

MARIA ANGELICA COVELO SILVA

**METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO DE  
EDIFICAÇÕES COM O EMPREGO DO CONCEITO DE CUSTOS AO  
LONGO DA VIDA ÚTIL**

Tese apresentada à Escola  
Politécnica da Universidade de  
São Paulo para a obtenção do  
título de Doutor em Engenharia

Área de concentração:  
Engenharia de Construção Civil

Orientador: Prof. Dr. Alex  
Abiko

São Paulo

Setembro de 1996

Silva, Maria Angelica Covelo Silva

Metodologia de seleção tecnológica na produção de edificações com o emprego do conceito de custos ao longo da vida útil. São Paulo, 1996.

356.p.

Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1. Seleção tecnológica. 2. Custos de operação e manutenção I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

Aos meus pais, Raul e Maria  
Aparecida,

Aos meus irmãos Carlos Rubens e  
Luiz Fernando

## AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento de um programa de doutoramento, culminando com a conclusão da tese, é um *processo* de amadurecimento profissional antes que um trabalho definitivo. Este processo proporciona o aprendizado que nos torna mais seguros do ponto de vista profissional para contribuir na evolução e transformação da sociedade, no papel que cabe ao conhecimento científico e tecnológico.

Ao longo de minha trajetória como pesquisadora, docente e consultora fui construindo uma percepção sobre a contribuição que posso ter neste sentido a partir do trabalho e convivência com inúmeros profissionais em instituições de ensino e pesquisa, empresas e entidades. O trabalho desenvolvido no programa de mestrado no NORIE-Núcleo Orientado para Inovação da Edificação da UFRGS, e a atuação no Departamento de Engenharia Civil da UFSC, na Divisão de Edificações do IPT e atualmente no CTE - Centro de Tecnologia de Edificações, agregaram conhecimentos que individualmente não seria possível alcançar. No Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP tive um aprendizado essencial com a convivência que extrapolou os caminhos formais do programa de doutoramento, pelo incentivo e troca de idéias com muitos docentes e alunos de pós-graduação.

As contribuições que recebi para essa formação são muito valiosas e não se pode medir, mas posso ter a segurança de que foram fundamentais para que houvesse a motivação de buscar o programa de doutoramento e para a visão de que este processo é apenas mais uma etapa da busca de conhecimento que nunca se deve dar por terminada. Registro aqui e expesso meu reconhecimento e agradecimento àqueles que de forma mais direta influíram sobre este trabalho, segundo o papel de cada um, mas não excludo muitas outras pessoas igualmente importantes que, estou certa, têm consciência de minha gratidão.

Do Prof. Dr. Alex Abiko, orientador deste trabalho, recebo sempre um tratamento pautado na confiança e respeito profissional que o fizeram agir com compreensão e incentivo essenciais para o processo de desenvolvimento da tese.

Do Prof. Dr. Vahan Agopyan tenho o exemplo, como pesquisador e ex-chefe no Agrupamento de Materiais do IPT, a amizade e o empenho pela viabilização de minha participação em todo o programa de doutoramento que, em alguns momentos, foram decisivos para a continuidade e conclusão do processo.

Com o Roberto de Souza tenho tido ao longo de vários anos uma parceria marcada pelo exercício intelectual instigante e enriquecedor. Sua capacidade de conceber e viabilizar o desenvolvimento de projetos de pesquisa e consultoria inovadores e arrojados e de construir e consolidar o CTE - Centro de Tecnologia de Edificações, com alegria e bom humor permanentes, tem possibilitado uma vivência profissional que eu não poderia ter de outra forma.

As arquitetas Marcia Menezes dos Santos, Ana Cristina Munia Tavares Leitão e o Eng. Marco Antônio Plácido de Almeida contribuíram significativamente para este trabalho desenvolvendo, com riqueza de detalhamento e resultados obtidos, os levantamentos de dados que viabilizaram o estudo de caso.

A duas professoras e pesquisadoras, em especial, devo uma significativa contribuição à minha formação: pelo trabalho em projetos de pesquisa, pela troca de idéias, incentivo, exemplo, respeito e amizade: Marta Ferreira Santos Farah e Maria Alba Cincotto.

Do Flavio Farah e suas filhas, Juliana e Sofia, tenho a amizade permanente e a acolhida que amenizou muitos momentos difíceis de toda a trajetória necessária para a conclusão deste trabalho.

Do Douglas M. Calder tenho uma amizade sincera que o faz acompanhar minhas atividades com interesse e disponibilidade para estar sempre presente com a troca de idéias, apoio e incentivo.

Do Vanderley M. John, Carlos Torres Formoso e Denise C. C. Dal Molin tenho uma enriquecedora convivência na atividade de pesquisa, na ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído e na amizade de muitos anos que proporciona um “fórum permanente” de crescimento profissional.

Do Geraldo Mekbekian, Vilma da Cunha Fernandes, Vitória Cristina A. de Freitas, Elisabeth Martins Santos e José Carlos Marques tenho um apoio fundamental

para viabilizar o desenvolvimento de múltiplas atividades no CTE - Centro de Tecnologia de Edificações simultaneamente às atividades acadêmicas.

Do Dr. Samir W. Rahme e da fisioterapeuta Ana Luzia Ferraz de Oliveira tenho tido uma atenção especial e a competência profissional para ajudar a encontrar o equilíbrio da saúde física, comprometida em vários momentos do processo de desenvolvimento deste trabalho.

Da Gabriela, Zezé, Silvy, Gina e Cris tenho a amizade e orientação semanal no trabalho artístico que abre espaço para a criação intelectual e que desenvolvemos numa verdadeira equipe com alegria e companheirismo.

De muitas empresas e instituições que contrataram projetos de consultoria técnica do CTE-Centro de Tecnologia de Edificações, com confiança e valorização, tive a possibilidade de viabilizar a intervenção na realidade da produção e uso de edificações, essencial para a percepção e amadurecimento que procuro construir.

Do meu pai, Raul, tive o interesse verdadeiro na leitura e revisão deste texto, de tema tão distante de sua formação essencialmente humanista. De minha mãe, Maria Aparecida, o zelo e dedicação ininterruptos, em todos os momentos, ao longo do desenvolvimento do programa de doutoramento. De ambos o afeto e incentivo essenciais.

Dos meus irmãos Carlos Rubens e Luiz Fernando, da Adriana, da Regina e da pequena Nicole tenho o afeto, alegria e incentivo permanentes.

Do Marco Antonio e Silvana Menezes tive a atenção, dedicação e competência para diagramar, elaborar as figuras e gerenciar a edição deste texto, que constituíram um apoio essencial para completar o trabalho com qualidade e respeito aos prazos.

Da Sec. Fátima Regina Gonçalves Sanches Domingues, do Departamento de Engenharia de Construção Civil, tive o atendimento atencioso e dedicado em todos os procedimentos acadêmicos na Escola Politécnica.

A cada uma dessas pessoas registro o meu agradecimento especial.

## RESUMO

A seleção de alternativas tecnológicas para a concepção e desenvolvimento de empreendimentos de edificações tem se colocado como um processo decisório de complexidade crescente para agentes promotores, projetistas e contratantes de obras. Fatores de múltiplas naturezas estão presentes na análise para tomada de decisão quanto a escolha de materiais, componentes, subsistemas e sistemas construtivos a serem empregados para a produção de edifícios. Paralelamente, a própria evolução do conhecimento tecnológico e as transformações no cenário competitivo da indústria da construção civil em toda a cadeia produtiva levam a um aumento do número de alternativas disponíveis e acessíveis aos tomadores de decisão.

Inserindo a tecnologia numa lógica de competição e caracterizando o processo de seleção tecnológica como um elemento do sistema de gestão da qualidade na etapa de desenvolvimento do produto-edifício, foram identificadas as variáveis envolvidas no processo decisório. O objetivo central foi de desenvolver um modelo de apoio à decisão com abordagens até então não incorporadas à produção de edificações, porém desejáveis face às necessidades de todos os agentes intervenientes.

Foram identificadas as necessidades dos usuários e dos agentes de produção por meio de métodos de caracterização das estratégias competitivas, dos segmentos de mercado e das necessidades de comportamento dos produtos ao longo da vida útil com foco na construção habitacional. Com a modelagem de um sistema de informações compartilhado entre os agentes envolvidos, desenvolveu-se instrumentos para o estabelecimento de critérios de desempenho ao longo da vida útil, incluindo o desempenho econômico, ou seja, o comportamento quanto aos custos de operação e manutenção das edificações.

## **METHODOLOGY FOR TECHNOLOGICAL SELECTION IN BUILDING PRODUCTION USING THE LIFE-CYCLE COST CONCEPT**

### **ABSTRACT**

The selection of technological alternatives for the conception and development of building projects has become an increasingly complex decision process for promoters, designers and building contractors. Multinature factors are present in the analysis regarding the choice of materials, components, subsystems and systems being employed in the building construction. Nevertheless, the own evolution of technological knowledge and the changes of the competitive scenery in the building industrial linkage increased the number of alternatives available to decision-makers.

The variables of the decision making process were identified by focusing technology in a competitive logic, and by qualifying the technology selection process as a quality management element in the developing phase of building production. The main goal was to develop a model to support decision makers with approaches that, so far, hadn't been incorporated to the production of buildings, although desirable in face of the needs of all agents in the production process.

The needs of users and production agents were identified by characterization methods of competitive strategies, market segments and the performance expectancy of the products during the life-cycle, focusing housing construction. The methodology establishes a model of an information system shared among the agents which provides instruments to define performance criteria of the building products during their life-cycle. This includes the economical performance, in other words, their performance concerning the costs of operation and maintenance activities.



## ÍNDICE

AGRADECIMENTOS .....	IV
RESUMO .....	VI
ABSTRACT .....	IX
RELAÇÃO DE FIGURAS .....	XII
RELAÇÃO DE QUADROS E TABELAS .....	XIII
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. SELEÇÃO TECNOLÓGICA E CUSTOS AO LONGO DA VIDA ÚTIL SEGUNDO A EVOLUÇÃO RECENTE DA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES NO BRASIL .....	12
2.1 INTRODUÇÃO.....	12
2.2 VALOR E VIDA ÚTIL DAS EDIFICAÇÕES - CONCEITUAÇÃO .....	13
2.3 A VISÃO DOS DIVERSOS INTERVENIENTES SOBRE OS CUSTOS, O VALOR DOS BENS PRODUZIDOS E A IMPORTÂNCIA RELATIVA DOS CUSTOS FUTUROS .....	17
2.4 A EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES NO BRASIL E ASPECTOS QUE AFETAM A SELEÇÃO TECNOLÓGICA.....	21
2.4.1 <i>Evolução tecnológica e organizacional</i> .....	21
2.4.2 <i>Pesquisa e desenvolvimento tecnológico</i> .....	30
2.5 FATORES CONDICIONANTES DA SELEÇÃO TECNOLÓGICA .....	37
2.6 O DESENVOLVIMENTO DE EMPREENDIMENTOS E O PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO PROJETO: IMPLICAÇÕES PARA A SELEÇÃO TECNOLÓGICA .....	42
2.6.1 <i>Edificações habitacionais</i> .....	43
2.6.2 <i>Edificações comerciais</i> .....	50
2.6.3 <i>Edificações industriais</i> .....	51
2.6.4 <i>Edificações constituintes de equipamentos sociais urbanos</i> .....	51
3. A SELEÇÃO TECNOLÓGICA NO CONTEXTO DAS ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS E DA GESTÃO DA QUALIDADE DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	54
3.1 INTRODUÇÃO.....	54
3.2 COMPETITIVIDADE E ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS .....	55
3.3 A SELEÇÃO TECNOLÓGICA NO CONTEXTO DA REESTRUTURAÇÃO COMPETITIVA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	72
3.4 GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	80
3.5 O PAPEL DO PROJETO NA GESTÃO DA QUALIDADE .....	98
3.5.1 <i>Identificação das necessidades e elaboração do programa</i> .....	101
3.5.2 <i>A qualidade da solução de projeto</i> .....	101
3.5.3 <i>A qualidade do processo de elaboração do projeto</i> .....	104
3.5.4 <i>A qualidade da apresentação do projeto</i> .....	106
3.6 PROJETO E CUSTOS .....	109

4. CONCEITOS E ABORDAGENS PARA A ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA .....	112
4.1 INTRODUÇÃO.....	112
4.2 A ABORDAGEM SISTÊMICA PARA A PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES COMO FORMA DE ORGANIZAÇÃO E PLANEJAMENTO.....	113
4.3 A METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO.....	117
4.4 DURABILIDADE E VIDA ÚTIL DE PRODUTOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL .....	132
4.5 CUSTOS EM USO OU CUSTOS AO LONGO DA VIDA ÚTIL E A METODOLOGIA DE CUSTO GLOBAL .....	140
4.6 METODOLOGIA DE ANÁLISE DO VALOR/ENGENHARIA DO VALOR .....	151
5. METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA: CARACTERIZAÇÃO E MODELO .....	157
5.1 INTRODUÇÃO.....	157
5.2 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	159
5.3 CARACTERIZAÇÃO DA METODOLOGIA SEGUNDO O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES NO BRASIL.....	173
5.4 APLICAÇÕES E USUÁRIOS DA METODOLOGIA .....	193
5.5 O MODELO GERAL DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA .....	195
6. A ESTRUTURA E APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA.....	200
6.1 INTRODUÇÃO.....	200
6.2 A ESTRUTURA GERAL DA METODOLOGIA A PARTIR DE MÓDULOS.....	201
6.3 MODELO ORGANIZACIONAL DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES.....	206
6.4 ESTRUTURA DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES - MÓDULOS 1 A 6.....	214
6.5 MÉTODOS DE COLETA E DE TRATAMENTO DOS DADOS E INFORMAÇÕES .....	222
6.5.1 <i>Dados para a segmentação de mercado:</i> .....	223
6.5.2 <i>Dados sobre estratégias competitivas</i> .....	231
6.5.3 <i>Necessidades dos clientes externos</i> .....	233
6.5.4 <i>Necessidades dos clientes internos</i> .....	242
6.5.5 <i>Características do produto-edifício</i> .....	248
6.5.6 <i>Características das alternativas</i> .....	248
6.5.7 <i>Procedimentos para a aplicação da técnica de custos ao longo da vida útil segundo a norma ASTM E 917-89</i> .....	250
6.6 ATRIBUIÇÃO DE VALOR E COMPARAÇÃO.....	256
6.7 AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DOS CLIENTES EXTERNOS E INTERNOS .....	261
7. A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NA SELEÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÃO POPULAR - ESTUDO DE CASO .....	265
7.1 INTRODUÇÃO.....	265
7.2 HISTÓRICO.....	266
7.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA .....	269

	xi
7.3.1 Caracterização do segmento de mercado.....	269
7.3.2 Caracterização da estratégia competitiva.....	270
7.3.3 Caracterização das necessidades dos clientes externos.....	271
7.3.4 Caracterização das necessidades dos clientes internos.....	281
7.3.5 Características do produto-edifício.....	283
7.3.6 Características das alternativas.....	284
7.4 ATRIBUIÇÃO DE VALOR.....	302
7.4.1 Definição dos pesos pela Teoria da Utilidade.....	303
7.4.2 Atribuição de pesos segundo a metodologia originalmente aplicada no Núcleo <i>Experimental de Cubatão</i> .....	307
7.5 COMPARAÇÃO E SELEÇÃO.....	308
7.6 AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO.....	309
8. CONCLUSÕES.....	311
ANEXOS.....	334

**RELAÇÃO DE FIGURAS**

FIGURA 3.1 - NATUREZA DA COMPETIÇÃO .....	60
FIGURA 4.1. - LINHA DE DEGRADAÇÃO TÍPICA .....	138
FIGURA 4.2 - CURVA HIPOTÉTICA DE DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA.....	139
FIGURA 5.1 - METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA - ESTRUTURA GERAL.....	205
FIGURA 6.1 - MODELO ORGANIZACIONAL DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES .....	210
FIGURA 6.2 - EXEMPLO DE DESAGREGAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES .....	212
FIGURA 7.1 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA A.....	292
FIGURA 7.2. - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA D.....	293
FIGURA 7.3 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA J.....	294
FIGURA 7.4 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA K.....	295
FIGURA 7.5 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA P.....	296

## RELAÇÃO DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 3.1. - ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS GENÉRICAS.....	63
QUADRO 3.2. - CRONOLOGIA DE FATOS RELEVANTES PARA A EVOLUÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL QUANTO À QUALIDADE 1987-1996.....	90
QUADRO 4.1. - CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS E COMPONENTES SEGUNDO SUA ORIGEM CARACTERÍSTICAS E OPERAÇÕES EM CANTEIRO. ....	115
QUADRO 4.2 - BASE DE CONHECIMENTO PARA APLICAÇÃO DO CONCEITO DE DESEMPENHO.....	122
QUADRO 3.3 - MÉTODOS PARA ESTABELECIMENTO DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO	124
QUADRO 4.4 - LISTA DE EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS SEGUNDO A NORMA ISO 6241 .....	129
QUADRO 4.5 - ESCALA DE DEGRADAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL .....	137
QUADRO 5.1 - EXEMPLOS DE DECISÕES DE INVESTIMENTO EM EMPREENDIMENTOS DE EDIFICAÇÕES.....	165
QUADRO 5.2. - PRINCIPAIS DECISÕES NECESSÁRIAS NO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS NO BRASIL QUANTO À SELEÇÃO TECNOLÓGICA	171
QUADRO 5.3. - CONCEITOS DE PRODUTOS E SERVIÇOS SEGUNDO AUTORES SELECIONADOS .....	183
QUADRO 5.4. - PRINCIPAIS VARIÁVEIS UTILIZADAS PARA O ESTABELECIMENTO DE SEGMENTOS DE MERCADO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS .....	185
QUADRO 5.5 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS CONSEQÜÊNCIAS PARA A SELEÇÃO TECNOLÓGICA	192
QUADRO 5.6 - APLICAÇÕES, USUÁRIOS E OBJETIVOS DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA .....	194
QUADRO 6.1. - MÓDULO 1 - SEGMENTO DE MERCADO .....	215
QUADRO 6.2 - MÓDULO 2 - ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS .....	216
QUADRO 6.3. - MÓDULO 3 - NECESSIDADES DOS CLIENTES EXTERNOS.....	218
QUADRO 6.4. - MÓDULO 4 - NECESSIDADES DOS CLIENTES INTERNOS.....	220

QUADRO 6.5. - MÓDULO 5 - CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO-EDIFÍCIO .....	221
QUADRO 6.6. - MÓDULO 6 - CARACTERÍSTICAS DAS ALTERNATIVAS .....	221
QUADRO 6.6. - TIPOS DE AMOSTRAS PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS VISANDO A SEGMENTAÇÃO DE MERCADO .....	227
QUADRO 6.7. - ITENS DE ATIVIDADES, INTERESSES E OPINIÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DE ESTILO DE VIDA .....	229
QUADRO 6.8. - NECESSIDADES DOS CLIENTES EXTERNOS DETERMINADAS PELAS CARACTERÍSTICAS DO SEGMENTO DE MERCADO .....	235
QUADRO 6.9 - INDICADORES E REQUISITOS PARA SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES EXTERNOS NA SELEÇÃO TECNOLÓGICA DETERMINADAS PELAS CARACTERÍSTICAS DO SEGMENTO DE MERCADO .....	237
QUADRO 6.10 - INDICADORES E REQUISITOS PARA SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES INTERNOS NA SELEÇÃO TECNOLÓGICA .....	244
QUADRO 6.11. - LEVANTAMENTO DE DADOS PARA ESTABELECIMENTO DE REQUISITOS RELATIVOS À ESTRATÉGIA COMPETITIVA .....	246
QUADRO 6.12 - GRAU DE INDUSTRIALIZAÇÃO EM FUNÇÃO DAS OPERAÇÕES QUE COMPÕEM A TECNOLOGIA.....	247
QUADRO 7.1. - RELAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS DO NÚCLEO EXPERIMENTAL DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA PARA HABITAÇÃO POPULAR DE CUBATÃO .....	268
TABELA 7.1. - CUSTOS DE ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO EM CINCO ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	301
TABELA 7.2. -PESOS ATRIBUÍDOS AOS REQUISITOS DE DESEMPENHO .....	307
TABELA 7.3 - RESULTADOS FINAIS DA SELEÇÃO COM A CONSIDERAÇÃO DO DESEMPENHO QUANTO AOS CUSTOS AO LONGO DA VIDA ÚTIL.....	308
QUADRO 7.2. - DISTRIBUIÇÃO DAS NOTAS ATRIBUÍDAS PELOS USUÁRIOS AO DESEMPENHO GLOBAL DA UNIDADE HABITACIONAL .....	309

## 1. INTRODUÇÃO

O final da década de 80 e a primeira metade dos anos 90 foram marcados por intensas transformações políticas, sociais e econômicas em todas as regiões do mundo. Essas transformações em nível macroeconômico resultam de transformações incrementais e específicas no nível das sociedades locais, das instituições públicas e privadas, dos setores produtivos e em campos do conhecimento como a biologia, a engenharia, a medicina, a ciência da computação, a ciência dos materiais, a física, a química e outros. Vivemos uma época de transição de uma sociedade que atua fundamentada na tecnologia da produção industrial para uma sociedade fundamentada nas relações proporcionadas pela tecnologia da informação e do conhecimento.

A organização e divisão do trabalho entre as nações, entre os setores da indústria e da provisão de serviços, vem assumindo formas não convencionais, rompendo-se as barreiras impostas pelos conceitos estáticos de concorrência para uma visão baseada na dinâmica da competição. Os produtos industriais de um modo geral, mas especialmente os bens de consumo duráveis e não duráveis, são cada vez mais envoltos por aspectos intangíveis, essenciais para a satisfação do consumidor.

