados de fundação, baldrame e possibilita vários tipos de acabamentos.

- cerâmicos simples

- Tebas Cerâmica LTDA

Alvenaria estrutural não armada, constituída por blocos cerâmicos com modulação básica de 15cm. Embora seja edificado de forma convencional, o uso de blocos cerâmicos fabricados com critérios tecnológicos e dimensões precisas, facilita o trabalho de levantamento das alvenarias, racionalizando as etapas da obra e garantindo um padrão de qualidade.

- COHAB - PA

Construção utilizando blocos cerâmicos intertravados e contrafiados em posição de topo, o que aumenta a resistência da parede. Recomenda-se utilizar o rejuntamento com cola ou argamassa de cimento e areia.

- cerâmicos “inteligentes”

- Grupo Garavelo

Construção em alvenaria de blocos cerâmicos interligados com pinos de plástico que facilitam o seu assentamento. Para estruturação, as paredes recebem um rejuntamento com argamassa após a montagem.

- Multibrick S/A Indústria e Comércio

Construção em alvenaria de blocos cerâmicos intertravados. Assentamento horizontal com espuma plástica. São fornecidos três tipos de blocos cerâmicos estruturais, através de travamento por encaixes verticais, com amarração horizontal.

- outros materiais

- Prensil S/A

O bloco de sílico-calcáreo é pedra artificial obtida na fusão de cal virgem em pó e areia quartzosa misturadas homogeneamente, prensadas e autoclavadas sob altíssima pressão e temperatura.

- Construtora Andrade Gutierrez S/A

Construção em alvenaria de solo-cimento. A principal vantagem é a possibilidade do “tijolito” ser produzido com solo do próprio local da construção. Levantada a parede, aplica-se argamassa nos furos menores, no sentido vertical, criando-se mini-colunas que cumprem a função de estabilização.

ANEXO III:

***QUESTIONÁRIO RESPONDIDO PELOS
FUTUROS MORADORES DA VILA
TECNOLÓGICA DE ARRAIAL DO CABO***

**QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DAS PREFERÊNCIAS
DOS POSSÍVEIS MORADORES DA VILA TECNOLÓGICA PROTECH
DE ARRAIAL DO CABO**

Este questionário teve como objetivo definir quais seriam os principais critérios de desempenho das tecnologias construtivas a serem selecionadas na construção das edificações, segundo a opinião dos prováveis moradores.

1) Quantas pessoas no total (contando com você) moram em sua casa ?

2) Na sua opinião, qual deve ser o maior lugar da casa ? (assinale com um “x”)

cozinha sala quarto varanda

3) Para você, o que é mais importante em uma casa ? Numere desde o item mais importante - número 1 - até o menos importante - número 7.

pouco calor

pouca manutenção (não requer consertos)

beleza

silêncio no interior da casa (baixo ruído externo)

área livre para atividades diferentes (roupa no varal, brincadeira das crianças)

possibilidade de construir outro pavimento

possibilidade de derrubar paredes e aumentar a casa

4) Assinale com um “x” os equipamentos/móveis que você possui na sua casa (caso seja mais de uma unidade, coloque o número correspondente dentro do parênteses)

fogão

televisão

ferro de passar

rádio elétrico

geladeira

chuveiro elétrico

ventilador

cama de casal

cama de solteiro

sofá de lugares

poltrona

mesa

armário

outros (especificar móveis ou equipamentos não citados)

ANEXO IV:

***AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO QUANTO
AO CRITÉRIO DE SEGURANÇA
ESTRUTURAL: NORMAS
COMPLEMENTARES ABNT/INMETRO***

Avaliação de desempenho quanto à segurança estrutural:

Normas complementares ABNT/INMETRO¹³⁶:

NBR 6120 - Cargas para o cálculo de estruturas de edificações - Procedimento.

NBR 6123 - Forças devidas ao vento em edificações - Procedimento.

NBR 8681 - Ações e segurança nas estruturas - Procedimento.

NBR 6118 - Projeto e execução de obras de concreto armado - Procedimento.

NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado - Procedimento.

NBR10837 - Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto - Procedimento.

NBR 8800 - Projeto e execução de estruturas de aço de edificações - Procedimentos.

NB143/67 - Cálculo de estruturas de aço constituída por perfis leves - Procedimento.

NBR 7190 - Cálculo e execução de estruturas de madeira - Procedimento.

NBR 7197 - Cálculo e execução de obras de concreto protendido - Procedimento.

NB 49/73 - Projeto e execução de obras de concreto simples - Procedimento.

NBR 6119 0 Cálculo e execução de lajes mistas - Procedimento.

NBR 8949 - Paredes de alvenaria estrutural - ensaio à compressão simples - Método de ensaio.

MB 3256 - Divisórias leves internas moduladas - verificação da resistência a impactos - Método de ensaio.

MB 3259 - Divisórias leves internas moduladas - verificação do comportamento sob ação de cargas provenientes de peças suspensas - Método de ensaio.

NBR 8051 - Porta de madeira de edificação - verificação da resistência a impactos da folha - Método de ensaio.

NBR 8054 - Porta de madeira de edificação - verificação do comportamento da folha submetida a manobras anormais - Método de ensaio.

¹³⁶INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas., *Anexo 1 - Desempenho estrutural. Relatório 33.800*, p.2

ANEXO V:

***AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO QUANTO
AO CRITÉRIO ESTANQUEIDADE À ÁGUA:
NORMAS COMPLEMENTARES
ABNT/INMETRO***

Avaliação de desempenho quanto à estanqueidade à água:

Normas complementares ABNT/INMETRO¹³⁷:

NB 279 - Seleção de impermeabilização - Procedimento.

NBR 987 - Elaboração de projetos de impermeabilização - Procedimento.