A era da qualidade efetivamente atingiu a produção de todos os bens e serviços e, pelo menos conceitualmente, transformou o consumidor no agente de maior poder em todos os processos de produção. Indústrias do mundo inteiro vem investindo grandes parcelas de seu faturamento para conhecer em todos os detalhes as necessidades dos consumidores, para prospectar necessidades futuras e adiantar-se com inovações que possam obter a aceitação e aprovação de seus clientes potenciais, viabilizando a conquista de novas parcelas de mercado.

A produção e comercialização sem limites geográficos a partir de processos globais, também rompeu as fronteiras do atendimento de consumidores já conhecidos pelos produtores, exigindo um esforço ainda maior de adequação às necessidades de consumidores culturalmente muito distanciados da realidade conhecida pela indústria.

Nestas intensas transformações há cada vez menos espaço e tempo para operar com métodos baseados na tentativa e erro para a definição de estratégias empresariais,

na operacionalização destas estratégias e na gestão da organização, da tecnologia, da qualidade e produtividade. A maioria dos setores produtivos opera em ambientes de intensa competição a nível mundial, com margens de lucro determinadas pelas características de funcionamento do mercado e, portanto, com a necessidade de promover uma busca incessante de elevação da qualidade e produtividade.

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

Se de um lado é surpreendente o número de métodos, técnicas e abordagens gerenciais e tecnológicas que se apresentam no meio empresarial, por outro lado constata-se que este é um movimento de busca de ferramentas adequadas para lidar com as muitas variáveis em jogo no âmbito da produção em todo o seu ciclo até atingir o consumidor final. Todas as áreas da produção passam por verdadeiras revisões conceituais, desde a tradicional contabilidade até as áreas mais recentes como a Engenharia do “Design”.

A indústria da construção civil, assim entendida como o conjunto de empresas construtoras e prestadoras de serviços de construção, também vem passando por mudanças significativas do ponto de vista organizacional e tecnológico. Essas mudanças não se explicam de outra forma senão pela lógica econômica da competição e fazem sentido somente se analisadas sob a consideração do contexto econômico que se configurou a partir dos anos 80 no Brasil e no mundo.

Em vários países desenvolvidos já se apontam tendências para o processo de produção da construção civil, derivadas das mudanças sociais, econômicas e tecnológicas gerais. No Brasil é possível verificar um processo de reestruturação competitiva em que a viabilização da inserção das empresas no mercado requer também uma revisão de métodos de trabalho em todas as áreas da produção. Paulatinamente a indústria começa a incorporar o novo papel do consumidor final como orientador do desenvolvimento do produto-edifício. As mudanças tecnológicas,



ao contrário de muitas situações do passado, passam a ser parte de estratégias que efetivamente atingem o consumidor pelo preço ou por características de diferenciação dos produtos.

Atender aos segmentos de mais baixa renda na pirâmide social do País quanto à provisão de habitações já não é uma questão de responsabilidade exclusiva do Poder Público, na medida em que há uma mobilidade social sinalizada a partir da estabilização econômica em que uma parcela desta população passa a ter poder de consumo. As mudanças que se operam nas relações entre o Poder Público e o setor empresarial na área habitacional geram novas formas de operação das empresas, especialmente como decorrência da origem dos recursos de financiamento agora livres do forte caráter de subsídio do passado e dotados de um caráter de mercado.

Do ponto de vista competitivo a indústria da construção civil se vê diante da necessidade de competir por recursos de investidores privados e pela preferência do consumidor final. No primeiro caso a competição é com outros setores econômicos, isto é, setores da indústria de transformação e de serviços, assim como com o próprio setor agrícola em que os critérios de atratividade quanto ao retorno proporcionado, produtividade, e outros se mostrem mais compensadores. Junto aos consumidores finais a competição ocorre com bens e serviços que são priorizados em relação à compra da unidade habitacional ou comercial, ou ainda em relação a obras de ampliação, reforma e renovação.

Todas essas condições colocam o desafio de uma nova visão do processo de produção de edificações onde a indústria da construção civil não garante sozinha a sua própria sobrevivência e desenvolvimento. As mudanças no processo de produção só são viáveis com a integração de todos os agentes intervenientes, onde o papel da empresa construtora é condicionado pela atuação de projetistas, fornecedores de serviços e de todo o macrocomplexo industrial que reúne as diversas indústrias produtoras de materiais e componentes.

A ausência desta integração na produção brasileira leva à necessidade de criar bases de conhecimento e metodologias apropriadas para que todos possam convergir

dentro de objetivos comuns, respeitando-se as características dos processos individuais de cada agente.

Em várias etapas do processo de produção observa-se essa necessidade, mas um aspecto específico nesta visão consistiu na motivação básica do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

### **Motivação da pesquisa**

Desde as iniciativas de introdução de tecnologias inovadoras nos anos 60/70 a construção civil brasileira vem passando por um processo de desenvolvimento de novos produtos - materiais, componentes, subsistemas e sistemas - com as mais diversas características em termos da repercussão sobre o processo de trabalho e em termos de desempenho. Estimulado pela possibilidade de demanda em larga escala a partir da criação do Banco Nacional da Habitação em 1964 este desenvolvimento se acentuou, possibilitando o crescimento de toda a indústria voltada aos produtos da construção civil.

Muitos foram os problemas decorrentes da utilização desses produtos em escala real sem a avaliação adequada do ponto de vista da escala laboratorial. Também se observou um baixo conhecimento sobre os resultados atingidos em termos das necessidades a que essas inovações pretendiam atender, como a redução de custos, por exemplo. Especialmente o Poder Público, como agente de decisão sobre a adoção de determinada tecnologia frente às alternativas que lhe eram apresentadas, sempre se viu sem instrumentos para proceder a esta escolha com um grau de objetividade e critérios técnicos e econômicos adequados aos objetivos dos programas que deveria estruturar.

Não se tratava da metodologia de avaliação de cada solução, esta geradora de dados e informações, mas da metodologia de seleção entre alternativas avaliadas a partir de critérios comparativos.

Nesta falta de instrumentos adequados sempre se destacou a visão econômica centrada nos custos iniciais, que não permitia incorporar efetivamente as necessidades futuras - em programas habitacionais buscando os menores custos de operação e

manutenção dentro da realidade econômica do usuário; em programas de construção de equipamentos sociais visando o menor ônus possível para o Estado ao longo de toda a vida útil das edificações. As diferentes responsabilidades sobre os custos iniciais e custos futuros numa perspectiva em que era baixo o poder do usuário do ponto de vista legal e de intervenção no processo faziam com que a ênfase aos custos iniciais mais baixo estivesse dissociada da consideração das repercussões das opções tecnológicas que se apresentavam sobre os custos futuros. Embora nunca tenha sido integralmente incorporada à produção, a metodologia de desempenho do ponto de vista dos requisitos relativos ao comportamento dos produtos quanto aos aspectos físicos e químicos teve sua aplicabilidade viabilizada por meio de ensaios e parâmetros de medição. Os requisitos de economia, especialmente no que diz respeito aos custos futuros, ao contrário, nunca foram devidamente instrumentalizados como medida do desempenho das edificações.

As manifestações patológicas detectadas por meio de vários tipos de levantamentos em obras contratadas pelo Poder Público evidenciaram muitas vezes que a essência da escolha estava num processo de decisão econômica, a qual prescindia de critérios que levassem em conta aspectos relacionados à durabilidade. Ao contrário, em muitos casos evidenciou-se a opção pura e simples por soluções de menor custo inicial que, precocemente, se mostraram totalmente inadequadas quanto ao comportamento em uso e geraram custos elevados de manutenção corretiva.

Ao longo do tempo essa questão passou a se colocar de diferentes formas também para os agentes promotores privados, em função dos seguintes aspectos:

- crescimento do número e natureza de alternativas de produtos no mercado, o qual se tornou ainda mais acentuado a partir da abertura econômica em 1990;
- mudança de paradigma dos adquirentes de imóveis, em que a análise para a decisão de compra envolve o valor e não apenas o preço inicial. Nessa avaliação aspectos resultantes das opções tecnológicas na concepção do produto podem ser definidores do sucesso de vendas;
- responsabilidade do construtor sobre ocorrências que exigem manutenção corretiva e, conseqüentemente, sobre os custos advindos dessas atividades;

- co-responsabilidade de projetistas e fornecedores de modo geral perante o próprio consumidor final;
- nas obras comerciais e industriais a influência dos custos de operação (especialmente de energia) e de manutenção sobre os processos produtivos ali desenvolvidos de forma direta e indireta (custos decorrentes de paralisação para realização de serviços, por exemplo).

Por outro lado, a disseminação dos conceitos e metodologias de implantação de sistemas de gestão da qualidade trouxe à tona o papel do processo de desenvolvimento do projeto no atendimento das necessidades dos clientes internos e externos ao processo. A seleção tecnológica como parte deste processo de concepção do produto encerra, portanto, um papel fundamental na metodologia de gestão da qualidade no projeto. A qualidade da solução de projeto é, em parte, resultante das opções de produtos realizadas pelo projetista e construtor. No entanto, essas opções por sua vez já são delimitadas pela concepção projetual.

A constatação de que a seleção ocorre no processo de desenvolvimento do projeto totalmente fundamentada na experiência passada do projetista e/ou agente promotor/construtor demonstra a restrição que este processo impõe a adoção de produtos inovadores.

Dessa análise resultou a motivação para desenvolver uma metodologia de seleção tecnológica que pudesse resultar em instrumentos adequados para o tratamento das variáveis em jogo no problema de tomada de decisão que se coloca para o planejador de programas no âmbito do Poder Público, para os projetistas e para os agentes promotores e construtor de um modo geral.

Tratada sob a ótica das estratégias competitivas adotadas pelo promotor do empreendimento para atender um determinado segmento de mercado a metodologia é desenvolvida como uma ferramenta de um sistema de gestão da qualidade para o desenvolvimento do produto-edifício. A metodologia limita-se ao caso dos edifícios para fins residenciais e parte do pressuposto que a base de conhecimento necessária para viabilizar a escolha deve ser composta de forma a estabelecer uma linguagem comum entre os envolvidos de toda a cadeia produtiva, promovendo o

compartilhamento de responsabilidades ao longo de todo o processo de projeto e de seleção.

### **Hipótese**

A hipótese central do trabalho é de que, com o emprego de uma metodologia em que os critérios de julgamento para a seleção de produtos sejam relacionados ao desempenho físico e econômico, envolvendo os custos ao longo da vida útil, as decisões de projeto levarão a escolhas diferentes das que são feitas considerando-se apenas custos iniciais. Supõe-se que seja possível considerar como critério de seleção a obtenção dos menores custos ao longo da vida útil, sem no entanto acarretar uma elevação dos custos iniciais que inviabilize os empreendimentos.

### **Objetivos**

O objetivo geral da pesquisa é desenvolver uma metodologia capaz de subsidiar planejadores, projetistas, construtores e usuários de edificações residenciais no processo de tomada de decisão que resulta na opção por produtos que devem constituir os sistemas construtivos.

Os objetivos específicos são:

- identificar os aspectos condicionantes das decisões de projeto no que diz respeito ao comportamento em uso de materiais, componentes, subsistemas e sistemas construtivos;
- identificar os conceitos e abordagens técnico-econômicos passíveis de utilização para estabelecer as relações entre a tomada de decisão do ponto de vista do comportamento físico desses produtos e seu comportamento econômico;
- identificar as variáveis relativas à especificação dos produtos e à concepção de projeto que devam se constituir em requisitos a serem observados no estabelecimento de critérios de seleção;

- elaborar uma metodologia para o estabelecimento de critérios visando a seleção tecnológica a partir de requisitos de desempenho físico e econômico, possibilitando o planejamento de custos na fase de projeto e a consideração dos custos ao longo da vida útil;
- verificar a viabilidade da metodologia por meio da aplicação em dados e informações obtidos em estudo de caso.

### **Metodologia de pesquisa**

A metodologia de trabalho consistiu da pesquisa bibliográfica de caráter conceitual nos vários aspectos envolvidos no tema, a pesquisa de campo visando caracterizar as práticas atuais de seleção tecnológica e as necessidades dos vários agentes envolvidos e a pesquisa de campo à título de estudo de caso .

A pesquisa bibliográfica consistiu de busca e análise da bibliografia disponível sobre os seguintes aspectos:

- histórico e caracterização da evolução recente do processo produtivo e comportamento competitivo da indústria da construção civil e dos complexos industriais que compõem a cadeia produtiva;
- competitividade e estratégias competitivas;
- gestão da qualidade na construção civil e no processo de desenvolvimento do projeto;
- interação custo-qualidade e suas relações com a tomada de decisão em projeto;
- análise sistêmica, avaliação de desempenho e durabilidade;
- sistemas de informação de custos;
- métodos de modelagem e avaliação de custos;
- marketing e segmentação de mercado.

A pesquisa de campo relativa à caracterização das práticas atuais de seleção e suas implicações no processo produtivo segundo as necessidades dos vários agentes foi realizada por meio de um conjunto de entrevistas, seminários em grupos de empresas e usuários, visitas, inspeções técnicas e análise de documentação, no período 1990-95. Dentro das condições específicas de atuação de cada agente foi possível analisar, com foco nos objetivos da pesquisa, os mecanismos pelos quais órgãos contratantes, projetistas, construtores, fabricantes de materiais, componentes, subsistemas e sistemas construtivos, influem sobre o processo de projeto e sobre a seleção tecnológica em particular. Por meio de avaliações pós-ocupação, entrevistas em revendas de produtos para a construção civil e seminários identificou-se as características de comportamento dos usuários com relação às necessidades derivadas do uso das unidades residenciais, bem como de algumas partes específicas como por exemplo os produtos para revestimentos, as instalações hidráulicas e elétricas prediais.

Nestas investigações foram evidenciados os aspectos relacionados ao comportamento dos vários agentes no que diz respeito às estratégias competitivas perante os vários segmentos de mercado e as implicações da metodologia em desenvolvimento para os sistemas de gestão da qualidade.

A partir desses subsídios desenvolveu-se a estrutura da metodologia, cujos elementos principais são: um sistema de dados e informações, métodos de tratamento dos dados e informações, métodos de atribuição do valor de cada alternativa, o método comparativo entre alternativas e o método de avaliação do grau de satisfação dos clientes. O sistema de informações é composto de forma a viabilizar um sistema de armazenamento de dados e informações históricos que ao longo do tempo proporcionam um aumento de confiabilidade e segurança nas decisões em função de ganhos de precisão das premissas e critérios de julgamento a partir desses dados.

A pesquisa de campo que gerou os dados e informações para o estudo de caso foi inteiramente estruturada por meio de metodologia particular de caracterização e coleta em função dos objetivos pretendidos. O estudo de caso consistiu da aplicação da metodologia a um projeto específico cujo objetivo central era a escolha de uma alternativa de sistema construtivo entre um conjunto de alternativas concorrentes, isto é, alternativas que se colocavam para o planejador, um órgão público contratante de

obras em programas habitacionais, para atender a necessidades especificamente caracterizadas em função de uma população-alvo. Os dados sobre as condições iniciais de implantação das unidades habitacionais foram obtidos por meio de análise de documentação técnica e acompanhamento “in loco” das obras. Para as condições de uso uma metodologia específica foi estabelecida e aplicada por meio de entrevistas realizadas diretamente com os usuários, bem como inspeções técnicas previamente planejadas após um período médio de dois anos de ocupação das unidades.

### **Estrutura do trabalho**

O trabalho está estruturado em seis capítulos além deste capítulo introdutório.

O Capítulo 2 consiste da abordagem que permite caracterizar os mecanismos pelos quais se forma o valor do produto edifício e contextualizar o problema básico da seleção tecnológica no processo de produção. Para tanto analisa-se os conceitos de valor, as implicações dos custos futuros do ponto de vista dos diversos agentes envolvidos segundo seus papéis e responsabilidades na dinâmica do processo de produção e uso do produto-edifício. Neste capítulo caracteriza-se ainda a evolução da produção do ponto de vista dos produtos que foram sendo introduzidos no mercado brasileiro segundo a lógica de desenvolvimento desses produtos, isto é, a racionalização, a agregação de valor para o usuário, etc.

O Capítulo 3 apresenta a conceituação sobre a dinâmica da competição empresarial e estabelecimento de estratégias competitivas segundo uma análise do conjunto de indústrias que compõem a construção civil. Essa análise permite caracterizar a lógica que move os agentes para a adoção de novos métodos de trabalho, a introdução de novos produtos, etc. O processo denominado reestruturação competitiva é analisado demonstrando-se a configuração de novas dinâmicas de competição que têm implicações para a aplicação da metodologia. Também se estuda neste capítulo o histórico da gestão da qualidade na construção civil e a inserção do processo de desenvolvimento de projeto nos sistemas de gestão, caracterizando-se a seleção tecnológica como um processo de tomada de decisão com influência determinante da qualidade da solução de projeto.



O Capítulo 4 analisa os conceitos e abordagens que convergem para o problema da seleção tecnológica, numa perspectiva histórica e de contextualização da situação da pesquisa no Brasil. Analisa-se a visão sistêmica da produção, a metodologia de avaliação de desempenho, especificamente o requisito de durabilidade, a estimação de vida útil e a metodologia de análise do valor.

O Capítulo 5 representa a construção da estrutura da metodologia, caracterizando especificamente as questões a serem respondidas pela metodologia, o problema de pesquisa, os usuários da metodologia e fundamenta sua estrutura básica nas abordagens apresentadas nos capítulos 3 e 4.

O Capítulo 6 desenvolve a estrutura da metodologia em todos os seus módulos detalhando cada um do ponto de vista operacional. Evidencia-se nesse capítulo os papéis dos vários agentes na geração de um processo de decisão compartilhado, o que coloca a metodologia como um instrumento de indução e viabilização da integração, respeitando-se as características de operação de cada agente interveniente, mas fazendo-os convergir para as necessidades do processo de desenvolvimento de projeto e especificamente da seleção tecnológica.

O Capítulo 7 apresenta o estudo de caso, por meio da descrição da metodologia de coleta de dados na fase inicial, de projeto e construção, e na fase de uso e, posteriormente, da constituição de todas as partes da metodologia e aplicação a uma das situações típicas da seleção tecnológica. Identifica-se nesse estudo de caso os limites da aplicabilidade da metodologia verificando-se dados e informações passíveis de obtenção em condições correntes em contraposição às condições próximas do ideal proporcionadas por uma estrutura de trabalho de pesquisa previamente planejado. Verifica-se por meio dos resultados do estudo de caso a comprovação/rejeição da hipótese central do trabalho.

O Capítulo 8 reúne as conclusões decorrentes da análise dos resultados obtidos do estudo de caso, bem como de todo o processo de aplicação da metodologia, analisando em forma de prognóstico as possibilidades de contribuição da metodologia para o processo de produção de edificações residenciais numa perspectiva de competição empresarial e setorial.

## **2. SELEÇÃO TECNOLÓGICA E CUSTOS AO LONGO DA VIDA ÚTIL SEGUNDO A EVOLUÇÃO RECENTE DA PRODUÇÃO DE EDIFICAÇÕES NO BRASIL**

### **2.1 Introdução**

A seleção tecnológica é uma parte do processo de produção de edificações que se constitui de um processo decisório particular e bem definido, que está presente em qualquer processo de projeto de produto industrial.

Em vários destes processos a consideração dos custos associados à vida útil como critério de decisão já é incorporada naturalmente, uma vez que, na indústria de transformação<sup>1</sup>, a responsabilidade pela qualidade do produto em uso é assumida pelo produtor há muito tempo por meio da assistência técnica pós-venda e garantia da qualidade após a entrega.

Assim como na construção civil muitas indústrias trabalham a partir de um conjunto de fornecedores que produzem componentes dos produtos finais e estes devem ser selecionados por meio de uma metodologia específica no desenvolvimento do projeto do produto.

Se nestas indústrias estas questões já são visíveis desde o período imediatamente posterior à Segunda Guerra Mundial e a busca de metodologias desta natureza têm ocorrido desde então e efetivamente incorporadas a muitos processos de produção, na construção civil brasileira, somente a partir de determinadas condições específicas de caráter macroeconômico que se colocam nos anos 90 é que se viabilizam condições de efetiva aplicação de critérios de seleção tecnológica voltados à garantia da qualidade ao longo de toda a vida útil das edificações. A escassez de recursos para financiamento à produção foi o principal motor destas condições,

---

<sup>1</sup>O termo indústria de transformação refere-se às características de processos industriais que alteram as características de matérias específicas para gerar produtos. Neste sentido a indústria da construção civil (entendida como a indústria cujo produto é o edifício, a estrada, a barragem, etc) não transforma matéria, mas articula várias indústrias na categoria de produtora do bem final (HAGUENAUER et al., 1984).

levando as empresas e órgãos contratantes a um movimento de voltar-se para a produtividade e custos como forma de utilização mais eficiente dos recursos existentes. No entanto, concorreram para esta mudança ainda as novas relações de responsabilidade decorrentes da entrada em vigor da Lei de Defesa do Consumidor e as quedas de preços decorrentes de uma situação de oferta maior que a demanda (reduzida em função de falta de financiamento) acirrando a competição entre as empresas.

A elaboração de uma metodologia de seleção com estes fundamentos requer, portanto, a análise de sua inserção no estágio de desenvolvimento tecnológico e organizacional da construção civil e, sobretudo, a análise da participação dos vários agentes intervenientes no processo de produção nas condições que asseguram o seu emprego efetivo. Constitui-se assim o contexto que analisa a viabilidade de introdução de uma nova cultura de seleção tecnológica a partir da metodologia.

## **2.2 Valor e vida útil das edificações - Conceituação**

O processo de produção de edificações é, em geral, entendido como o processo de execução de obras, envolvendo as atividades próprias do canteiro. No entanto, ao longo dos últimos anos um conjunto de estudos e ações, tanto no setor público como no setor privado da produção e no meio acadêmico, tem evidenciado o papel fundamental das atividades de planejamento e projeto como integrantes do processo produtivo e determinantes do desempenho do ponto de vista dos requisitos relacionados às características tecnológicas dos produtos e às características econômicas.

Mais do que isso, tornou-se entendimento comum estender o processo para as fases de uso, operação e manutenção, uma vez que o produto é considerado acabado no momento do término da execução apenas para uma parte dos intervenientes - promotores, projetistas, construtores, (BOURDEAU, 1994). Para os demais intervenientes no processo, que podem abranger a sociedade como um todo, face à diversidade de edificações que se pode construir, o produto e, conseqüentemente, o processo pelo qual ele foi gerado, será julgado pelo grau de eficiência com o qual cumprirá as finalidades para as quais foi concebido. Tais finalidades assumem

características próprias segundo o objetivo de mercado (venda, locação, equipamentos sociais, uso por parte do proprietário) ou segundo o tipo de uso - habitacional, comercial, industrial, escolar, saúde, etc. (STONE, 1980; JOHN, 1988).

A edificação constitui-se portanto, num bem de consumo durável ou num bem de investimento e como tal pode ser também um meio de produção.

O termo “consumo” em Economia não tem o sentido estrito da palavra, mas refere-se à “utilização final dos bens econômicos”, ou ao “ato de compra de bens e serviços para satisfazer necessidades”, de tal forma que a área de conhecimento relativa ao consumo consiste do estudo do conjunto de atividades relativas às aquisições dos bens econômicos (objetos e serviços) para a sua utilização final (WONNACOTT; WONNACOTT, 1994).

Os bens de consumo duráveis são produtos destinados a atender diretamente as necessidades da coletividade e diferenciam-se dos bens de consumo não duráveis pela maior vida útil. Os bens de investimento são incorporados em outros processos de produção, para os quais são meios de produção, isto é, não são incorporados ao produto final. Na construção civil “caracterizam-se como bens de consumo duráveis as edificações utilizadas para moradia do adquirente e como bens de investimento as edificações que abrigam atividades comerciais, industriais, escolares, hospitalares, recreativas, culturais, esportivas, etc., bem como as edificações adquiridas com a finalidade de proporcionar renda ao proprietário através de locação e, ainda, obras de infra-estrutura (barragens, estradas, redes de abastecimento, etc.)” (SILVA, M.A.C, 1986).

A eficiência no cumprimento das finalidades da edificação é, pois, função do atendimento em maior ou menor grau das necessidades dos intervenientes no processo (construtores, projetistas, fornecedores de produtos e serviços), que podem ser agrupados basicamente em: agentes promotores do empreendimento, agentes financiadores do empreendimento, proprietário, agentes de produção e usuários.

O *valor* da edificação como bem de investimento pode ser expresso pela rentabilidade que proporciona aos investidores face a outras alternativas de investimento existentes no mercado. Quando a edificação se coloca como meio de

produção, o *valor* pode ser expresso como o valor em unidades monetárias com que a edificação contribui para a produção de bens e serviços. Na prática, haverá também a consideração da satisfação que a edificação proporciona aos seus usuários, mas a maior relevância estará no valor de transferência do bem (STONE, 1980).

Do ponto de vista econômico existem várias definições e abordagens para o valor dos bens, relacionando a utilidade percebida pelo comprador e o seu poder de compra (WONNACOTT; WONNACOTT, 1994). Para O'BRIEN (1976) valor é “o mais baixo custo para prover determinadas funções no tempo e lugar desejados com a qualidade essencial”. MORTON (1987) e RUST et al. (1994) atribuem ao cliente o papel de definir o valor do produto ou serviço, a partir de uma relação em que confronta o preço e a qualidade.

Abordagens relativas ao estudo do comportamento do consumidor e às teorias da qualidade e competitividade atribuem ao termo “valor” uma intrínseca ligação com a percepção do cliente quanto aos atributos do produto que satisfazem suas necessidades. Atribui-se também ao aumento do *valor agregado* que a empresa proporciona ao comprador, o potencial de ampliar a base de escolha dos compradores, ou seja, aumentar os atributos nos quais a escolha potencialmente se baseia (KOTLER, 1993; PORTER, 1991; JURAN, 1988; FORBUS; MEHTA apud PORTER, 1992).

JURAN (1988) destaca que as percepções de valor dos consumidores estão baseadas em conceitos com nível de agregação maior do que o que supõem as indústrias ao abordar estas questões a partir de funções técnicas detalhadas com base nos requisitos de normas técnicas específicas.

FRANCHI (1991) analisa diversas definições de valor de mercado para imóveis, adotando a definição de WOLFENSON em que “o valor da livre negociação de um imóvel em uma época definida é uma variável aleatória, sendo seu valor de mercado uma estimativa do valor mais provável desta variável”. Para a adoção desta definição considera-se que a aleatoriedade provém da “impossibilidade de arrolar exaustivamente os atributos de valor que em um dado momento estejam influenciando o bem e a inexatidão contida na medida e ordenação de uma série de atributos

considerados determinantes na formação do valor” (BARBOSA FILHO apud FRANCHI, 1991).

Neste trabalho a abordagem adotada é de que para a edificação que se coloca como bem de consumo durável o *valor* é expresso pela satisfação que proporciona aos usuários no que diz respeito ao atendimento de suas necessidades. Estas necessidades manifestam-se ao longo de toda a vida útil da edificação, segundo a dinâmica de uso, sujeitando-a às ações decorrentes do(s) tipo(s) de atividade(s) exercida(s).

A *vida útil física das edificações* está relacionada aos conceitos de desempenho e durabilidade dos materiais, componentes e elementos<sup>2</sup>, que compõem a edificação. Considera-se a vida útil física como o período em que a capacidade da edificação e suas partes em ter o desempenho esperado, segundo suas características técnicas, pode ser assegurada pelas condições normais de manutenção. Esse período será considerado terminado quando os custos das atividades de manutenção necessárias para assegurar o desempenho da edificação e suas partes inviabilizarem a rentabilidade do investimento ou se constituírem em custos incompatíveis com os recursos dos agentes responsáveis por estes custos (STONE, 1980; JOHN, 1988).

Distingue-se, no entanto, ainda a *vida útil econômica*, definida pela norma E 833 - Standard Terminology of Building Economics, da ASTM - American Society for Testing and Materials (ASTM, 1992) como “o período de tempo sobre o qual um investimento é considerado como a alternativa de mais baixo custo para alcançar um determinado objetivo”. Esta definição refere-se ao fato de que a vida útil econômica de uma edificação poderá ser considerada terminada se o objetivo ao qual está associada (por exemplo, tipo de uso) puder ser alcançado de forma mais econômica por outra alternativa, por exemplo, a demolição e construção nova.

---

<sup>2</sup>Dada a difusão no meio técnico nacional e internacional, adota-se no trabalho a terminologia adotada pelo CIB - Conseil International du Bâtiment e na norma ISO 6241 da International Organization for Standardization (ISO, 1984) e, posteriormente, traduzida e adotada pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e pelas normas da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Materiais - produtos formados por ligas, por compostos ou complexos químicos, cuja correspondência com funções específicas é determinada apenas na ocasião da sua aplicação no componente ou elemento; componentes - produtos que correspondem a partes dos elementos das edificações sendo neles destinados a cumprir individualmente funções restritas; elementos - produtos que correspondem a partes da edificação e são destinados a cumprir um conjunto amplo de funções, atendendo a uma ou mais das exigências do usuário.

Excluído: ¶

¶

### **2.3 A visão dos diversos intervenientes sobre os custos, o valor dos bens produzidos e a importância relativa dos custos futuros**

Para o projetista e planejador, a quem cabe a tarefa de conceber a edificação, o problema que se coloca é o de buscar uma solução que se enquadre num *programa de necessidades*<sup>3</sup> preestabelecido, de modo a ser também uma solução economicamente viável diante dos recursos disponíveis. Pode-se, no entanto, atingir diferentes graus de atendimento dessa viabilidade econômica ao atender o programa de necessidades. A busca da solução pode partir simplesmente da premissa de que é preciso gerar custos na medida exata dos recursos disponíveis ou buscar para esses recursos uma aplicação que represente o maior valor possível diante das alternativas de projeto e planejamento existentes para atender aquele programa de necessidades (STONE, 1980; BISHOP, 1984).

No primeiro caso, são muitas as práticas adotadas para se atingir a viabilidade econômica e todo o processo de tomada de decisão envolvido baseia-se na avaliação do custo inicial da solução pretendida através da estimativa tradicional de custos<sup>4</sup>. O custo inicial será traduzido pelos custos incorridos no processo de execução da obra relativos à utilização de todos os insumos, seja do ponto de vista físico seja do ponto de vista gerencial.

No segundo caso, a busca de uma solução mais econômica envolve a avaliação global da repercussão das decisões tomadas quanto ao valor agregado ao produto final pelos recursos empregados. Nesse sentido, é preciso considerar o papel de cada interveniente no processo e sua responsabilidade sobre os custos, de modo a verificar o valor proporcionado pela aplicação dos recursos e para quem esse valor interessa (FLANAGAN, 1984).

---

<sup>3</sup>O programa de necessidades é definido pela norma NBR 13531 da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1995) como a "etapa destinada à determinação das exigências de caráter prescritivo ou de desempenho (necessidades e expectativas dos usuários) a serem satisfeitas pela edificação a ser concebida.

<sup>4</sup>Entende-se por estimativa tradicional de custos a estimativa praticada pelo setor da construção civil, que consiste no levantamento de quantidades de insumos a serem consumidos a partir do detalhamento do projeto, utilizando-se "composições unitárias de serviços", definidos sem relação de interdependência com o planejamento operacional da execução.

Para o investidor, que aplica seus recursos disponíveis na produção ou em edificações acabadas a fim de comercializá-las e obter uma rentabilidade adequada em relação às condições do mercado, o valor que orienta sua tomada de decisões não é o valor da edificação para si próprio, mas é o preço que o comprador está preparado para pagar. A relação direta do investidor com o valor a ser alcançado pelo empreendimento se dá a curto prazo, ou seja, após o término do processo de execução da obra. Teoricamente a responsabilidade sobre os custos que poderão advir do uso da edificação e de sua manutenção é dos compradores e/ou usuários. A solução técnica estará então primordialmente orientada para decisões economicamente viáveis no plano dos custos de execução, ignorando-se ou relegando-se a considerações bastante secundárias as implicações relativas às ocorrências ao longo da vida útil. No entanto, se a tomada de decisão desses compradores considera também esses custos, o investidor deverá voltar-se às conseqüências futuras dos custos que são incorridos na fase inicial do processo, como parte de sua estratégia de competição<sup>5</sup> (MARKUS, 1984).

Os usuários avaliam o valor da edificação pela satisfação que esta pode proporcionar no atendimento de aspectos como conforto, "status" e conveniências diversas. Aspectos dessa natureza não podem ser facilmente expressos monetariamente, mas podem ser comparados em função dos custos gerados para sua provisão. A longo prazo, a preocupação dominante é a de dispor de seus recursos de forma a possibilitar o maior grau de satisfação possível, tendo em vista que as necessidades a serem atendidas são dinâmicas.

Para vários tipos de edificações os usuários são coletivos, consistindo de grupos de famílias e/ou comunidades. As necessidades coletivas introduzem variáveis diversas no processo de produção quanto à tomada de decisão, porém o problema de assegurar o maior valor para os recursos a serem empregados permanece o mesmo. Para o caso de investimento coletivo, os recursos, em muitos casos, são oriundos de organismos governamentais e estes podem desempenhar vários papéis quanto à responsabilidade sobre os custos. A começar dos próprios recursos que podem ter

---

<sup>5</sup>No Capítulo 3 a abordagem sobre competitividade permite uma análise detalhada das estratégias de competição.



várias origens como dotações orçamentárias, financiamentos a fundo perdido ou com retorno, investimentos de capital estrangeiro, permutas com a iniciativa privada e outras modalidades. Para cada tipo de origem, as regras e implicações quanto à forma de aplicar os recursos podem determinar maior ou menor relevância para a perspectiva de ocorrência de custos após o término da obra, concentrando-se a tomada de decisões em maior ou menor grau sobre os custos incorridos ao longo da vida útil. Também nesse sentido é preciso distinguir as responsabilidades sobre os custos, isto é, para cada tipo de empreendimento, diferentes agentes intervenientes assumem a responsabilidade pelos custos em diferentes momentos. Programas habitacionais para venda transferem ao usuário final a responsabilidade pelos custos ao longo da vida útil; programas habitacionais voltados à locação social definem uma responsabilidade compartilhada entre agente promotor/financiador e usuários finais; programas de construção de edificações destinadas à rede pública de saúde ou educação da administração pública, em geral mantêm o agente promotor/financiador como responsável pelos custos ao longo de toda a vida útil. Mesmo que se considere as várias origens que os recursos podem ter, nesses casos os custos ao longo da vida útil são sustentados pela sociedade como um todo, através de todos os instrumentos de arrecadação fiscal do Estado.

Para edificações comerciais e industriais a edificação não pode ser analisada isoladamente, pois faz parte dos custos de produção de bens e serviços. A necessidade que se coloca para o investidor-proprietário é de minimizar os custos de produção como um todo em relação à receita que pode auferir em seu tipo de atividade. Qualquer tomada de decisão que represente incremento de custo da edificação pode ser absorvida se representar um incremento de receita capaz de elevar o retorno do investimento. Assim, por exemplo, um piso industrial que facilite operações de transporte pode representar benefícios que compensem um maior custo inicial em relação a outras alternativas. Nesse caso, a edificação é apenas mais um fator de produção e a análise que leva à tomada de decisões deve considerar o efeito da solução sobre os custos dos processos e procedimentos a serem desenvolvidos nas edificações(MARKUS, 1984).

O preço de venda é determinado pela demanda por aquele tipo de edificação e sua localização. O valor que o mercado atribuirá aos produtos dependerá da

expectativa futura em termos de fluxo de retornos periódicos, descontados a taxas de juros apropriadas às condições correntes. O proprietário-usuário considera o custo periódico (em geral, na base anual) que a ocupação e uso da edificação acarreta, enquanto o investidor considera a renda presente e futura que pode ser proporcionada (MARKUS, 1984; FLANAGAN, 1984). O preço de venda que cada produtor pode praticar resulta de uma combinação de fatores que derivam, nos sistemas econômicos capitalistas, da atuação de um conjunto de forças de mercado. Interferem na formação do preço: a) as expectativas do produtor quanto à necessidade de dar cobertura aos custos e riscos e de assegurar um determinado nível de rentabilidade; b) as estratégias dos concorrentes na prática de preços para produtos de mesma natureza; c) o poder de barganha dos compradores segundo sua capacidade de pagamento e sua análise do valor do produto; d) o ambiente externo e suas forças determinantes do comportamento dos agentes econômicos; e) o poder de barganha dos fornecedores de insumos (LIMA JR., 1993; PORTER, 1991).

Especialmente nas edificações o preço da terra determina papel singular na formação do preço, bem como os aspectos sócio-econômicos derivados da localização da edificação. Entre estes aspectos distingue-se duas categorias principais: os benefícios decorrentes da proximidade e acesso a um conjunto de serviços (abastecimento de água e energia, saneamento, pavimentação, rede de telefone, escolas, etc.) e os benefícios decorrentes do significado social desta localização.

Para o usuário da edificação define-se os *custos internos*, que são os custos suportados por ele próprio e decorrentes das características físicas da edificação face ao uso da mesma ao longo de sua vida útil. Também podem ser definidos os *custos externos* que são decorrentes das características físicas da edificação, porém são partilhados com outras edificações e com o entorno próximo. Este é o caso, por exemplo, dos custos decorrentes da operação de uma instalação industrial em função da geração de agentes poluidores. Se estes agentes afetam o valor de outras edificações em função de alterações no grau de satisfação aos seus usuários, os custos estão sendo partilhados (STONE, 1980).

## **2.4 A evolução da produção de edificações no Brasil e aspectos que afetam a seleção tecnológica**

### **2.4.1 Evolução tecnológica e organizacional**

A partir da constituição do SFH - Sistema Financeiro da Habitação, em 1964, a indústria brasileira de produção de materiais de construção desenvolveu-se aceleradamente em relação à evolução nas décadas anteriores. Esse desenvolvimento, possibilitado pela definição de políticas habitacionais de construção de grande número de unidades que asseguravam a escala de operação que atraía os investimentos do setor privado, representou a introdução no mercado de grande variedade de materiais, componentes e sistemas construtivos. Para a construção de unidades habitacionais constituintes dos programas governamentais de produção em larga escala, muitas foram as alternativas construtivas empregadas, seja através da utilização de sistemas construtivos totalmente inovadores, seja através da introdução paulatina de práticas de substituição de materiais e componentes até então utilizados (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1984; IPT, 1988).

Embora em muitos aspectos a referência para a produção tenham sido as inovações e alterações desenvolvidas em outros países, analisando-se a evolução da produção no Brasil, verifica-se que as próprias características sócio-econômicas que condicionam a demanda condicionaram também o desenvolvimento do subsetor edificações. Por outro lado, os aspectos relativos à qualidade e produtividade, incorporados à produção em outros países, sob várias formas, desde os anos que se seguiram à 2ª Guerra Mundial, foram negligenciados por um longo período, em que predominou a preocupação com a quantidade a ser construída ( FERREIRA, 1976; FARAH, 1992).

A partir dos anos 80, em função das alterações políticas, sociais e econômicas que o País vem atravessando, verifica-se também um redirecionamento da evolução tecnológica e organizacional da indústria, com mudanças de ordem institucional que têm levado a novas formas de relacionamento entre o setor privado e o Estado no que diz respeito à produção, às relações de consumo e às relações capital-trabalho (ABIKO et al., 1992). Também a indústria produtora de materiais e componentes vêm

passando por alterações significativas em termos dos produtos que desenvolve, identificando-se produtos e serviços especificamente voltados à racionalização do processo de produção.

A especificação de materiais, componentes e sistemas construtivos passou a ocorrer a partir de uma variedade maior de alternativas à disposição de agentes promotores e projetistas.

As motivações do desenvolvimento e introdução de novas alternativas foram baseadas na racionalização dos processos de produção, no atendimento adequado de funções, na sofisticação de acabamentos ou na utilização de insumos de mais baixo custo.

No sentido da racionalização de processos podem ser citados<sup>6</sup>.

- a substituição de componentes tradicionais por outros de mesma função, constituídos por outros materiais como: a tubulação de instalações hidráulicas, de esgoto e elétricas em PVC - Poli (Cloro de Vinila) - e cimento amianto; caixas d'água e telhas em cimento amianto; blocos de concreto, de concreto celular e blocos sílico-calcáreos; revestimentos têxteis e vinílicos para pisos; lajes mistas formadas por componentes cerâmicos e de concreto; misturas prontas para argamassas de assentamento e revestimento; divisórias internas e forros de materiais leves;
- o desenvolvimento de novos materiais e componentes que modificaram as técnicas de execução como: materiais fibro-asfálticos para impermeabilização; aditivos químicos com várias funções para concreto e argamassa (aceleradores e retardadores de pega, plastificantes e

---

<sup>6</sup>O estudo das alterações ocorridas na indústria da construção com o caráter de racionalização foi realizado no âmbito do projeto "Análise da tendência de racionalização da construção no subsetor edificações" no Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, sob a coordenação de Marta Ferreira Santos Farah (IPT, 1991) e, posteriormente, através da realização de serviços e estudos de consultoria prestados a diversas empresas construtoras, fabricantes de materiais, componentes e sistemas construtivos, entidades de classe e órgãos públicos. Um detalhamento das características das alterações recentes introduzidas pode ser encontrado no inventário "Melhorias de qualidade e produtividade: iniciativas das empresas de construção" (SCARDOELLI et al., 1994)

impermeabilizantes, etc.); argamassa colante para assentamento de revestimento cerâmico; tintas especiais para aplicação com diferentes bases de suporte e diferentes tipos de acabamento; componentes cerâmicos para vedação, de diferentes dimensões; esquadrias padronizadas em materiais metálicos e PVC; esquadrias apropriadas ao revestimento de fachadas em vidro (pele de vidro); estruturas de cobertura pré-fabricadas; materiais isolantes térmicos e acústicos; concreto de alto desempenho com ou sem o emprego de microsílica e a tendência recente de substituição da alvenaria tradicional por sistemas de vedação em painéis, como os painéis de gesso acartonado para divisórias, a partir de produtos importados e, posteriormente, com a instalação de fabricantes de origem estrangeira no País;

- o desenvolvimento de novas formas de fornecimento de materiais e o surgimento de serviços de preparação prévia dos materiais e componentes que retiram algumas operações do canteiro, como: o fornecimento de concreto pré-misturado em centrais produtoras; o fornecimento de argamassas pré-misturadas em centrais; o fornecimento de formas de madeira pré-montadas segundo o projeto e os sistemas de formas industrializados; o corte e dobramento de aço segundo as especificações do projeto estrutural do cliente; o fornecimento de aço em forma de telas soldadas;
- a introdução de novas ferramentas e equipamentos de trabalho nos canteiros de obras a partir de racionalização de determinados serviços: escantilhões, misturadores e projetores de argamassas, silos de argamassas, bisnagas para assentamento de blocos, carrinhos de transporte de blocos em “pallets” e andaimes próprios para os trabalhos em fachadas, nível a laser, máquinas de corte de paredes, máquinas de corte de componentes cerâmicos;
- a racionalização de serviços de execução: a partir da elaboração de projetos até então não incorporados à prática da produção como o projeto de alvenaria de vedação, dotado de elevado grau de integração com os

demais projetos e de coordenação modular; a partir de modificações em projeto e tecnologia construtiva como a execução de lajes em concreto armado com nivelamento que permite a redução ou eliminação da camada de regularização;

- a melhoria das condições de trabalho em canteiros de obras, com inúmeras iniciativas que atendem e extrapolam as exigências das normas técnicas e normas do Ministério do Trabalho;
- a modernização da estrutura organizacional e de gestão das empresas construtoras por meio da incorporação de práticas voltadas à racionalização dos processos administrativos e gerenciais e à melhoria das relações capital-trabalho como, por exemplo a implantação de sistemas informatizados integrados entre as várias áreas da empresa e os sistemas de remuneração por participação nos resultados das empresas.