NBR 1308 - Execução de impermeabilização - Procedimento.

NB 611 - Instalações prediais de águas pluviais - Procedimento.

MB 1226 - Caixilho para edificação: verificação da estanqueidade à água - Método de ensaio.

¹³⁷INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas,. *Relatório 33.800, Anexo 3 - Estanqueidade à água.*, p.1

ANEXO VI:

***AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO QUANTO
AO CRITÉRIO DURABILIDADE: NORMAS
COMPLEMENTARES***

Avaliação de desempenho quanto à durabilidade

1) Metais:

Normas complementares ABNT/INMETRO¹³⁸:

NBR 6323 - Aço ou ferro fundido - Revestimento de zinco por imersão a quente.

NBR 7400 - Produto de aço ou ferro fundido - Verificação da uniformidade do revestimento de zinco.

NBR 7398 - Produto de aço ou ferro fundido - Verificação da aderência do revestimento de zinco.

NBR 7397 - Produto de aço ou ferro fundido - Determinação da massa de zinco por unidade de área.

NBR 8094 - Método de ensaio para materiais metálicos revestidos e não revestidos - Corrosão por exposição à névoa salina.

NBR 9243 - Alumínio e suas ligas - Tratamento de superfície, determinação da qualidade da selagem da anodização pelo método de perda de massa.

NBR 5601 - Aços inoxidáveis - Classificação por composição química.

NBR10476 - Revestimento de zinco eletrodepositado sobre ferro ou aço.

NBR 8095 - Material metálico revestido e não revestido - corrosão por exposição à atmosfera úmida saturada.

Normas estrangeiras

ASTM B-499 - Measurement of coating thickness by the magnetic method: Non magnetic coating on magnetic basis metals.

BS 5411: Part 3 - Eddy current method for measurement of coating thickness of non-conductive coatings on non-magnetic basis metals.

BS 5599 - Hard anodic oxide coating on aluminum for engineering purposes.

BS 3987 - Anodic oxide coating on wrought aluminum for external architectural applications.

ASTM B-154 - Mercurous nitrate test for copper and copper alloys.

¹³⁸INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado. *Relatório Técnico nº 33.800- Anexo 4: Durabilidade.*, p.2

ASTM G-36 - Performing stress - Corrosion cracking test in a boiling magnesium chloride solution.

ASTM A-262 - Detecting susceptibility to intergranular attack in austenitic stainless steels.

BS 1615 - Method for specifying anodic oxidation coatings on aluminum and its alloys.

ISO 2177 - Metallic coating - measurement of coating thickness coulometric method by anodic dissolution.

ISO 1463 - Metallic end - oxide coating - measurement of coating thickness microscopical method.

ISO 2178 - Non-magnetic coating on magnetic substrate - Measurement of coating thickness magnetic method.

ISO 2360 - Non conductive coating on non magnetic basis metals - Measurement of coating thickness - Eddy current method.

2) Proteção do aço através da pintura

Normas complementares ABNT/INMETRO¹³⁹:

MB 985 - Ensaio de aderência em tintas e revestimentos similares.

NBR 8094 - Método de ensaio para materiais metálicos revestidos e não revestidos - Corrosão por exposição à névoa salina.

NBR 8095 - Material metálico revestido e não revestido - Corrosão por exposição à atmosfera úmida saturada.

NBR 8096 - Material metálico revestido e não revestido - corrosão por exposição à umidade e anidrido sulfuroso.

Normas estrangeiras:

ASTM D 1186 - Método não destrutivo para medida da espessura de filme seco de tintas sobre base ferrosa.

ASTM D 1400 - Método para medida não destrutiva da espessura de filme seco de tintas sobre base metálica não ferrosa.

ASTM D 3359 - Método para medida de aderência pelo procedimento da fita adesiva.

ASTM 4138 - Método destrutivo para medida de espessura do filme seco

Normas do SSPC - Steel Structure Painting Council

¹³⁹INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado. *Relatório Técnico n° 33.800- Anexo 4: Durabilidade.*, p.2

- PA2 - Medida de espessura de tinta com aparelho magnético.

3) PVC poli(cloreto de vinila)

Normas complementares ABNT/INMETRO¹⁴⁰:

MB 1160 - Plásticos - Determinação do peso específico com o uso de picnômetro.

NBR 7139 - Termoplásticos - Determinação de temperatura de amolecimento Vicat.

NBR 7977 - Polímeros e copolímeros baseados no cloreto de vinila - determinação da estabilidade térmica por desprendimento de cloreto de hidrogênio.

NBR 9633 - Plásticos - Terminologia.

NBR 9622 - Plásticos - Determinação das propriedades mecânicas à tração.

NBR 7385 - Placa vinílica para revestimento de piso e parede - verificação da resistência a agentes químicos.

Normas estrangeiras:

ISO R 527 - Plastics - determination of tensile properties.

ISO 178 - Plastics - determination of flexural properties of rigid plastics.

ISO 8256 - Plastics - determination of tensile impact strength

ISO R 3451-Part V - Plastics - determination of ash - Poli(Vinyl Chloride)

DIN16830, partes 1 e 2 - Perfis de PVC rígido com alta resistência à radiação violeta para janelas.

ASTM D1898 - Standard practice for sampling of plastics.

ISO 4892 - Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources.

ASTM D2244 - Standard method for calculation of color differences from instrumentally measured color coordinates.

ISO 105 - Textiles - tests for color fastness.

4) Madeiras:

Norma estrangeira:

ASTM D 1413 - Test method for wood preservatives by laboratory soil-block cultures.

¹⁴⁰INSTITUTO de Pesquisas Tecnológicas do Estado. *Relatório Técnico nº 33.800- Anexo 4: Durabilidade.*, p.2