Algumas dessas ações e produtos como, por exemplo, os materiais para impermeabilização e alguns aditivos químicos, vieram suprir lacunas quanto ao desempenho de funções ao mesmo tempo que acarretaram mudanças de caráter racionalizador nos processos de produção.

Na direção da sofisticação de acabamentos pode ser registrada uma diversificação que, em muitos casos, não contribuiu para a racionalização dos processos e não resultou em impacto positivo sobre os custos, dirigindo-se à produção de edificações destinadas às faixas da população com maior poder aquisitivo. Estes materiais e componentes não foram necessariamente desenvolvidos segundo normas técnicas que assegurem a compatibilidade necessária com os demais produtos, tanto de ordem dimensional como em relação ao desempenho dos mesmos. Estabelece-se assim em muitos casos uma variedade de produtos no mercado que não se vem atender as necessidade dos clientes<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup>Alguns fabricantes, detectando que a diversidade de produtos que desenvolveram acarretava baixa rentabilidade e dificuldades em atender adequadamente as necessidades de seus clientes, têm desenvolvido um trabalho de racionalização de suas linhas de produtos com a assessoria de projetistas e especificadores (casos específicos têm sido objeto de trabalho entre fabricantes e a AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura).

Nesse sentido, verifica-se que o mercado da construção civil, tanto pelo lado da oferta quanto pelo lado da demanda, estabeleceu durante muito tempo uma certa confusão entre sofisticação e qualidade, relacionando a qualidade ao chamado “padrão de acabamento”.

Na realidade, problemas dessa natureza nos materiais e componentes desenvolvidos nesse movimento de expansão da indústria estão essencialmente ligados à ausência de controle da qualidade dos processos de fabricação, à falta de acompanhamento das normas técnicas em relação à evolução da indústria e a estratégias de competição que prescindem do conhecimento aprofundado das necessidades dos clientes. Ao contrário da indústria de materiais e componentes em outros países, a evolução da indústria brasileira não foi acompanhada de corpo normativo que assegurasse a qualidade e padronização dos materiais e componentes de forma a contribuir para o adequado desempenho e para a racionalização de processos. Preocupações dessa natureza têm partido essencialmente dos grandes fabricantes, cujos produtos têm um elevado teor de tecnologia incorporado, investimentos significativos em desenvolvimento tecnológico e buscam por si só a conformidade às normas técnicas, bem como alguma forma de diferenciação de produtos e serviços (SOUZA; SILVA, 1993).

A partir da abertura econômica do País, iniciada em 1990, passaram a concorrer no mercado brasileiro produtos para a construção civil provenientes de outros países. Em alguns casos trata-se de produtos que vêm incorporar tecnologia à construção civil brasileira como é o caso dos painéis em gesso acartonado. Em outros casos, as iniciativas de importação visam oferecer concorrência à indústria nacional, especialmente em relação a produtos cujas condições de fornecimento - preços, prazos, assistência técnica não vêm atendendo adequadamente aos compradores.

Observam-se ainda mudanças importantes acontecendo no processo de elaboração de projeto, a partir da competição entre profissionais dessa área e das exigências que chegam a partir dos sistemas de gestão da qualidade em implantação nas empresas construtoras:

- uma retomada da valorização do projeto como fase de maior potencial de elevação da qualidade e produtividade, a partir de critérios para a seleção de projetistas e do estabelecimento de critérios de desenvolvimento do projeto segundo a tecnologia do executor;
- a incorporação de novas metodologias de projeto tanto no dimensionamento quanto no detalhamento;
- o aperfeiçoamento dos projetos de nível executivo para um efetivo projeto aplicável ao processo de produção;
- a integração entre projetistas proporcionada pela coordenação exercida pelo contratante;
- o emprego de sistemas informatizados para o desenvolvimento de projeto: embora ainda não potencializado o emprego dos sistemas como “linguagem”;
- a integração de projetistas e fabricantes no que diz respeito ao aperfeiçoamento da especificação técnica (embora ainda sendo predominantemente baseada na marca dos produtos).

Essas mudanças foram alterando ao longo do tempo a divisão do trabalho na construção civil, gerando-se de um lado a necessidade de níveis de especialização de conhecimento e de serviços, e de outro agregando aos vários agentes intervenientes novas responsabilidades. As mudanças no processo de trabalho geraram também mudanças no perfil de capacitação requerido dos profissionais de todos os níveis. Assim, por exemplo, a informatização chegando aos canteiros de obras basicamente nos sistemas de planejamento e controle de suprimentos, de prazos e custos, delimita um novo perfil de habilidades para os profissionais que manuseiam estes sistemas de engenheiros a mestres e encarregados administrativos.

Por outro lado, já a partir da década de 60 começaram a ser introduzidos no País os primeiros sistemas construtivos que alteravam a base tecnológica da produção de edificações, especialmente da produção habitacional. Os primeiros sistemas introduzidos foram sistemas de painéis de concreto armado (ENGEFUSA) e de formas metálicas (sistema Paris-Ouest), ambos no Rio de Janeiro. Em São Paulo, no



início da década de 70 foram introduzidos os sistemas de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto (SILVA, 1991).

Durante a década de 70, em várias localidades registrou-se a introdução de sistemas construtivos inovadores baseados no emprego de materiais não convencionalmente utilizados na construção civil e disponíveis regionalmente. Estes sistemas também foram aplicados sem terem resultado de um processo de desenvolvimento tecnológico iniciando-se na pesquisa dos materiais até chegar aos componentes. Mesmo assim propiciaram a construção de unidades habitacionais com custos e características construtivas que pretendiam atender direcionados para o atendimento das faixas da população consideradas de baixa renda<sup>8</sup>. Além do tradicional concreto foram utilizados painéis produzidos com outros materiais como o concreto celular, a madeira mineralizada, o gesso, o solo-cimento e outros (SANTANA, 1987). Também foi utilizado com grande expectativa de redução de custos e prazos de produção o sistema de formas túneis. Muitos desses sistemas saíram do mercado por problemas relacionados à viabilidade econômica, uma vez que requeriam investimento inicial elevado e a entrada de receitas pelo pagamento das parcelas da obra ocorria em momento já distante da realização do investimento para a produção das peças, havendo ainda dificuldades de viabilizar a continuidade de demanda requerida.

Outros sistemas utilizados nessa época inviabilizaram-se do ponto de vista tecnológico, com problemas relativos ao desempenho que levaram à deterioração precoce de uma série de conjuntos habitacionais construídos sem um estágio prévio de experimentação e avaliação dos sistemas. Casos extremos ocorreram em São Paulo com a necessidade de abandono, desocupação e até mesmo posterior demolição de

---

<sup>8</sup>Ao longo dos anos têm sido variável a abrangência desta classificação de segmento de mercado habitacional. As faixas de renda atendidas pelos chamados "programas de interesse social" do Estado têm considerado como população de baixa renda as faixas de renda familiar mensal até 12 salários mínimos com diferentes formas de atender as diferentes faixas a partir de recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço. MAGALHÃES (1996) apresenta estudo sobre as perspectivas do mercado consumidor de bens e serviços segundo os segmentos demonstrando que a realidade do mercado consumidor comprova que há falta de classificações precisas sobre esse grupo sócio-econômico. O estudo realizado a partir de amostra de 5000 casos considera a renda familiar informal e atribui as faixas até US\$ 135 a classificação de miseráveis; de US\$ 136 a US\$ 355 a classificação de pobres e de US\$ 356 a 1495 a classificação de baixa renda; de US\$ 1496 a 7395 a classificação de renda média e acima de US\$ 7396 a classificação de ricos.

conjunto construído em sistema construtivo inovador, cuja incompatibilidade de materiais (gesso e cimento) levou à deterioração irrecuperável de dez edifícios com 360 unidades da COHAB-SP, Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo, em Carapicuíba-SP, implodidos em 1991 (COHAB-SP, s.d; ROCHA, 1991).

Quanto à pesquisa e desenvolvimento por parte do setor público, verifica-se nesse período uma série de estudos que investigaram a viabilidade de emprego de materiais alternativos no desenvolvimento de sistemas construtivos voltados à população de baixa renda como: os sistemas em alvenaria de blocos de solo-cimento e solo-cal, paredes monolíticas de solo-cimento, sistemas com estrutura e vedações em madeira, em painéis de alvenaria tradicional, painéis de taipa, painéis de materiais fibrosos e outros.

Paralelamente ao desenvolvimento de alternativas tecnológicas dessa natureza desenvolveram-se também práticas de redução de custos que foram especialmente incorporadas à produção de habitações para a população de baixa renda. A elevada incidência do custo da terra urbana no custo total dos empreendimentos e os aspectos de ordem social como a rejeição das camadas de renda média e média alta à possibilidade de uma proximidade física destas unidades levaram à busca de terrenos afastados das zonas centrais das cidades e desprovidos dos serviços urbanos básicos. Por alguns períodos a política de estoques de terrenos por parte do Banco Nacional da Habitação levava à busca das áreas de mais baixo valor no mercado imobiliário, as quais invariavelmente se localizavam em condições que levavam à uma complexidade de implantação. Isto resultava em aspectos construtivos e de custo contraditórios com a pretendida redução, uma vez que a implantação da infra-estrutura básica necessária e as próprias condições de execução da obra acarretavam custos que comprometiam o objetivo inicial (COHAB-SP, s.d).

Outro procedimento disseminado por toda a produção no âmbito do Sistema Financeiro da Habitação em várias faixas de renda, mas especialmente para as unidades produzidas para as camadas de mais baixa renda foi a redução de áreas. A redução abaixo dos mínimos necessários à garantia da viabilidade de acesso de mobiliário e ao atendimento das necessidades de circulação e atividades normais de uso levou ao extremo representado pela unidade-embrião. O pressuposto básico de

que o usuário, à medida que obtivesse melhores condições de renda, ampliaria o seu espaço, só era válido para as unidades térreas. No entanto, a falta de acompanhamento posterior com as orientações necessárias para essa ampliação fez com que, em muitas situações, se reproduzisse nos conjuntos as condições prévias de falta de atendimento às necessidades, como segurança estrutural, estanqueidade, etc., que predominavam nos aglomerados de origem dessa população (CTE, 1993; KNAPP, 1992; ORNSTEIN; CRUZ, 1995).

Com a redução de áreas na realidade não se atingia uma redução correspondente de custos, uma vez que não se considerava as diferenças de incidência de custos entre os planos horizontais e verticais (SEELEY, 1976). Nestes últimos, que representam maior parcela dos custos, a redução obtida pela redução de áreas não é proporcional, uma vez que, para uma dada parcela de área reduzida obtém-se parcela menor de redução do perímetro (e, portanto de planos verticais).

Um segundo procedimento de redução de custos representaria sérias conseqüências futuras em termos de desempenho das unidades construídas, ou seja, a padronização de projetos que se repetiam de Norte a Sul do País, com pouca ou nenhuma consideração das especificidades climáticas e de localização urbana dos empreendimentos. Nesse sentido, os aspectos relativos às condições de exposição dos materiais, componentes e sistemas e as características espaciais e geométricas face à essas condições deixavam de ser considerados, repercutindo em requisitos como a durabilidade, a estanqueidade, o conforto térmico e acústico das unidades e, conseqüentemente, sobre os custos resultantes, se estes forem pensados também do ponto de vista do usuário<sup>9</sup>. LABAKI; KOWALTOWSKI (1995) analisaram o desempenho térmico de projetos padrão em Campinas-SP, verificando as conseqüências da adoção de uma única tipologia, concluindo que é necessário desenvolver alternativas padronizadas considerando-se as características da unidade e da implantação no terreno.

---

<sup>9</sup>Estes aspectos foram também identificados mediante análise de projetos de companhias de habitação por todo o País. Foram analisados projetos de conjuntos habitacionais da CDHU - Companhia de Desenvolvimento Urbano e Habitacional do Estado de São Paulo e da COHAB-SP, Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo, da Companhia de Habitação do Estado do Paraná e da COHAB - RS, Companhia de Habitação do Estado do Rio Grande do Sul.

Nesta mesma linha de procedimentos foram adotadas as práticas de "despojamento" de acabamentos como revestimentos, acessórios de instalações, forros, partes das esquadrias. Este procedimento é nitidamente a confusão entre "sofisticação" e qualidade, admitindo-se que os acabamentos representavam uma parcela elevada do custo inicial e que seriam dispensáveis para as funções básicas pretendidas. Reduzia-se, assim, o conceito de "moradia ou habitação" ao conceito de "abrigo". Se os acabamentos eram entendidos como sofisticação dispensável à essa faixa de população, prejudicava-se novamente o atendimento às condições de desempenho requeridas como a adequação ao uso, a estanqueidade, o conforto térmico e acústico e a durabilidade (MAFFEI, 1992). Novamente se repassava ao usuário a responsabilidade de prover tais acabamentos sem, no entanto, que se assegurasse as orientações técnicas adequadas e o suporte social para a viabilização econômica.

#### **2.4.2 Pesquisa e desenvolvimento tecnológico**

Se a incorporação dos conceitos de desempenho não foi efetiva em termos da produção em si, não se pode dizer, no entanto, que houvesse desconhecimento técnico total no Brasil quanto à esses aspectos.

Ainda na década de 70 pesquisadores brasileiros de várias instituições começaram a produzir trabalhos e experiências que traziam das principais instituições estrangeiras da área, conhecimentos sobre os aspectos de desempenho e economia da construção. As iniciativas pioneiras nesse sentido podem ser registradas a partir da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, do Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, da Divisão de Edificações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo e do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Nesses centros, começaram a ser difundidos os conceitos de desempenho, as exigências dos usuários e as metodologias de avaliação de desempenho, buscando-se uma aproximação com os agentes promotores e financiadores da produção de edificações, no sentido do estabelecimento de parâmetros adequados à incorporação ao processo de produção. Foram vários os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico financiados por

esses agentes, mas pode-se dizer que foi baixa a intensidade de absorção de seus resultados pela produção propriamente dita.

A partir do fim da década de 70 algumas iniciativas de avaliação de desempenho de sistemas construtivos resultaram em pelo menos 3(três) "campi" experimentais:

- o Campus Experimental de Narandiba, construído na Bahia em 1978 e constituído de 62 (sessenta e duas) unidades habitacionais executadas por 34 (trinta e quatro) empresas diferentes. A construção do Campus foi iniciativa do Governo do Estado da Bahia através da Companhia Estadual de Desenvolvimento Urbano - CEDURB e visava fornecer subsídios quanto ao desempenho dos sistemas para a implementação de um plano habitacional que se constituía de 58.000 unidades. A avaliação foi realizada pela CEDURB em 1979 e, posteriormente, em 1986, nova avaliação baseada em metodologia desenvolvida pelo IPT ( Formulação de critérios para avaliação de desempenho de habitações) foi realizada por SANTANA (1987).

- o Campus Experimental do Jardim São Paulo: construído pela COHAB-SP (Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo) constituiu-se de unidades executadas com 22 (vinte e dois) sistemas construtivos diferentes (MITIDIERI FILHO; SOUZA, 1988). Na avaliação dos sistemas construtivos foi aplicada também a metodologia resultante do trabalho desenvolvido pelo IPT ( Formulação de critérios para avaliação de desempenho de habitações)(IPT, 1981).

- o Campus Experimental de Heliópolis, construído em São Paulo em 1987/1988 sob a iniciativa da COHAB - SP, que visava fornecer subsídios a partir da avaliação para a implementação do "Projeto Modelar", que previa a construção de aproximadamente 73.000 unidades. Foram construídos 43 (quarenta e três) edifícios com diferentes sistemas construtivos (COHAB-SP, 1988).

Essas três experiências, no entanto, não incorporaram aos processos de produção em escala os resultados observados, ou seja, as metodologias de avaliação não foram seguidas de *metodologia de seleção tecnológica*.

As metodologias de avaliação utilizadas foram diferentes para cada um dos três "campi", embora para a segunda avaliação de Narandiba e para a avaliação do Campus Experimental do Jardim São Paulo a referência tenha sido a metodologia desenvolvida pelo IPT. Em nenhuma das metodologias, no entanto, foi incorporada a

consideração das interações desempenho-custo. Assim, entre as exigências dos usuários consideradas, segurança, estanqueidade, conforto, durabilidade, etc., não foram consideradas as chamadas exigências de economia, conforme serão discutidas no capítulo 4, segundo a metodologia da ISO (International Organization for Standardization).

Também não houve uma transformação da experiência obtida em normas técnicas com o conceito de desempenho. Os critérios formulados pelo IPT não foram efetivamente implementados pelo contratante, o BNH - Banco Nacional da Habitação, que, ao não exigir o atendimento a tais critérios, perpetuou uma situação em que vigorou a ausência de exigências de atendimento a requisitos de desempenho. Por outro lado, o caráter essencialmente laboratorial dos critérios foi contestado pelos produtores de sistemas inovadores do ponto de vista da viabilidade prática, na medida em que os ensaios requeridos eram onerosos e implicavam prazos incompatíveis com a produção em escala real (MARINHO, 1982). Neste sentido a viabilidade seria atingida com a implantação de um sistema de homologação de sistemas, que também não foi atingido, especialmente em função da desarticulação institucional da política nacional de habitação a partir dos primeiros anos da década de 80.

Em 1980, a Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo publicou o livro "Racionalização da Construção" do Prof. Teodoro Rosso, que reuniu o material por ele utilizado em seus cursos naquela escola o qual tinha por base os conceitos trazidos dos centros europeus voltados à pesquisa na construção como o Bouwncentrum na Holanda, o Building Research Establishment (BRE) na Inglaterra, o Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) na França. Na abordagem da edificação/produto e na abordagem de economia da construção foram introduzidos os conceitos de desempenho e de custo global, analisando-se os custos segundo a vida útil da edificação (ROSSO, 1980).

Uma experiência de introdução desses conceitos foi a criação na década de 70 do Centro Brasileiro da Construção, pelo BNH, Centro das Indústrias do Estado de São Paulo, IAB - Instituto dos Arquitetos do Brasil e Instituto de Engenharia de São Paulo, o qual desenvolvia projetos e publicações voltados à racionalização, com temas como produtividade e coordenação modular (FERREIRA, 1976). O centro foi desativado pelo BNH que considerou mais adequado contratar estudos junto às instituições de pesquisa como o IPT.

Em 1981, um novo marco do estágio de conhecimento do País em Tecnologia de Edificações se constituiu da realização do Simpósio Latino-Americano "Racionalização da construção e sua aplicação às habitações de interesse social", promovido pelo IPT (IPT, 1981). Abordando a questão tecnológica do ponto de vista do desenvolvimento de materiais, componentes e sistemas, dos aspectos sócio-econômicos e gerenciais, o evento tratou dos aspectos que definem o desempenho das edificações, porém a questão econômica, tomando-se como referência a vida útil das edificações, não foi abordada pelos trabalhos publicados, os quais foram voltados aos aspectos relacionados aos custos iniciais.

Vários trabalhos de pesquisa acadêmica que se utilizaram do conceito de desempenho foram desenvolvidos ao longo da década de 80. Difundido através dos trabalhos resultantes das linhas de pesquisa e prestação de serviços tecnológicos da então Divisão de Edificações do IPT<sup>10</sup>, o conceito foi aplicado principalmente no estudo de materiais e componentes de construção. Porém não houve a elaboração de uma metodologia de seleção que, a partir dos vários requisitos de desempenho dos produtos do ponto de vista de suas características físicas submetidas às ações de uso, pudesse incorporar também a avaliação econômica e possibilitar a formulação de critérios de seleção entre alternativas tecnológicas.

Muitos estudos e abordagens diferentes foram atribuídas em vários centros de pesquisa estrangeiros à esse processo de tomada de decisão, conforme será discutido no capítulo 4. FRIGERO (1989) considera que estão envolvidos nesta questão, de um



lado, métodos típicos de técnicos, engenheiros e arquitetos e de outro lado métodos típicos de economistas. Estes métodos devem tratar de duas questões diferentes: a resposta de um produto à função para a qual é projetado, contraposta a um julgamento sobre a economicidade de sua produção.

A seleção tecnológica consiste então da escolha de uma alternativa produto que interfere na tecnologia, a partir de um conjunto de alternativas possíveis de necessidades estabelecidas em projeto, mediante o julgamento segundo critérios pré-definidos. Estes critérios devem permitir a avaliação das alternativas segundo as necessidades de todos os envolvidos e, portanto, abrangendo requisitos econômicos.

Parte da dificuldade em se desenvolver tal metodologia reside no avanço lento que se observa no Brasil quanto ao estudo da durabilidade de materiais, componentes e sistemas. Uma vez que os aspectos que definem a durabilidade são definidores da vida útil dos materiais, componentes e sistemas, verifica-se que existem poucas informações e dados para o desenvolvimento de uma metodologia dessa natureza.

Trabalhos iniciais sobre a durabilidade de materiais foram desenvolvidos na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e no IPT, no final da década de 70. Foi, no entanto, a partir do trabalho de JOHN na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, já na metade da década de 80, que começaram a ser discutidas as relações entre durabilidade, manutenção de edificações e vida útil. O estudo de metodologias de previsão de vida útil desenvolvido por aquele autor gerou uma série de outros trabalhos na linha de manutenção de edificações que revelaram as implicações do conceito de desempenho com os custos ao longo da vida útil (JOHN, 1987; UFRGS, 1988; EPUSP, 1989).

---

<sup>10</sup>A Divisão de Edificações foi incorporada à Divisão de Engenharia Civil em 1989 sendo a nova área resultante denominada Divisão de Construção Civil e atualmente é denominada novamente Divisão de Engenharia Civil.

Também na década de 80 cresceu o interesse do meio acadêmico pelo estudo da “patologia” das edificações<sup>11</sup>. Inicialmente voltados às manifestações patológicas das estruturas de concreto armado, os estudos se estenderam posteriormente a outras partes, como os revestimentos com argamassa, pinturas, revestimentos cerâmicos, instalações hidráulicas etc. Os estudos dessas manifestações revelaram uma série de origens para tais ocorrências, mas em vários deles ficou clara a responsabilidade do projeto para assegurar que tais manifestações não venham a ocorrer em idades precoces das edificações. Em cada decisão tomada nessa fase, quanto às soluções construtivas a serem adotadas e à seleção de materiais, componentes e sistemas, está envolvida uma decisão de ordem econômica e a desarticulação entre os critérios econômicos e de desempenho quanto às características físicas ou a predominância do critério de mais baixo custo inicial podem levar a soluções que geram manifestações patológicas precoces e abreviam a vida útil da edificação, não possibilitando o retorno dela esperado.

Reforçando essas constatações, trabalhos que avaliaram o desempenho das edificações quanto à satisfação das necessidades dos usuários após um certo período em uso (avaliação pós-ocupação) também revelaram o papel das decisões de projeto no desempenho futuro da edificação, exposta então às ações de uso e às condições de exposição à que está sujeita (KNAPP, 1992; CTE, 1993). Frequentemente considerase, em argumentações técnicas, que os aspectos envolvidos no processo de projeto envolvem também um potencial de criação, que não pode ser avaliado de forma objetiva ou material. No entanto, os aspectos que resultam no não atendimento das necessidades dos usuários são aspectos objetivamente mensuráveis pelos requisitos de desempenho como o conforto térmico e acústico, a segurança estrutural, a estanqueidade, o conforto antropodinâmico, a segurança à utilização, etc.

---

<sup>11</sup>Trabalhos de levantamento de manifestações patológicas foram realizados no Brasil e no exterior e são citados no capítulo 4. A área de estudos de patologia das construções envolve o estudo sistemático de ocorrências de defeitos em obras, através da identificação dos mesmos, do diagnóstico envolvendo a identificação das causas e análise do impacto das ocorrências para o desempenho das edificações e os métodos e produtos que podem ser empregados para a execução dos reparos (LICHTENSTEIN, 1986).

## **2.5 Fatores condicionantes da seleção tecnológica**

O processo de elaboração do projeto e o planejamento de um empreendimento estão sujeitos a uma série de fatores limitantes ou condicionantes, que são derivados da organização do mercado quanto à oferta e demanda, fazendo com que a análise e avaliação que precedem a seleção tecnológica envolvida sejam complexas. Alguns desses fatores condicionantes colocam-se como restrições ao emprego de uma metodologia de seleção em que os critérios de ordem econômica tenham um caráter de abrangência para toda a vida útil.

Os aspectos que estabelecem condições para a elaboração do projeto e planejamento do empreendimento com repercussão sobre a tomada de decisão envolvida na seleção tecnológica podem ser enumerados a seguir:

- a natureza e o papel do agente promotor do empreendimento;
- a origem e os fatores condicionantes do emprego dos recursos;
- o grau de intervenção dos usuários da edificação no processo de produção;
- o nível de renda dos adquirentes e sua real capacidade de pagamento como condicionante dos preços finais possíveis e como estes condicionam os custos;
- as estratégias de competição dos agentes envolvidos;
- a forma de organização do processo de elaboração do projeto: as responsabilidades, grau de integração entre os diversos projetistas e a forma de contratação dos serviços;
- o período de separação entre a fase de projeto e a fase de uso da edificação;

- a cultura própria da indústria da construção civil no sentido da utilização de sistemas de informações integrados para os vários agentes da cadeia produtiva<sup>12</sup>;
- o grau de conhecimento e de utilização de normas técnicas na fabricação de produtos e como instrumento de especificação;
- as normas de desempenho para produtos inovadores e para alguns produtos já consagrados pelo uso, assim como normas de projeto e execução de serviços;
- a legislação de licitações e os procedimentos dos órgãos públicos promotores e financiadores de obras de edificações para a avaliação de projetos e contratação de serviços de desenvolvimento de projeto e execução de obras;
- a legislação urbana quanto às características construtivas das edificações.

Considerações específicas podem ser feitas neste ponto do trabalho quanto à legislação de licitações e quanto à legislação urbana.

A Lei nº 8566 - Lei de Licitações e Contratos (BRASIL, 1993), de 21/06/1993, posteriormente atualizada pela Lei nº 8883 de 8/06/1994 (BRASIL, 1994), considera as modalidades de contratos para a execução de obras classificadas em:

1. Empreitada por preço global - quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo e total;
2. Empreitada por preço unitário - quando se contrata a execução da obra ou do serviço por preço certo de unidades determinadas;

---

<sup>12</sup>O termo “cadeia produtiva” é definido por HAGUENAUER et al.(1984) como a “seqüência de estágios sucessivos assumidos pelas diversas matérias no processo de transformação”. Embora a construção civil propriamente dita não seja indústria transformadora o termo se aplica para expressar o conjunto de cadeias produtivas (cerâmica, cal, cimento, vidro, etc.) e todos os estágios para se chegar ao produto final edifício, englobando-se assim todos os agentes que contribuem para a produção.

3. Tarefa - quando se ajusta mão-de-obra para pequenos trabalhos por preço certo com ou sem fornecimento de materiais;

4. Empreitada integral - quando se contrata um empreendimento em sua integralidade compreendendo todas as etapas das obras, serviços e instalações necessárias sob inteira responsabilidade da contratada até sua entrega ao contratante, em condições de entrada em operação, atendidos os requisitos técnicos e legais para sua utilização em condições de segurança estrutural e operacional e com as características adequadas às finalidades para que foi contratada.

Estas modalidades de contrato são decorrentes da realização de uma das seguintes modalidades de licitação previstas pela lei: concorrência, tomada de preços, convite, concurso, leilão, segundo critérios de valor estimado da contratação.

Para a realização da licitação é obrigatória a existência de um projeto básico, o qual dará origem a um projeto executivo. A lei estabelece que nos projetos deverão estar considerados principalmente os seguintes requisitos:

1. “Segurança
2. Funcionalidade e adequação ao interesse público
3. Economia na execução, conservação e operação
4. Possibilidade de emprego de mão-de-obra, materiais, tecnologia e matérias-primas existentes no local para execução, conservação e operação;
5. Facilidade na execução, conservação e operação sem prejuízo da durabilidade da obra ou do serviço
6. Adoção das normas técnicas de saúde e de segurança do trabalho adequadas
7. Impacto ambiental” (BRASIL, 1990).

Embora estes aspectos sejam estipulados pela lei, observando-se inclusive uma preocupação com os custos futuros, a modalidade de licitação aplicável às obras e serviços que não são passíveis de enquadramento em convite ou tomada de preços é a concorrência por menor preço.

O projeto básico e projetos executivos contratados pelo órgão contratante da obra podem ser julgados segundo a modalidade de concorrência de melhor técnica ou de técnica e preço, ou ainda serem escolhidos por concurso, no entanto, é preciso garantir que estes projetos tenham sido efetivamente desenvolvidos com os princípios que a lei estabelece, considerando requisitos que assegurem o desempenho adequado ao longo da vida útil. A partir de projetos assim desenvolvidos o critério de menor preço para a contratação da obra já ocorrerá em função de um processo de seleção tecnológica que terá analisado um conjunto de alternativas.

No entanto, o que ocorre na prática é que podem haver projetos desenvolvidos por equipes internas dos órgãos contratantes, ou ao menos critérios e diretrizes estabelecidos por estas equipes. Em muitas situações observa-se uma estagnação destes procedimentos, que permanecem incorporando apenas a especificação de produtos sem permitir a efetiva seleção de soluções mais adequadas, baseando-se muitas vezes em marcas comerciais sem critérios de desempenho incorporados (FDE, 1992; MEDEIROS, 1994).

O desafio que se coloca em assegurar que o processo de elaboração do projeto a ser licitado proceda a uma seleção tecnológica adequada, consiste, portanto, na utilização de critérios de julgamento capazes de medir objetivamente o resultado que o projeto proporcionará em termos de desempenho ao longo da vida útil, caracterizando-se a melhor técnica. E para tanto deve haver metodologia adequada disponível e de domínio amplo de projetistas e órgãos contratantes.

A legislação urbana vem se colocando também como fator inibidor da adoção de novos procedimentos de seleção tecnológica, na medida em que se mostra essencialmente prescritiva e voltada à manutenção das práticas tradicionais de produção (SÃO PAULO, 1991; PORTO ALEGRE, 1992).

Quando comparados a códigos de obras estrangeiros os códigos de algumas cidades brasileiras demonstram uma excessiva preocupação regulamentadora que se caracterizam por (CANADÁ, 1985; ATKINSON, 1971; CIBULA, 1970):

- fixação de dimensões e características de especificação pré-determinadas para partes da edificação, induzindo a solução de projeto a ser adotada e reduzindo a possibilidade do exercício projetual;
- falta de ligação justificada entre as prescrições estabelecidas e o desempenho técnico esperado, uma vez que a finalidade básica dos códigos é assegurar as condições de uso adequadas;
- falta de condições de avaliação real para efeito de aprovação dos projetos de modo a assegurar o atendimento a essas condições, tornando inócuas algumas exigências.

Observa-se, no entanto, um processo de mudança nesta concepção de códigos de obras em direção à incorporação de conceitos de desempenho, como pode ser constatado nos códigos que passaram por revisões recentes (SILVA et al., 1993). Esta tendência, incipiente no Brasil, já é consolidada em outros países e representa a possibilidade efetiva de emprego de metodologias de seleção tecnológica a partir do desempenho ao longo da vida útil e de suas conseqüências sem que a legislação urbana represente imposição de critérios que não têm essa mesma natureza.

Outros aspectos da aplicação de uma metodologia de avaliação econômica na fase de projeto podem ser considerados como parte do próprio desenvolvimento da metodologia, e incorporam-se como variáveis a serem equacionadas na metodologia de seleção tecnológica:

- a adequação da metodologia atualmente empregada para elaboração da estimativa de custos de forma compatível com a metodologia a ser elaborada;
- a existência de uma metodologia de coleta e armazenamento de dados sobre os custos e desempenho da edificação ao longo da vida útil segundo os padrões de uso;

- a existência de uma metodologia de previsão de vida útil e necessidades de manutenção que determina os períodos de análise.

Do ponto de vista essencialmente financeiro, as características que diferenciam a economia brasileira em relação aos países onde metodologias dessa natureza são empregadas requerem análise específica de sua influência, como os patamares de taxas de juros praticadas e as taxas de inflação.

Ao longo dos demais capítulos do trabalho são desenvolvidas as análises necessárias à identificação do grau em que estes fatores limitam ou condicionam a seleção tecnológica. Estas análises subsidiam a concepção da metodologia, levantando as considerações que deve conter para que sua aplicação seja viável face às condições da realidade de funcionamento do mercado.

Por outro lado, também se verifica no trabalho que as alterações por que passam o ambiente externo e as estratégias de atuação das empresas podem criar condições para que fatores que, ao longo dos anos, se colocaram como restrições ao emprego de uma metodologia de seleção tecnológica fundamentada na consideração de custos na vida útil já não se apresentam mais desta forma no atual estágio do desenvolvimento industrial.

## **2.6 O desenvolvimento de empreendimentos e o processo de elaboração do projeto: implicações para a seleção tecnológica**

O papel dos agentes promotores e financeiros enquanto influência sobre o processo decisório ligado à seleção tecnológica diz respeito às implicações decorrentes dos mecanismos pelos quais se desenvolvem as obras de edificações no País.



Estes mecanismos envolvem a definição de responsabilidades e origem dos recursos e podem ser caracterizados conforme descrito a seguir<sup>13</sup> :

### **2.6.1 Edificações habitacionais**

#### **a) Unidades habitacionais destinadas à população de baixa renda:**

As responsabilidades sobre o desenvolvimento do projeto e processo de seleção tecnológica a ele inerente em todas as modalidades de intervenção na produção habitacional para a população de baixa renda são do agente promotor que pode incluir o projeto no objeto da licitação para construção. Nas modalidades de intervenção em que há utilização da mão-de-obra dos próprios usuários (ajuda-mútua ou autoconstrução) o projeto é, em geral, desenvolvido por equipe do agente promotor ou por equipe de assessoria técnica.

O valor financiado é distribuído por uma série de itens que reduzem os valores finais destinados à construção propriamente dita e ao próprio projeto, colocando restrições à seleção tecnológica e às definições quanto ao custo. Estes itens envolvem: custo do terreno (valor correspondente à aquisição ou avaliação - o menor dos dois); custo das obras (construção, urbanização/infra-estrutura e equipamentos comunitários) - valor correspondente à proposta ou à avaliação: o menor dos dois); juros no período de carência (conforme taxas específicas em função do valor de venda das unidades); prêmios de seguro (durante o período de carência o agente promotor deve pagar os prêmios previstos na Apólice do Seguro Compreensivo Habitacional); despesas de legalização (o agente promotor deve ser responsável por todas as despesas de legalização das unidades, necessárias para sua comercialização e ocupação); contribuição ao FUNDHAB - Fundo de Assistência Habitacional (correspondente a 2% sobre o valor do financiamento ao adquirente final); contribuição ao PRODEC - Programa de Desenvolvimento Comunitário (correspondente a 0,3% do valor de avaliação, descontando-se a primeira parcela do cronograma de desembolsos); taxa de

---

<sup>13</sup>O levantamento das modalidades de promoção foi realizado através de informações dos próprios agentes promotores/financeiros. A análise da estrutura de organização do processo de elaboração do projeto e execução das obras é resultado de identificação junto a empresas e órgãos públicos a partir de estudos e serviços de consultoria técnica desenvolvidos no período 1990-1996, por meio de metodologias previamente estruturadas para tal.

risco de crédito (correspondente a 1% do valor do empréstimo descontado de cada parcela do cronograma de desembolso, destinada a cobrir eventuais perdas decorrentes de inadimplência)<sup>14</sup>.

O período de carência da operação é o período previsto para a construção acrescido de até três meses. Existem ainda valores-limite em algumas modalidades de programas para a contratação de elaboração do projeto, 1,5% do valor da obra, e para a contratação de assessoria técnica envolvendo o planejamento, administração, fiscalização e comercialização, 6% do valor da obra.

A avaliação dos empreendimentos para liberação dos financiamentos é feita pelos agentes financeiros com base em um conjunto de regras que abrange a capacidade econômico-financeira e a capacidade técnica dos proponentes e, especificamente, as condições técnicas das unidades a serem financiadas. Tais condições envolvem: o projeto de Arquitetura das unidades, o projeto de instalações hidráulicas e sanitárias, o orçamento e as especificações das habitações, o projeto de infra-estrutura urbana quando este for objeto de financiamento e o cronograma-físico financeiro.

A partir desses elementos de caracterização dos projetos o agente financeiro, através de sua equipe, avalia a adequação técnica da solicitação, aceitando-a integralmente ou requisitando alterações e/ou complementações em função do que foi solicitado. Na avaliação do orçamento apresentado ou das próprias características de projeto e especificações, não existem formas ou metodologias de avaliação das questões que afetam o desempenho das unidades ao longo de sua vida útil ou, ao menos, ao longo do período de amortização do financiamento, com as respectivas implicações para os custos de manutenção e operação (CEF, 1990).

Essa prática é difundida entre os agentes financeiros no território como um todo, sendo relativamente uniforme o processo de avaliação por parte dos diversos agentes e de agências regionais de um mesmo agente financeiro. No entanto, quando se trata de propostas em que estejam envolvidos sistemas considerados não

---

<sup>14</sup>Esta estrutura corresponde ao Plano Empresário Popular da Caixa Econômica Federal, o qual não tem recebido recursos para a abertura de crédito aos interessados.

tradicionais existe uma grande diversidade de posturas em todo o território, inclusive entre as equipes de um mesmo agente financeiro - especificamente no caso da Caixa Econômica Federal. A Superintendência de São Paulo, por meio de documento de orientação aos interessados em atuar nos programas de financiamento, explicita que devem ser apresentados previamente, além do projeto e descrição detalhada dos materiais e aspectos construtivos, "um laudo do IPT sobre a avaliação de desempenho da unidade habitacional compreendendo os testes de: segurança, segurança ao fogo, estanqueidade à água, conforto higrotérmico, conforto acústico, durabilidade e instalações elétricas e hidro-sanitárias" . Ressalta-se ainda que, à critério da CEF, poderão ser exigidos outros documentos. No entanto, a exigência desse conjunto de ensaios é apenas uma parte de uma metodologia de avaliação que vise assegurar o desempenho da edificação ao longo da vida útil, segundo a ótica do atendimento das necessidades do usuário. Ao não estabelecer uma metodologia de seleção, incluindo as questões relativas aos custos, não é possível para um agente que avalia diversas propostas que concorrem a um volume de recursos limitado estabelecer critérios de escolha entre propostas diferentes.

Por outro lado, foram registrados casos em que a própria CEF liberou financiamentos em outros estados para empreendimentos construídos em sistemas não tradicionais, sem qualquer exigência adicional em relação ao que é considerado tradicional<sup>15</sup>.

Em junho de 1993, o Ministério do Bem-Estar Social estabeleceu diretrizes gerais para aprovação de sistemas e componentes construtivos em programas administrados pela Secretaria de Habitação, através da instrução normativa nº 4 (MBES, 1993). Este documento estabelece exigências técnicas relativas ao desempenho; exigências de seguro-habitacional e documentação técnica. A documentação técnica é discriminada de forma a caracterizar totalmente o sistema construtivo e seus componentes; caracterizar o processo de produção e o desempenho por meio de resultados de ensaios, simulações de desempenho, memoriais de cálculo e

---

<sup>15</sup>Casos específicos com o uso de sistemas de estruturas em aço foram registrados nos estados de Mato Grosso e Paraná envolvendo um grande número de unidades (constatação "in loco").

dimensionamento e/ou resultados de avaliação pós-ocupação e caracterizar os custos totais ao longo da vida útil e as condições de adequação regional dos sistemas.

As restrições quanto à seleção tecnológica impostas pelos recursos disponíveis para a construção nessa faixa da produção, relativa à população com renda familiar de até 12 (doze) salários-mínimos, fazem do custo inicial um fator essencial, até mesmo por que se os recursos para a construção fossem maiores a capacidade de pagamento da população ainda manteria as restrições. Por outro lado, verifica-se que justamente pela escassez dos recursos para construir e pela baixa disponibilidade de recursos da população para arcar com os custos de manutenção elevados, a seleção tecnológica com critérios que assegurem a durabilidade das unidades ao longo da vida útil é fundamental para assegurar que o investimento, baseado em sua maior parte nos recursos da própria população, através do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço, apresente retorno satisfatório. Na medida em que o seguro habitacional, tal como é praticado atualmente, cobre apenas as despesas decorrentes de danos físicos aos imóveis, morte ou invalidez permanente do titular e responsabilidade civil do construtor, cabe ao usuário final arcar com os custos decorrentes das atividades de manutenção requeridas.

Quando estes custos tornam-se superiores à sua capacidade econômica, a opção por não realizá-las é obrigatória face às demais necessidades da família, e a consequência é uma deterioração precoce das unidades, comprometendo as condições de vida e depreciando mais rapidamente o investimento realizado. FISHER (1992) numa análise da documentação de mais de 300.000 unidades vistoriadas no período 1984-1991 constatou que 56,6% dos casos não estavam cobertos pelo seguro, identificando-se nas vistorias que a origem dessas ocorrências estava ligada a falhas construtivas, inclusive provenientes do projeto e de desconhecimento do comportamento em uso de novos materiais e técnicas construtivas.

Neste tipo de empreendimento os mecanismos de redução de custos discutidos anteriormente acarretam custos futuros para os usuários ligados à necessidade de realizar operações de manutenção, e também para a complementação da edificação. Esta complementação envolve principalmente os revestimentos, esquadrias, acessórios. Neste segmento encontra-se ainda um problema específico que tem

repercussão sobre os custos futuros: o emprego de produtos que apresentam não conformidade às normas técnicas e concorrem no mercado com preços mais baixos que os produtos em conformidade (SOUZA; SILVA, 1993).

**b) Construção de unidades habitacionais para famílias com renda superior aos limites dos planos para famílias de baixa renda:**

Nessa faixa de população as operações ocorrem através do financiamento com recursos do Sistema Brasileiro de Poupança e Empréstimo (SBPE) envolvendo a rede bancária pública e privada ou por meio de promoção com recursos obtidos pelas empresas incorporadoras/construtoras ou dos adquirentes. Neste caso ocorrem: sistema de financiamento próprio; sistema de preço fechado; sistema de preço de custo.

Nessas categorias de empreendimentos, a forma como se desenvolve o processo de produção é bastante diferenciada em relação à produção para população de baixa renda. Neste caso a iniciativa de construir está mais dissociada de uma encomenda ou demanda pré-definida. A construção para comercialização mediante a previsão de uma demanda potencial faz com que as responsabilidades sobre as etapas e a importância da consideração dos custos futuros sejam bastante diluídas no processo. Os aspectos que definem o valor da edificação nesse caso estão mais relacionados à localização quanto ao acesso às zonas de trabalho, de lazer, de comércio e à infra-estrutura urbana de um modo geral, especialmente nos grandes centros urbanos. A influência dos usuários sobre as características de projeto e suas especificações é pequena, uma vez que, em sua maioria, ao adquirir a unidade tais definições já foram tomadas.

No entanto, estes aspectos se colocam entre os fatores competitivos que definem as estratégias necessárias às empresas a partir do julgamento que o cliente faz sobre os atributos do imóvel (JOBIM et al, 1995; PAULINO et al., 1995).

No sistema de preço de custo ocorre situação um pouco diferente, já que o empreendimento se desenvolve a partir das necessidades de um grupo de pessoas que estabelece as características gerais da edificação em conjunto com o projetista arquitetônico, contratado pelo grupo ou já inserido num "pacote" de serviços que

inclui a execução da obra, e ainda com algum grau de influência também sobre os demais projetos. Neste caso, a possibilidade do próprio usuário ponderar sobre suas escolhas em termos de custos iniciais e futuros, analisando-as em função de sua capacidade de pagamento, é maior, cabendo ao(s) projetista(s) a orientação técnica necessária. A participação dos usuários, nesse caso, também é maior no processo de execução propriamente dito, desde a seleção da empresa que deverá executar até o acompanhamento dos trabalhos por meio de representantes.

Nesses tipos de empreendimento, as relações entre os intervenientes na definição do projeto e todas as suas implicações depende da forma como o empreendedor está organizado e como conduz o processo de produção. A construtora pode ter sua própria equipe de projeto desenvolvendo todos ou parte dos projetos ou pode contratar tais projetos de terceiros. Essa segunda hipótese tem sido a mais freqüente no Brasil, sendo poucas as empresas que mantêm exclusivamente equipe própria (FRUET; FORMOSO, 1993). O processo de contratação dos trabalhos relativos a projeto, no entanto, não é acompanhado de um processo gerencial, que garanta a integração entre as várias decisões tomadas em cada um dos projetos. Tal integração não ocorre também na direção projeto-produção, de modo a ser possível avaliar previamente as repercussões das decisões de projeto sobre as condições de execução. Nas empresas com equipes próprias de projeto também ocorrem dificuldades de integração entre estas áreas e o planejamento, execução e controle das obras, na medida em que, em geral, não existe uma metodologia em que a coordenação dos trabalhos seja garantida, permanecendo cada equipe trabalhando em separado sobre o produto acabado da equipe anterior. À medida em que não foram explicitadas as necessidades de cada etapa do processo e o(s) projetista(s) não dispõe de informações suficientes, várias lacunas ou incompatibilidades são detectadas quando o processo de produção já teve início, originando retrabalho, perdas financeiras, quedas de produtividade e comprometimento da qualidade do produto final (MELHADO, 1995).

Iniciativas no sentido de mudar tais práticas vem ocorrendo nas empresas a partir da implantação de sistemas de gestão da qualidade. A implantação destes sistemas na elaboração do projeto ainda é incipiente face à não existência de metodologia adequada aos processos envolvidos tanto do ponto de vista de cada

projetista individualmente como, principalmente, nas relações de interface entre todos os projetistas e com os incorporadores e construtores. Porém, alguns mecanismos adotados por empresas construtoras podem ser registrados:

- a padronização de procedimentos de projeto: a padronização e normalização interna de procedimentos de concepção e detalhamento de projeto arquitetônico e de dimensionamento e detalhamento de projetos complementares;
- o estabelecimento de mecanismos de coordenação entre projeto e execução mediante reuniões de trabalho e discussão entre essas áreas nas fases iniciais de desenvolvimento do projeto;
- a contratação de equipes de projeto como um todo, envolvendo obrigatoriamente o contato entre os diversos projetistas durante o desenvolvimento e não apenas de forma sucessiva sobre os produtos acabados;
- o estabelecimento de requisitos e critérios para qualificação de projetistas;
- a utilização de dados e observações sobre obras concluídas e ocupadas como elemento de retroalimentação do projeto;
- a reserva de alguns aspectos do projeto, especialmente os relativos aos acabamentos, para definição conjunta com o adquirente.

Observa-se nessas iniciativas e nas alterações no processo de produção analisadas anteriormente uma forte motivação pela racionalização de procedimentos, de modo a elevar a produtividade do processo. Esta motivação passa a ser observada num contexto de mudanças mais profundas pelas quais vem passando a indústria da construção no âmbito econômico e de organização do trabalho. Trata-se na verdade de um processo de reestruturação competitiva que é analisado no capítulo 3.

### 2.6.2 Edificações comerciais

A promoção da construção desse tipo de edificação se dá exclusivamente no âmbito da iniciativa privada. Associações de grupos econômicos que mobilizam seus recursos de forma consorciada para a construção e comercialização ocorrem de várias formas, concentrando-se mais ou menos as responsabilidades sobre um agente. Em geral, distingue-se:

- o empreendedor ou empreendedores que constroem para uso próprio (escritórios ou lojas das próprias empresas que contratam a construção);
- o empreendedor ou empreendedores que constroem para fins de comercialização ou locação das unidades.

O processo de contratação de projeto, dependendo do porte da obra, ocorre a partir da seleção de projetistas, segundo critérios próprios do empreendedor, assim como da empresa que executa as obras. Nos casos de comercialização o empreendedor é, via de regra, a própria construtora, que pode estar associada a um grupo econômico do setor imobiliário que se encarrega de todas as questões relativas à comercialização das unidades.

No primeiro caso, o grau de influência do usuário/cliente é elevado, com o estabelecimento para o projetista de todas as suas necessidades e limitações. Nesse caso, no entanto, o contratante não se constitui no único usuário e deverá explicitar também as necessidades decorrentes do tipo de atividade que será desenvolvida na edificação. Os usuários passam a ser então os que ali deverão trabalhar de forma permanente ou temporária e os consumidores das atividades ou produtos gerados.

Dependendo do porte da edificação utilizada para atividades comerciais, as práticas de contratação de equipes integradas de projeto já são difundidas, em geral, cabendo ao projetista arquitetonico o papel de coordenador. Nesse caso, a concepção geral da edificação já conta com a participação de todos os profissionais de projeto e execução envolvidos. Esse é o caso dos grandes edifícios de escritórios, dos "shoppings centers" ou sedes de grandes empresas.



Nos casos em que o empreendedor permanece ao longo de toda a vida útil como o responsável pelos custos incorridos pela edificação, como nas sedes de empresas, por exemplo, ou em "shoppings centers", os custos futuros serão de maior importância para o empreendedor do que no caso em que esta responsabilidade é passada ao adquirente/locatário.

### **2.6.3 Edificações industriais**

A exemplo das edificações comerciais a construção de edificações industriais parte da iniciativa do empreendedor como parte do investimento necessário para efetivar a produção de bens dos mais variados tipos. A decisão de construir para poder iniciar suas atividades faz parte da própria opção pelo negócio e também passa por um processo de seleção de projetistas e executores da obra segundo critérios próprios do empreendedor. Dependendo da complexidade e grau de especialização da atividade, o processo de projeto e execução envolve equipes de profissionais que necessariamente devem estar integradas, a fim de viabilizar a adequada operação da fábrica. A especificação de materiais, por exemplo, requer o conhecimento do tipo de substâncias ou matérias-primas a serem processadas e que poderão estar em contato com paredes, pisos, etc. Alguns setores industriais já incorporaram o processo de projeto e instalação das plantas industriais como parte do seu "know-how" acumulado, constituindo-se em processo altamente especializado. Para esse tipo de edificação os custos futuros representam aspecto importante das decisões de projeto, uma vez que constituem-se em parte dos próprios custos de produção da atividade a ser desenvolvida e serão computados na determinação da rentabilidade.

### **2.6.4 Edificações constituintes de equipamentos sociais urbanos**

O termo "equipamento social urbano" refere-se ao "conjunto de unidades arquitetônicas cuja função acha-se ligada à promoção ou ao desenvolvimento de atividades comunitárias, culturais ou recreativas de uma comunidade (COSTA; DOUCHKIN, 1982).

As edificações que fazem parte destes equipamentos podem ser construídas tanto pela iniciativa privada quanto pelo setor público e envolvem creches, escolas,

hospitais, complexos esportivos, complexos culturais e outros. No caso da iniciativa privada o processo de contratação e desenvolvimento de projeto e execução não é diferente das edificações comerciais, com a seleção de projetistas e executores por critérios próprios e maior ou menor grau de integração entre eles dependendo da atuação do contratante. As limitações de custo não são sujeitas à uma capacidade de pagamento de adquirentes na medida em que estes não existem e o próprio empreendedor é, em geral, responsável pela administração das atividades que ali se desenvolvem. As limitações de custo impostas ao projeto são as da própria quantidade de recursos que o empreendedor está disposto a investir, podendo variar muito segundo aspectos como o padrão de serviços que se pretende prestar ou grau de aceitação e exigência da população alvo. Os custos futuros nesse caso estarão sob a responsabilidade do próprio empreendedor.

No caso da promoção por parte do Poder Público, a contratação e o desenvolvimento do projeto, estão condicionados aos recursos disponíveis e seguem os critérios dos processos de licitação que envolvem todas as obras em que o Estado é o promotor. O fato relevante neste caso é a responsabilidade da administração pública pela operação e manutenção dessas edificações ao longo de toda a sua vida útil. Nas várias instâncias do Poder Público que se utilizam de edificações (governos federal, estaduais e municipais) existem estruturas voltadas à administração desses serviços, inclusive quanto à parte física das edificações. Tais órgãos ou departamentos se vêm na responsabilidade de assegurar a continuidade dos trabalhos desenvolvidos nessas edificações, através das atividades necessárias quanto à operação e manutenção, os quais constituem custos, muitas vezes, de grande representatividade para os orçamentos públicos. As dificuldades de recursos e, em alguns casos, a falta de planejamento e equipe técnica para essas atividades, resultam no adiamento de sua realização e o conseqüente agravamento das condições, acumulando-se custos ainda maiores para o futuro.

A seleção tecnológica neste contexto da produção nacional de edificações não se coloca de forma isolada, mas faz parte de estratégias de competição das empresas como um dos instrumentos possíveis de gestão da qualidade. A real possibilidade de inserção de uma conceituação em que as escolhas não consideram apenas custos iniciais, mas também e, sobretudo, custos futuros passam a fazer sentido num

contexto de modificação do panorama competitivo em que o papel do usuário assume uma nova conotação a partir de uma lógica de mercado.

### **3. A SELEÇÃO TECNOLÓGICA NO CONTEXTO DAS ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS E DA GESTÃO DA QUALIDADE DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

#### **3.1 Introdução**

A fase de seleção tecnológica, assim como as demais fases de todo o processo produtivo de edificações e, especialmente, o desenvolvimento do projeto, constitui-se de mais um elemento dos sistemas de gestão da qualidade que atualmente são implantados e se difundem por toda a indústria da construção civil.

A seleção, no entanto, envolve processos internos de vários agentes de produção e relações de interface entre eles, estabelecendo inter-relações na gestão da qualidade da cadeia produtiva da construção civil.

Assim, o estabelecimento de uma metodologia de seleção tecnológica constitui-se de instrumento de gestão da qualidade na medida que visa dotar este processo de características para subsidiar a tomada de decisão, a partir do embasamento proporcionado por um sistema de informações, e estabelece condições para assegurar a satisfação das necessidades dos clientes.

Por outro lado, a metodologia de seleção tecnológica está fundamentada também na estratégia competitiva dos agentes intervenientes envolvidos, na medida em que se coloca como um instrumento que auxilia a operacionalização de estratégias genéricas definidas em relação ao mercado de atuação.

A possibilidade de construir uma metodologia que efetivamente seja incorporada ao processo de produção no mercado da construção civil brasileiro depende da correta incorporação destes aspectos. É preciso inserir a metodologia no processo de produção como um instrumento de gestão da qualidade, considerando a terminologia característica, as ferramentas utilizadas pela gestão da qualidade e, acima de tudo, sua fundamentação conceitual.

Deve-se considerar ainda as implicações das estratégias competitivas para o processo de tomada de decisão envolvido na seleção tecnológica. A seleção trata essencialmente da escolha na qual se fundamentam os patamares de custos do produto final, as características que permitem diferenciá-los em relação aos concorrentes e atender necessidades dos clientes perfeitamente identificáveis. Essa é a conotação estratégica da seleção tecnológica, que requer, portanto, a conceituação da moderna teoria da competição e estratégias empresariais.

### **3.2 Competitividade e estratégias competitivas**

A partir da década de 80 as teorias sobre competição industrial sofreram o impacto da obra de MICHAEL PORTER, professor e pesquisador da Harvard Business School nos Estados Unidos, que introduziu uma nova lógica de análise da competição entre empresas em relação ao conjunto de conceitos então predominante, centrado na “concorrência” empresarial (PORTER, 1991). Mais tarde esta abordagem do autor foi ampliada para uma análise da competição entre setores econômicos e entre nações (PORTER, 1993).

Nas visões econômicas tradicionais, vigentes até a década de 80, a competitividade entre empresas e entre setores era entendida como função de variáveis econômicas como os custos de produção, preços e taxas de câmbio. Nessa abordagem a competitividade estava associada ao desempenho de mercado e à eficiência técnica dos processos das empresas, numa visão estática em que a caracterização da competitividade de uma empresa, setor ou nação, era representada pela sua parcela de mercado, ou “market share”.

Na década de 70 muitos estudos sobre a competitividade industrial foram desenvolvidos em vários países, mas não havia conceituação perfeitamente definida a esse respeito. Em 1985 a Comissão de Competitividade Industrial da Presidência dos Estados Unidos, adotou uma conceituação de competitividade que teve particular influência sobre os estudos subseqüentes nesta área (COUTINHO; FERRAZ, 1994):

“Competitividade para uma nação é o grau pelo qual ela pode, sob condições livres e justas de mercado, produzir bens e serviços que se submetam

satisfatoriamente ao teste dos mercados internacionais enquanto, simultaneamente, mantenha e expanda a renda real de seus cidadãos”.

Nesta visão a competitividade empresarial resulta de capacitações acumuladas ao longo do tempo e de estratégias competitivas, numa abordagem dinâmica sobre as percepções do processo concorrencial e ambiente econômico. Segundo COUTINHO; FERRAZ (1994) nesta abordagem a competitividade pode ser conceituada como:

“a capacidade de uma empresa ou setor em formular e implementar estratégias concorrentes que permitam conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”.

ZACARELLI (1995 a) apresenta a evolução da conceituação de estratégia. A primeira abordagem se deve a ANSOFF, que publicou em 1965, o livro “Estratégia empresarial”. Nesta época o conceito era o de planejamento estratégico, que tinha uma metodologia lógica e sistematizada com um fluxo de etapas a serem desenvolvidas. Em 1980 PORTER publicou “Estratégia competitiva”, obra na qual estabeleceu um modelo dinâmico de análise das estratégias adotadas pelas empresas como forma de compreender os mecanismos de competição. Segundo PORTER, “cada empresa que compete em uma indústria possui uma estratégia competitiva, seja ela explícita ou implícita. Esta estratégia tanto pode ter se desenvolvido explicitamente por meio de um processo de planejamento como ter evoluído implicitamente através das atividades dos vários departamentos funcionais da empresa”. Ao criticar o processo de planejamento estratégico formal vigente naquela época, PORTER afirma que “grande parte da ênfase nos processos formais de planejamento estratégico é dada à indagação destas questões de uma maneira organizada e disciplinada, e não a lhes dar uma resposta. As técnicas desenvolvidas, geralmente por firmas de consultoria, para responder às questões destinam-se à companhia diversificada e não à indústria como um todo, ou consideram apenas um aspecto da estrutura industrial, como o comportamento dos custos, que não pode captar a substância e a complexidade da concorrência na indústria” (PORTER, 1991).

Em 1993, MINTZBERG (apud ZACCARELI, 1995a) publicou “O crescimento e queda do planejamento estratégico”, demonstrando que a conceituação e metodologia vigentes eram frágeis para a realidade dos anos 90. Os novos conceitos de estratégia empresarial foram consagrados então pela obra de HAMEL;

PRAHALAD (apud ZACCARELLI, 1995a) “Competindo pelo futuro”, publicada em 1994.

Em 1985, PORTER publicou mais uma obra fundamental do ponto de vista da conceituação e desenvolvimento de técnicas de análise, desta vez fundamentado no conceito de vantagem competitiva (PORTER, 1992).

A metodologia de PORTER tem se constituído no principal instrumento de análise dos setores industriais em todo o mundo, tornando-se referência para a maioria dos estudos desenvolvidos por diversos organismos internacionais. Críticas à abordagem de PORTER foram formuladas por alguns autores como MINTZBERG(1990) e KOENIG (apud CARDOSO, 1996) com base em aspectos limitantes como a fundamentação em um processo concorrencial com comportamento linear, a necessidade de um ambiente empresarial controlado, isto é, com um número e características de variáveis conhecidas e a predominância dos aspectos comerciais e econômicos sobre aspectos sociais e tecnológicos por exemplo<sup>6</sup>.

Embora inúmeros estudos sobre competitividade industrial venham sendo conduzidos com base na conceituação de PORTER, poucos são os trabalhos que abordam a indústria da construção civil sob esta ótica.

Destacam-se entre os trabalhos mais recentes que utilizam a metodologia de Porter para analisar a indústria da construção civil: o estudo desenvolvido pela comissão W82 do CIB (Future Studies in Construction), que estudou as tendências do processo de produção da construção civil na perspectiva da competição por meio de análises e metodologia de elaboração de cenários, envolvendo o setor em 10 países da Europa Ocidental (BOURDEAU,1994); o estudo de CARDOSO (1996) que analisa as

novas formas de racionalização na produção de edificações por meio das estratégias competitivas das empresas segundo a conceituação de Porter, numa análise comparativa das empresas construtoras/incorporadoras brasileiras e francesas. MALE (apud CARDOSO) utiliza-se ainda da abordagem de Porter para analisar o ambiente de negócios da construção civil por meio das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças.

A aplicação da abordagem de Porter na indústria da construção civil requer o entendimento da dinâmica da competição do ponto de vista macroeconômico como a competição entre todo o conjunto de indústrias e outros complexos industriais<sup>17</sup> que disputam recursos públicos e privados por investimento e a preferência de consumo de bens por parte do consumidor final. Assim, é preciso perguntar: quais são os setores que competem com a construção civil na preferência por investimentos? Quais são os bens que competem com os bens produzidos por todo este macrocomplexo<sup>18</sup> na preferência do consumidor, cuja renda permite adquirir um bem de consumo desta natureza (bem de consumo durável)?

A análise clássica da competição à qual a teoria de PORTER veio se contrapor baseou-se sempre na análise de *vantagens comparativas* em termos de fatores de produção, tais como a abundância de matérias-primas ou a disponibilidade de mão-de-

---

<sup>16</sup>A aplicação da metodologia de Porter a um determinado setor produtor de materiais de construção vem sendo desenvolvida sistematicamente pela autora desde 1993, tendo sido possível constatar apenas a última crítica mencionada, tendo em vista que aspectos relacionados à tecnologia de produção e, especialmente, à tecnologia construtiva que condiciona o uso dos produtos, requerem um tratamento pouco enfatizado por PORTER como determinante da dinâmica da competição e estratégias competitivas. Nos demais aspectos observa-se que: a metodologia em realidade requer um profundo conhecimento do processo concorrencial do setor para que não haja um tratamento linear e, isto exige a aplicação integral das técnicas de análise da concorrência de PORTER; a metodologia comporta a operação em ambiente empresarial com muitas variáveis e com ocorrências não previsíveis, desde que se utilize de instrumentos adequados para monitorar os efeitos sobre as estratégias utilizando-se o conhecimento das premissas e hipóteses que geraram as estratégias conforme previsto por PORTER. Uma técnica auxiliar fundamental para o manuseio de variáveis externas e internas é a técnica de cenários (PORTO; BUARQUE, 1996)

<sup>17</sup>Entende-se por complexo industrial “um conjunto de indústrias que se articulam, de forma direta ou mediatizada, a partir de relações significativas de compra e venda de mercadorias a serem posteriormente reincorporadas e transformadas no processo de produção” (HAGUENAUER et al. 1984).

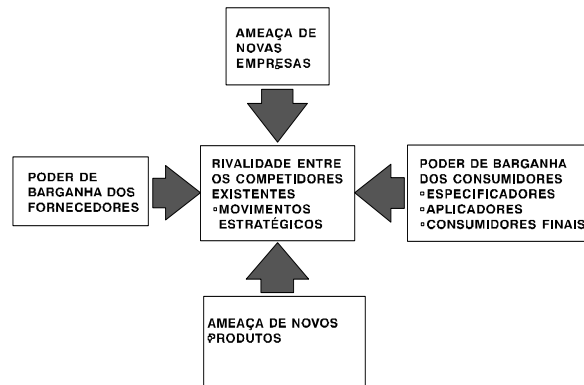
<sup>18</sup>O termo macrocomplexo da construção civil foi definido por HAGUENAUER et al. (1984) como o conjunto de indústrias estreitamente articuladas entre si por relações de compra e venda de insumos e produtos. O núcleo central do macrocomplexo é a indústria da construção civil na medida em que “suas dimensões em termos do valor da produção e pessoal ocupado, excedem em muito as demais indústrias e também constitui o principal mercado de praticamente todas”.



obra a baixo preço (não se devendo confundir com baixo custo, ou seja, custo total x produtividade). O levantamento e análise de casos de indústrias nacionais bem-sucedidas em dez países industrializados demonstrou o quanto tais aspectos eram frágeis para explicar o sucesso competitivo dos setores. Novos elementos foram incorporados na análise destas razões: a diferenciação de produtos baseada na qualidade e inovação, o desenvolvimento tecnológico e as economias de escala provenientes da globalização do mercado, a segmentação do mercado num grande número de “nichos” com características muito próprias para um mesmo produto como decorrência das diferentes necessidades de grupos de consumidores e, surpreendentemente, a cooperação entre empresas rivais na obtenção de avanços comuns nos aspectos básicos que não representam diferenciação de processo ou produto (PORTER, 1993).

A competição ou rivalidade entre os competidores existentes é impulsionada pelos “movimentos estratégicos” de cada competidor, como uma força competitiva, e condicionada por pressões que provém de quatro outros elementos: o poder de barganha de fornecedores - estes contribuem para os fatores de diferenciação dos produtos como qualidade, prazos, custos globais ; a ameaça de novas empresas - a ação das empresas do mesmo setor que pretendem ocupar espaço no mercado; o poder de barganha de consumidores - que têm exigências a serem atendidas e superadas, as quais são dinâmicas e mutantes ao longo do tempo e a ameaça de novos produtos. Este conjunto ficou conhecido como “as cinco forças de PORTER” e pode ser representado pela figura a seguir:

FIGURA 3.1 - NATUREZA DA COMPETIÇÃO



•FONTE: PORTER, 1991

O modelo de análise aplicado a todo o complexo industrial da construção civil<sup>19</sup> apresenta condições muito díspares entre as indústrias constituintes, em função:

- do número de competidores presentes - algumas indústrias com um número muito reduzido como é o caso da indústria de vidro, cimento amianto, louças sanitárias; outras com número reduzido, porém mais significativo como é o caso da indústria de cimento, aço, tintas; e um terceiro grupo com grande número de competidores como a indústria de cerâmica vermelha, cerâmica para revestimentos, esquadrias de alumínio e outros);

- o poder de barganha de fornecedores - alguns setores dependem de poucos fornecedores, os quais detêm elevado poder sobre o seu processo de fabricação (por disponibilidade dos insumos e/ou preços) outros setores possuem uma mescla de situações, em função do grande número de itens de matérias-primas, e outros ainda têm baixa dependência de seus fornecedores pelo grande número de competidores entre eles;

- da ameaça de novas empresas - alguns setores possuem poucas barreiras à entrada de novos competidores pelo baixo investimento exigido para a entrada, pela

tecnologia amplamente disponível e outros possuem barreiras de várias naturezas à entrada de novas empresas. No primeiro caso pode-se situar a indústria cerâmica de um modo geral, a indústria de tubos e conexões de PVC, de cal, de esquadrias, etc. No segundo caso estão as indústrias de aço, cimento, vidro, e até certo ponto de produtos de origem química;

- da possibilidade de ameaça de novos produtos - alguns produtos pela sua natureza não possuem concorrentes de produtos que desempenhem suas funções como é o caso do cimento (exceto na concorrência em estruturas de concreto armado por estruturas de aço ou madeira, por exemplo), mas outros produtos possuem concorrentes que ameaçam seu uso potencial como é o caso de todos os produtos para vedação e revestimento de pisos e paredes, telhas, etc.

- do poder de barganha dos consumidores - neste aspecto existe diversidade. Num primeiro caso grandes empresas que compram de pequenas empresas: construtoras em relação às empresas fabricantes de esquadrias, blocos cerâmicos, etc. por exemplo; numa segunda categoria pequenas empresas que compram de grandes empresas: construtoras em relação aos fabricantes de vidro ou cimento, por exemplo. A intermediação do revendedor neste segundo caso exerce também um papel de alteração das relações de competição no que diz respeito às pressões dos consumidores, lembrando-se que grande parte do consumo de produtos da construção civil ocorre por relações entre o revendedor e o consumidor final, amenizando-se ainda mais as pressões sobre os fabricantes pelo baixo poder de barganha dos consumidores.

Quando se analisa a indústria da construção civil como indústria de bens finais do setor, isto é, no conjunto de empresas construtoras, este modelo demonstra uma relação da seguinte natureza:

- elevado número de competidores presentes no segmento produtor de edificações e reduzido número no segmento de obras pesadas (rodovias, barragens, etc.). Pelos dados da RAIS de 1991 existiam no País naquela época, 115.939

---

<sup>19</sup>Análise apresentada em SILVA (1995a)

estabelecimentos no setor produtor de edificações e 10.811 estabelecimentos no setor de construção pesada (SENAI, 1995);

- poder de barganha dos fornecedores, variável em função da representatividade da construtora em sua capacidade produtiva. Para as empresas de grande porte os volumes e a frequência de compra determinam maior possibilidade de influenciar preços e atendimento dos diversos fornecedores. No entanto, as empresas cujas compras representam muito pouco na produção do fornecedor têm pouco poder de influência e de sensibilização do fornecedor para suas necessidades. Por outro lado, analisando-se o conjunto de empresas construtoras, verifica-se um baixo poder de barganha de toda a categoria, tendo em vista que a maior parte dos fabricantes argumenta que suas vendas ocorrem majoritariamente para o consumidor final (SindusCon-SP, 1996a; SindusCon-SP, 1996b; RAPOSO, 1996).

- elevada ameaça de novas empresas, em função da pequena incidência de barreiras à entrada: a entrada de novas empresas ocorre não só pela criação de empresas que se iniciam na atividade, mas, sobretudo pela entrada de empresas instaladas e atuantes em outros mercados geográficos cuja capacitação gerencial/organizacional e tecnológica constitui-se muitas vezes em ameaça significativa às empresas locais. Observa-se neste sentido o movimento de empresas brasileiras na atuação em regiões geográficas diferentes da sua origem e da entrada de empresas estrangeiras no mercado brasileiro (BALARIN, 1996a; COZZA, 1996)

- ameaça de novos produtos (sucedâneos) - inexistente, pois o produto edificação só pode ser substituído por formas como “mobile homes”<sup>20</sup> não utilizadas de forma sistemática no Brasil e em outros casos como as demais obras é baixa esta possibilidade;

- poder de barganha dos consumidores - baixo, em função do elevado valor do bem em relação à renda do consumidor final, mas ao mesmo tempo crescente, em

---

<sup>20</sup>As “mobile homes” são reconhecidas e largamente aceitas em outros países, especialmente na América do Norte, como uma forma de moradia, que requerem infra-estrutura adequada para sua utilização, os “home parks”, e consistem de “trailers” com vários modelos e tamanhos disponíveis. O custo mais baixo e o “estilo de vida” que proporcionam são as principais razões do sucesso dessa alternativa (SULLIVAN, 1980).

função de uma qualificação do consumidor a partir de maior grau de exigência, fazendo uso exatamente do fato de que está adquirindo um bem de elevado impacto sobre suas condições de vida por longo período e de instrumentos legais como a Lei de Defesa do Consumidor (FERREIRA, 1992).

PORTER (1991) caracteriza, a partir destas forças, estratégias competitivas genéricas adotadas pelos setores: a estratégia de liderança no custo total; a estratégia de diferenciação e a estratégia de enfoque. O quadro a seguir caracteriza cada uma destas estratégias:

QUADRO 3.1. - ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS GENÉRICAS

ESTRATÉGIAS	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>Liderança no custo total</li> </ul>	<p>Esta estratégia consiste em atingir a liderança nos custos através de um conjunto sistemático de políticas empresariais voltadas para esta finalidade. O aspecto central desta estratégia consiste em manter os custos totais mais baixos do que os custos dos concorrentes, embora a qualidade, assistência técnica, e áreas desta natureza não sejam ignoradas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estratégia de diferenciação</li> </ul>	<p>Consiste em diferenciar o produto ou serviço oferecido pela empresa criando algo que seja considerado único em toda a indústria. A diferenciação pode ser atingida por vários meios diferentes - no projeto do produto, na forma de distribuição, nas estratégias de "marketing". Esta estratégia pode ser incompatível com a obtenção de baixos custos, e quase sempre é incompatível com o domínio de grandes parcelas de mercado. Se as atividades necessárias para criar a diferenciação forem intrinsecamente dispendiosas esta estratégia estará voltada para segmentos de mercado específicos para os quais seja natural a troca preço x os benefícios da diferenciação.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Estratégia de enfoque</li> </ul>	<p>Consiste de estabelecer um determinado grupo de compradores como alvo e desenvolver todas as políticas da empresa visando atingir da forma mais completa possível as necessidades deste grupo. Esta estratégia pode ter por base: um determinado mercado geográfico; um segmento de renda; um uso específico do produto, etc.</p>

Observa-se que na cadeia produtiva da construção civil brasileira ocorrem os três tipos de estratégias:

- a estratégia de liderança no custo total: esta estratégia ainda é muito utilizada de forma distorcida por meio da não-conformidade de produtos, gerando situações de completo paradoxo no interior dos segmentos industriais. Convivem numa mesma

indústria empresas de elevado grau de atualização tecnológica com empresas em total não-conformidade às normas, inclusive em setores exportadores, que competem no mercado internacional, como é o caso da indústria de cerâmica para revestimentos (3ª produtora mundial, que convive com uma elevada parcela de produtos não-conformes no mercado interno) (SOUZA; SILVA, 1993); ou ainda de setores de produtos básicos como a indústria da cal, em que grande parte da produção é não-conforme (SOARES, 1995a). Por outro lado, iniciativas de alto valor em termos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico e de gestão da qualidade, têm levado empresas à liderança no custo total, através de significativos ganhos de produtividade. Entre os fabricantes de materiais e componentes destacam-se os ganhos de produtividade decorrentes de desenvolvimento da tecnologia de processo, como é o caso dos processos de fabricação de cimento, cerâmica, cal, produtos de PVC, esquadrias e outros, bem como de desenvolvimento de relações de parceria na cadeia produtiva das várias indústrias, automação, metodologias de gestão nas mais diversas áreas das empresas, racionalização de linhas de produtos e desenvolvimento de novos produtos (SOUZA; SILVA, 1993). Entre as mudanças tecnológicas na indústria da construção civil apresentadas no capítulo 2, há alterações que partiram da motivação de redução de custos mediante análise de áreas/partes que têm maior impacto sobre os custos (DAVID, 1993; ROSSO, 1994; MAWAKDIYE, 1995a). Em pesquisa realizada pelo SENAI entre 107 empresas construtoras no ano de 1994, em várias regiões do País, constatou-se que 78% das empresas com atividade na área de edificações afirmaram ter introduzido inovações tecnológicas. A análise da motivação para a busca destas inovações indicou a necessidade de redução de custos como a principal razão de sua introdução (SENAI, 1995). No entanto, os custos para todos os agentes envolvidos ainda não assumem a conotação de custos globais, se for analisada a liderança em custo abrangendo todas as necessidades dos usuários em termos de custos de operação e manutenção.

- a estratégia de liderança por diferenciação começa a ser adotada por empresas produtoras de materiais, especialmente nos segmentos em que os produtos são visíveis ao usuário final, como é o caso dos produtos de acabamento de um modo geral - tintas, louças sanitárias, metais, cerâmica para revestimentos -, mas também em setores como a indústria do cimento onde se observa empresas que vem buscando

o desenvolvimento de produtos de maior valor agregado (argamassas, concreto, etc.) e produtos diferenciados - cimentos específicos para determinados usos. A diferenciação assume no âmbito da indústria de materiais e componentes uma grande gama de possibilidades ligadas aos produtos e aos serviços<sup>21</sup>, observando-se a tendência de mudança de papel dos fabricantes de uma posição passiva no processo produtivo de edificações para uma posição paulatinamente mais ativa. Esta posição caracteriza-se essencialmente pela busca de maior conhecimento sobre os processos de emprego de seus produtos e prestação de serviços para assessorar projetistas, empresas construtoras e usuários finais na especificação adequada e utilização dos produtos, o atendimento personalizado do ponto de vista de linhas exclusivas de produtos, bem como em serviços aos revendedores que incluem a informatização dos processos de vendas e o treinamento de revendedores (ORICOLLI, 1996; MUNDO CERÂMICO, 1995; SOARES, 1995b). Nas empresas construtoras a diferenciação ainda não é estratégia deliberada, ou seja, fruto de esforços específicos de pesquisa e desenvolvimento com investimento de recursos neste aspecto. A diferenciação tem ocorrido em itens de projeto que caracterizam o produto-edifício e/ou serviços, os quais, no entanto, não são derivados de instrumentos adequados e efetivamente dirigidos a um conhecimento detalhado das necessidades dos clientes a serem atendidas e superadas. Surgem neste sentido mecanismos como a sofisticação dos equipamentos de áreas comuns, especialmente no que diz respeito a segurança e lazer, o fornecimento de equipamentos nas unidades privativas, a flexibilização de projeto a partir da oferta de alternativas de distribuição dos espaços, alternativas de acabamento personalizado. No entanto, essas alternativas ocorrem de dentro para fora da empresa, o que coloca em risco o sucesso da estratégia, uma vez que não há embasamento sobre o verdadeiro potencial de diferenciação. Passa a haver um comportamento semelhante por parte de várias empresas no mercado, isto é, uma adoção em “bloco” dos mecanismos que se pressupõe possam ser considerados fatores de diferenciação por parte do cliente, eliminando-se o efeito diferenciador. Por outro lado, a diferenciação só ocorrerá efetivamente a partir do julgamento do cliente, baseado em suas necessidades e analisando o conjunto de alternativas oferecidas por todos os

---

<sup>21</sup>No capítulo 5 são apresentadas definições precisas sobre Produto e Serviço.

competidores. Se essas alternativas não foram desenvolvidas com uma identificação clara das necessidades dos clientes há risco de que os fatores que o produtor considerou como fator de diferenciação não sejam assim considerados pelos clientes (MAGALHÃES, 1994).

- a estratégia de enfoque tem sido pouco utilizada na indústria de materiais, destacando-se alguns casos de empresas que escolhem determinados nichos como é o caso dos materiais de acabamento de elevado nível de sofisticação, ou empresas de atuação regionalizada. Nas empresas construtoras o enfoque é mais comum: empresas se especializam em construir edifícios residenciais para população com determinado nível de renda; edifícios de escritórios; “shopping centers”, etc.

A combinação das três estratégias numa mesma empresa é considerada um arranjo competitivo pobre, pois a empresa que pretenda ficar no meio termo não alcança uma alta rentabilidade e sofre de uma falta de identidade empresarial que prejudica sua imagem. A análise das empresas de um setor segundo suas estratégias genéricas pode ser desagregada em estratégias específicas como as que estão relacionadas a: pesquisa e desenvolvimento; desenvolvimento de produto (projeto); qualidade; gestão de recursos humanos; automação e informatização de processos; serviços agregados ao produto; relações com o cliente, que constituem-se em fatores competitivos (PORTER, 1991).

Estes fatores, no entanto, só podem ser considerados como “vantagens competitivas” de um competidor “quando os respectivos consumidores e clientes reconhecem que naquele fator a empresa tem uma situação melhor, diferenciada em relação aos seus concorrentes” (ZACCARELLI, 1995b).

PORTER analisa a vantagem competitiva por meio da desagregação da empresa em atividades de relevância estratégica, compreendendo-se o comportamento dos custos e as fontes existentes e preferenciais de diferenciação. Estas atividades de relevância estratégica constituem a cadeia de valores da empresa, em que cada uma tem uma contribuição específica para o valor final dos produtos e serviços gerados. Saindo do âmbito da empresa estas atividades podem ser compreendidas pelas



atividades de todos os fornecedores de produtos e serviços intermediários, que constituem a cadeia de valores de integração vertical (PORTER, 1992).

A inovação tecnológica e a gestão da qualidade podem estar relacionadas a estratégia de competição buscando-se a liderança em custo, mas também constituem-se em elementos de diferenciação. Essas estratégias apresentam um dinamismo que requer sua contínua revisão e atualização. Assim, por exemplo, a obtenção de certificado de sistema da qualidade, segundo os requisitos da série de normas ISO 9000 ainda é fator de diferenciação na indústria da construção civil e em alguns segmentos entre os produtores de materiais e componentes. No entanto, no momento em que um grupo grande de empresas for detentor do certificado este deixa de ter um significado diferenciador em relação aos concorrentes.

LEVY (1992) analisa o estabelecimento de estratégias nas empresas a partir de duas categorias de questões: a conversão, que envolve todo o processo de transformação de recursos em produtos; e o posicionamento - que define o negócio em si e sua relação no ambiente concorrencial.

O conceito de posicionamento competitivo foi desenvolvido na década de 70, por dois profissionais de sucesso na área de “marketing” nos E.U.A.: Al Ries e Jack Trout (KOTLER, 1993). O posicionamento conforme esta conceituação consiste da posição que a empresa, seus produtos e serviços, ocupam na mente de seus consumidores. Isto significa que o posicionamento competitivo de uma empresa é um fenômeno comparativo a partir do julgamento do cliente.

O posicionamento pode ser planejado segundo diferentes abordagens: assumir uma posição em que a soma de suas capacidades específicas em várias áreas permitam otimizar sua capacidade de se defender do conjunto de forças competitivas, traduzidas pelas condições de poder de consumidores e fornecedores e pelas vantagens competitivas dos concorrentes; assumir uma posição em que o objetivo é exercer influência sobre o equilíbrio vigente das forças competitivas, de modo a mudar favoravelmente a posição relativa da empresa ou setor; identificar com antecedência, alterações na composição das forças competitivas e, através de

estratégias específicas, obter vantagens decorrentes de uma adequação ao novo equilíbrio de forma antecipada em relação aos concorrentes.

O macrocomplexo da construção civil no Brasil - produção de bens finais e produção de bens intermediários (materiais e componentes) - tem mantido como estratégia de posicionamento competitivo a defesa em relação aos setores concorrentes, porém não se pode dizer que esta estratégia esteja sendo utilizada de forma a otimizar a capacidade de se defender. Muitos outros setores industriais estão sendo colocados à frente da construção civil, que se apresenta no cenário econômico como setor detentor de deficiências competitivas (COUTINHO; FERRAZ, 1994).

Parte das dificuldades provém da falta de metodologia de estabelecimento de estratégias competitivas como cultura geral do setor, o que é notado entre outros aspectos pelo fato de que as empresas e o setor não definem metas, e não avaliam as próprias capacidades e dos concorrentes. Na metodologia de PORTER a análise da concorrência é parte fundamental das estratégias empresariais. Ela é composta dos elementos apresentados e consiste da análise da empresa ou do setor segundo: suas capacidades - forças e fraquezas; suas metas futuras; as hipóteses em que baseia essas metas; as estratégias que adota. Uma análise segundo este modelo por indústrias isoladas e por setor pode estabelecer um caminho para que a indústria da construção civil como um todo se posicione em condições de competir com os setores considerados como detentores de capacidade competitiva - complexo químico, agro-industrial, metal mecânico, celulose e papel; setores difusores de progresso técnico - biotecnologia e complexo eletrônico, ou até mesmo com outros setores com deficiências competitivas como o setor têxtil (COUTINHO; FERRAZ, 1994).

COUTINHO; FERRAZ (1994) identificam as necessidades de todo o setor industrial brasileiro em termos de competitividade: mercados internos dinâmicos, elevação do conteúdo tecnológico dos produtos, presença sistemática no mercado internacional, porte empresarial e integração produtiva que permitam estratégias competitivas agressivas, fortalecimento das redes cooperativas horizontais, promoção da concorrência, intensificação da cooperação vertical para a sinergia competitiva. Esta intensificação da cooperação vertical é apresentada pelos autores em três estágios: melhoria da qualidade dos produtos e redução do custo dos insumos;

desenvolvimento de programas cooperativos de qualificação de fornecedores, assistência técnica, indução de interações tecnológicas, reestruturação da cadeia de produção por meio de uma nova divisão do trabalho estabelecendo-se redes estratégicas baseadas na capacidade de desenvolver relacionamento de longo prazo, no desenvolvimento contínuo da gestão empresarial e na infra-estrutura tecnológica.

HAGUENAUER et al. (1995) apresentam dez pontos que denotam o baixo grau de preparo da indústria brasileira de um modo geral para competir em uma perspectiva de mercados mundiais: 1) condições macroeconômicas desfavoráveis caracterizadas de modo especial por um sistema financeiro que não possibilita o financiamento de longo prazo para os investimentos das empresas; 2) precariedade de infra-estrutura: caracterizada pela deterioração dos sistemas de transporte, energia, telecomunicações e educação; 3) ineficiência do aparato legal regulatório: caracterizada especialmente pelas mudanças freqüentes na legislação trabalhista, tributária e outras, bem como a incapacidade de implementação das leis que gera um ambiente empresarial marcado pela concorrência predatória; 4) perfil empresarial conservador e pouco profissional: caracterizado pelas deficiências da capacidade de gestão nas empresas; 5) resistência ao investimento em pesquisa e desenvolvimento: decorrente da “aversão ao risco” do empresariado nacional, da fragilidade da infra-estrutura científica e tecnológica e dos setores “difusores de progresso técnico”, especialmente os produtores de equipamentos; 6) ausência de cooperação nas cadeias produtivas: caracterizada pela predominância de relações imediatistas, baseadas unicamente em preços; 7) relações capital-trabalho conflitivas: caracterizadas pela visão do trabalho como custo, com baixa valorização do trabalhador na produção e competitividade empresarial; 8) insuficiência do ajuste produtivo: caracterizado por um caráter defensivo da indústria na busca de estratégias competitivas compatíveis com a abertura repentina da economia, antes que por um esforço ofensivo para implementar estratégias de busca de liderança; 9) estrutura industrial defasada: caracterizada pela atualização tecnológica insuficiente e pela concentração de empresas competitivas em setores produtores de “commodities” que apresentam baixa rentabilidade e demanda mundial estagnada; 10) extrema desigualdade na distribuição de renda: caracteriza uma baixa perspectiva de crescimento para as empresas atuantes no mercado doméstico pelo baixo potencial de mercado local em termos quantitativos

e qualitativos (“o mercado brasileiro sanciona produtos de baixa qualidade, pouco sofisticados tecnologicamente e nocivos à saúde e ao meio ambiente”).

Considerando-se toda a cadeia produtiva da construção civil, constata-se grande heterogeneidade do ponto de vista da competitividade intra e inter setorial. Situações paradoxais de posicionamento competitivo relevante contrastam com deficiências básicas, como a elevada incidência de empresas que adotam a não-conformidade como estratégia de competição, gerando a competição predatória e o desrespeito aos direitos do consumidor. Por outro lado, o desequilíbrio entre as “forças competitivas” como decorrência, em parte, da própria característica de elevado valor agregado do produto final convivendo com produtos intermediários das mais diversas naturezas, leva às dificuldades constatadas atualmente de integração competitiva entre todas as indústrias que compõem o macrocomplexo industrial da construção civil.

Iniciativas isoladas ou parciais de busca de competição por recursos e nível de atividade compatível com a capacidade instalada são decorrentes das características analisadas. No entanto, a falta de um patamar mínimo de estratégias acordadas entre todos os componentes que requerem a produção de um mesmo bem, resulta numa incapacidade do setor superar as deficiências que o colocam em posição de altos e baixos, sujeitos a variáveis que não estão sob seu controle e das quais se tornam absolutamente dependentes. Um exemplo desta dependência pode ser constatado pelos efeitos da Medida Provisória 1106 de julho de 1995 que proibiu a cobrança de resíduo inflacionário na correção de prestações de imóveis. O mercado de imóveis novos que vinha tendo bom desempenho até o mês anterior à Medida foi totalmente paralisado (MARTINEZ, 1995; SindusCon-SP, 1995). Os efeitos desta paralisação foram significativos do ponto de vista da saúde financeira das empresas e, especialmente, da perda de capacidade gerencial resultante da necessidade de reduzir equipes técnicas.

CARDOSO (1996) analisando comparativamente as estratégias competitivas da indústria da construção civil na França e no Brasil revela características próprias de cada realidade na composição das estratégias genéricas de competição pelos custos e por diferenciação. Observa-se que as estratégias das empresas de produção de

edificações na França são marcadas pela integração entre os agentes configurando-se um “domínio coletivo” do processo produtivo, seja na introdução de aspectos organizacionais seja nas alterações de tecnologia de produção. Por meio da análise das estratégias competitivas genéricas, CARDOSO identifica a lógica das tendências que se delineiam para a produção de edificações na França como: a Engenharia Simultânea, a troca eletrônica de dados (EDI), a racionalização técnica e de gestão, na estratégia de competição por custos; e a qualidade total, a compressão do prazo do processo de desenvolvimento do empreendimento, a agregação de serviços, a racionalização comercial na estratégia de diferenciação. O trabalho de CARDOSO demonstra sobretudo que, as mudanças de qualquer natureza por que passa o processo de produção, ocorrem no bojo da dinâmica de competição, o que se contrapõe a uma série de debates sempre presentes na construção civil sobre o melhor caminho do ponto de vista da organização do trabalho, da tecnologia, da gestão da qualidade, etc. Fica evidente que as transformações nestes aspectos não podem ser discutidas “*stricto sensu*”, mas no âmbito do pensamento estratégico empresarial, setorial ou de todo o sistema econômico e social do país e com uma perspectiva de competição, pois as decisões empresariais não ocorrem de forma isolada ou puras, mas como parte de uma lógica implícita ou explícita de estratégia competitiva.

BOURDEAU (1994) analisa as tendências que se colocam como fatores determinantes da evolução do processo de construção numa perspectiva geral diante das transformações sociais e econômicas mundiais. Nesta análise evidencia-se que os cenários de mudanças de caráter econômico e social levam a mudanças significativas nas estratégias de competição da construção civil. As forças competitivas de Porter são significativamente dinâmicas e sujeitas a alterações de comportamento que geram novas ações e reações da indústria a partir da evolução sócio-econômica. Na análise apresentada pelo autor as principais relações de competição consistem da incorporação de novos valores aos processos de produção, visando atender adequadamente as necessidades de uma sociedade que passa por grandes transformações que afetam a demanda por edificações do ponto de vista do comportamento do usuário individualmente e dos sistemas sociais e econômicos das nações.

Pela natureza da organização de cada indústria do macrocomplexo da construção civil as estratégias competitivas serão sempre heterogêneas, mas precisam ser dotadas de método adequado segundo as modernas abordagens da competição industrial. O ponto central das estratégias competitivas da construção civil é a convergência entre todos os agentes quanto à parcela de objetivos que deva ser comum a todos para assegurar o crescimento do mercado que é único e comum a todos os integrantes da cadeia produtiva.

### **3.3 A seleção tecnológica no contexto da reestruturação competitiva da indústria da construção civil**

A indústria da construção civil brasileira passa nesta década de 90 por um processo de adaptação de sua estrutura industrial e estratégias de atuação que pode ser denominado de “reestruturação competitiva”. Esta reestruturação consiste de alterações na composição da indústria tal como o número e tamanho das empresas, suas relações com fornecedores e clientes, e nas estratégias de atuação tais como diversificação de segmentos-alvo, estratégias competitivas voltadas à liderança em custo, diferenciação ou enfoque, ou ainda uma nova divisão do trabalho. Estas alterações modificam a forma como a indústria compete por recursos com os demais setores, como as empresas competem entre si e como se apresentam perante seus clientes.

Na parcela da indústria correspondente à produção habitacional o modelo de crescimento e desenvolvimento esteve fundamentado durante todo o período que sucedeu a criação do Sistema Financeiro da Habitação, em 1964, num modelo de captação de recursos, que a partir dos anos 80 entrou em colapso. Neste período a capacidade de pagar da população foi abalada pela corrosão do poder aquisitivo decorrente das altas taxas de inflação e a capacidade de poupar foi reduzida de tal forma que não houve como realimentar a geração de recursos para a produção habitacional inteiramente dependente dos mecanismos de poupança compulsória e voluntária (FARAH, 1992).

Neste contexto de crise da estrutura industrial de produção a população dos níveis mais baixos de renda na pirâmide social buscou saída para suas necessidades

habitacionais intensificando a produção informal. Enquanto a indústria era praticamente paralisada pela falta de recursos de financiamento, intensificava-se as atividades do setor através das obras de pequeno porte, novas e reformas, promovidas e gerenciadas pelos próprios usuários nas mais diversas formas de produção, inclusive com assistência técnica e organizacional do Estado (VERAS, 1987; FARAH, 1992).

Com esta intensificação da produção fora do âmbito da estrutura industrial, toda a cadeia produtiva foi afetada: a indústria de materiais e componentes de construção deslocou seu eixo de atenção do setor organizado, das chamadas vendas técnicas, para o consumidor final, as vendas de varejo; profissionais e empresas de projeto tiveram drástica redução de volume de trabalho, agravado pela entrada de novos profissionais no mercado a cada ano. As relações entre fornecedores de materiais e componentes e as empresas construtoras alteraram-se e os revendedores passaram a deter o maior poder de barganha junto à indústria, tendo em vista sua relação direta com o consumidor. Intensificaram-se assim os conflitos na cadeia produtiva em relação às condições gerais de fornecimento, especialmente prazos e preços (WELLS, 1993; SYMANSKI, 1996a).

O início dos anos 90 foi marcado por importantes fatos que tiveram influência sobre este panorama: o choque econômico de março de 1990; o início do processo de discussão em torno de maior competição em função da legislação que até então regulamentava os processos de licitação de obras e serviços; a abertura econômica que propiciou o início de um processo de entrada de competidores estrangeiros na cadeia produtiva da construção civil; o início de um movimento generalizado pela elevação dos níveis de qualidade e produtividade na indústria; a entrada em vigor da Lei de Defesa do Consumidor que criou formas legais de assegurar o direito dos consumidores com relação à qualidade de produtos e serviços; o redirecionamento da política industrial com ênfase à inserção do País no ambiente competitivo mundial a partir de novos paradigmas de competição.

A indústria da construção civil se viu assim num curto espaço de tempo afetada por mudanças desta natureza no ambiente externo às empresas, levando-as a

situações em que era preciso uma capacidade de reação imediata para assegurar a sobrevivência no mercado. Os principais aspectos competitivos observados foram<sup>22</sup>:

- a escassez de obras de toda natureza em todos os segmentos da produção pela ausência de mecanismos de financiamento à produção e à demanda;
- o conseqüente acirramento da competição: maior número de competidores na disputa por contratos públicos e privados, queda nos preços para obras públicas e privadas, migração de empresas entre os segmentos de atuação - empresas que atuavam somente no segmento de obras pesadas passam a atuar também em obras de edificações;
- a entrada ou aumento da participação de competidores estrangeiros em vários segmentos da cadeia produtiva - fabricantes de materiais e componentes, projetistas, consultores, empresas construtoras;
- a busca de novos mercados geográficos, inclusive no exterior;
- a redução das margens de lucro;
- a conseqüente necessidade de reduzir custos e aumentar produtividade;
- a ênfase ao atendimento pós-venda como decorrência de maior poder do consumidor tendo em vista as condições de fornecimento de produtos e serviços previstas pela Lei de Defesa do Consumidor;
- a reestruturação da gestão financeira com maior participação de recursos próprios das empresas na geração do produto e no crédito ao consumidor.

A partir destas mudanças a estrutura industrial vêm sofrendo alterações, observando-se um movimento de diminuição de tamanho das empresas construtoras e até mesmo das empresas produtoras de materiais e componentes. As empresas de grande porte manifestaram dificuldades que chegaram a inviabilizar a sobrevivência no mercado, à parte de suas estratégias de diversificação que as levaram a atuar nos

---

<sup>22</sup>Esta caracterização resultou da análise de um conjunto de artigos, dados e notícias sobre o setor, bem



segmentos de edificações habitacionais, industriais, comerciais, de saneamento, etc. Reestruturações profundas reduziram drasticamente a atuação de algumas das maiores empresas construtoras no País (FELÍCIO; BALARIN, 1995).

Neste contexto, o movimento pela qualidade e produtividade intensificou-se no setor, com inúmeros programas estruturados sob a liderança de entidades de classe ou das empresas individualmente. Por outro lado, as empresas de pequeno porte assumem o papel de líderes em termos de qualidade e produtividade e demonstram maiores condições de introdução de inovações, em todas as fases do processo de produção (CÉSAR, 1995; ALMEIDA, 1995; ALMEIDA; COZZA, 1995).

Pelo lado da força de trabalho constatou-se uma mudança no perfil dos trabalhadores, mobilizados pelas suas lideranças a buscarem melhores condições de trabalho e incorporou-se às suas reivindicações e ações a busca do aperfeiçoamento profissional. Inúmeros programas contemplam desde a alfabetização de trabalhadores até a qualificação para a integração em programas de implantação de sistemas de gestão da qualidade e produtividade. A inserção dos trabalhadores nestes programas é um processo que promove a busca de uma descentralização da responsabilidade sobre a qualidade e produtividade dotando trabalhadores de todos os níveis de capacidade de gerir as atividades e operações em que estão inseridos com visão da contribuição de seu trabalho sobre o produto final e sobre a competitividade da empresa (ALVES, 1995).

No período mais recente, após a entrada em vigor do Plano Real, a construção civil vem passando por mudanças ainda mais intensas no equacionamento do financiamento à produção. A viabilização de recursos vem sendo conduzida com a introdução de novas modalidades de captação de recursos baseadas em mecanismos de investimento como os fundos imobiliários e processos de securitização de recebíveis, incluindo a abertura à participação do capital externo (BORTOT, 1995; SYMANSKI, 1996b; BALARIN, 1996b).

Esta mudança de origem e natureza dos recursos é, talvez, o principal aspecto impulsionador da reestruturação competitiva da indústria da construção civil. Na medida em que os recursos sejam gerados por investidores privados, a motivação para aplicá-los neste ou em outro setor provém de critérios bastante diferenciados dos critérios até então vigentes. O principal argumento do setor para atrair investimentos dos poupadores privados e do Estado foi sem dúvida sua suposta capacidade de gerar empregos e, especialmente, emprego para a massa de trabalhadores que não detenha

---

qualificação para o trabalho em outros ramos das atividades urbanas<sup>23</sup>. Esta argumentação é incompatível com as reais características do processo de produção da construção civil, já identificadas em outros estudos, que exigem conhecimentos, habilidades e capacidade específicos por parte da força de trabalho (FARAH, 1992).

Para a atração de recursos de investidores privados os argumentos são necessariamente critérios de competitividade, em que a indústria de construção deverá demonstrar que é capaz de gerar retorno a estes investimentos com a mesma ou maior eficiência que outros setores econômicos.

A redivisão do trabalho também é aspecto importante detectado nas mudanças por que vem passando a indústria da construção civil. Esta nova divisão representa a necessidade de concentração no negócio principal a partir da identificação da “core competence”<sup>24</sup> das empresas, especialmente após um período em que houve tendência de verticalização que agora passa a ser tratada através de alianças estratégicas.

Nessa nova divisão do trabalho o aspecto mais importante, no entanto, é a separação entre as atividades de incorporação e construção. A atuação nestas duas atividades por parte de uma mesma empresa foi apontada em vários estudos como uma das razões que impedia ou introduzia entraves à modernização, dada as diferentes contribuições destas duas atividades para a rentabilidade da empresa (FARAH, 1992). Especialmente após a entrada em vigor do Plano Real as empresas passaram a analisar de forma mais profunda a necessidade desta separação a exemplo da estrutura de mercado de outros países (CARDOSO, 1995). Observa-se atualmente que várias empresas procederam ou planejam uma concentração de suas atividades em uma ou outra atividade conforme sua “core competence”.

---

<sup>23</sup>YAZBECK (1995) escrevendo sobre a falta de atenção do Governo Federal à indústria da construção civil pergunta “ora, no que a construção civil e imobiliária está falhando? Será que não sabemos fazer marketing competente? Ou um lobby eficiente?”. E, posteriormente, afirma: “Julgamos que a forma de mostrar a importância desse segmento produtivo é trabalhando, gerando bens imóveis e equipamentos urbanos em larga escala e empregando mais e mais trabalhadores, especialmente aquela mão-de-obra que não teve oportunidade de adquirir maior qualificação”. KELLER (1996) afirma “Não há como desconhecer a importância para a economia nacional de um setor capaz de abrigar um volume significativo de mão-de-obra (inclusive a menos qualificada, ou seja, a que dispõe de menos oportunidades de emprego)...”

<sup>24</sup>Representa a área de negócios em que a empresa detém maior conhecimento e melhores condições de competir no mercado.

Assim, as mudanças detectadas na evolução recente da indústria da construção apresentadas no item 1.4. são explicadas antes de mais nada por uma nova lógica econômica de competição industrial. Mudanças organizacionais e tecnológicas foram introduzidas a partir de mudanças no ambiente externo que colocaram as empresas em situação de pressão pela busca da sobrevivência e desenvolvimento em situações provenientes de vários aspectos da competição industrial.

Ao contrário do movimento semelhante ocorrido na década de 70, em que eram várias as iniciativas de busca de tecnologias alternativas ao que se produzia então, e isto não se constituía em elemento de redução de preços no mercado, no movimento recente a busca de redução do custo está voltada essencialmente ao estabelecimento de preços competitivos do ponto de vista do atendimento ao cliente e posicionamento competitivo em relação aos concorrentes. Naquele movimento aspectos de gestão organizacional e tecnológica colaboraram para o fracasso de muitas iniciativas de empresas, comprometendo a sobrevivência de algumas. No entanto, num nível mais abrangente havia um choque entre a lógica técnica e a lógica econômica vigente.

A busca de maior produtividade para a construção em massa diante da necessidade de um grande número de unidades habitacionais foi acompanhada de uma lógica declarada de utilização destas atividades como geradoras de emprego em massa<sup>25</sup>. Os investimentos no setor eram assim dirigidos para que ao mesmo tempo em que se gerasse as unidades necessárias um grande contingente de mão-de-obra permanecesse ocupado.

A mudança do perfil do adquirente de imóveis também vem ocorrendo gradualmente e contribuindo para a indução da reestruturação competitiva a partir de um maior nível de exigência em relação a aspectos de projeto e emprego de materiais e componentes que lhe assegurem a vida útil desejada face ao elevado valor do bem.

---

<sup>25</sup>A afirmação de Rubens Vaz da Costa, então presidente do BNH, em 1972 deixa clara a estratégia da política habitacional vigente com relação à indústria da construção civil: "...A preferência neste setor é, inofismavelmente em favor do emprego não devendo o Governo adotar ou patrocinar programas de que possam resultar elevações do coeficiente de capital na construção civil, em detrimento do emprego de mão-de-obra" (COSTA apud FERREIRA, 1976).

Por outro lado, os efeitos da estabilização econômica têm levado à uma redistribuição do mercado consumidor, fazendo com que o setor industrial de um modo geral se prepare com produtos especificamente desenvolvidos para atender segmentos que até então não tinham acesso ao mercado de bens e serviços (MAGALHÃES, 1996). Este movimento também deverá atingir a produção habitacional, na medida em que o consumidor que passa a exigir determinadas características dos bens de consumo também deverá exigir o atendimento de suas necessidades nos bens gerados pela indústria da construção civil. Esta possibilidade poderia ser afastada se, diante de um elevado valor do bem em relação à sua renda, o consumidor se visse numa situação de poucos competidores presentes no mercado. Porém, a tendência, ao menos nos maiores centros urbanos do País, é um acirramento da competição mediante a entrada de novos competidores e a busca de estratégias competitivas baseadas na redução de custo inicial, oferta de condições de pagamento atrativas ao consumidor e intensificação da diferenciação, ainda que não baseada no conhecimento das necessidades do cliente.

Levando-se em conta a pirâmide social do País, os segmentos de mercado que englobam a população de mais baixa renda serão muito disputados, como já vem ocorrendo na maioria dos segmentos de bens de consumo, já que representam uma grande parcela da população brasileira. Por outro lado, na construção civil os segmentos constituídos pela parcela de mais alta renda despertam grande interesse entre os produtores, o que representa uma estratégia de buscar a geração de produtos de maior valor agregado, em que as estratégias de diferenciação podem levar à maior rentabilidade global.

Nesse contexto, a seleção tecnológica reveste-se de um novo papel no processo de produção, como decorrência da necessidade de novas estratégias competitivas por parte das empresas.

A necessidade de consideração dos custos futuros nos processos em que estes não são da responsabilidade do empreendedor vem sendo enfatizada a partir da Lei de Defesa do Consumidor. Anteriormente à essa lei os usuários, ao se depararem com custos de manutenção decorrentes de falhas do processo de produção, incluindo falhas ou inadequação de projeto e falhas dos materiais e componentes, não tinham amparo

legal para solicitar a intervenção do construtor no sentido de corrigir os problemas apresentados.

Dessa forma, projetistas e construtores repassavam integralmente ao usuário a responsabilidade por manifestações patológicas que ameaçassem a durabilidade da edificação e exigissem a execução de serviços de manutenção, muitas vezes mesmo quando constatados no período de seis meses de entrega da obra. Os processos judiciais morosos faziam com que o usuário não tivesse solução para o problema de forma a assegurar suas condições de habitabilidade ou segurança em tempo hábil.

A Lei de Defesa do Consumidor estabelece uma série de condições de responsabilidades entre as partes no ato do contrato, cabendo ao construtor a responsabilidade pelas condições de desempenho do imóvel independentemente da co-responsabilidade de projetistas e fornecedores.

A exigência de atendimento às normas técnicas foi outro fator de modificação das relações entre construtores e adquirentes na medida em que as normas até então de uso não obrigatório passaram a ter força de lei. Dessa forma, produtos e serviços em não-conformidade às normas técnicas podem ser rejeitados pelos consumidores com respaldo em lei.

A seleção tecnológica nesta reestruturação competitiva constitui-se assim num processo onde está concentrada uma parte do potencial de ganhos de produtividade e qualidade, os quais se inserem em estratégias competitivas específicas e próprias de padrões de competição emergentes na indústria da construção civil.

### **3.4 Gestão da qualidade na construção civil**

A preocupação com qualidade na construção civil manifestou-se inicialmente de forma explícita nos países europeus no período pós-guerra (década de 50), na medida em que as condições de um cenário econômico de escassez de recursos, escassez de mão-de-obra especializada para os ofícios tradicionais e a premência de tempo para construir um grande número de unidades habitacionais levaram ao desenvolvimento de sistemas construtivos inovadores. A necessidade de dotar os novos produtos finais e intermediários de um comportamento adequado quando em

uso, fez surgir os sistemas de normas e certificação como o “agreement” do Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, na França (BRUNA, 1976; BAZIN, 1993).

Nesta época a indústria da construção civil, tanto nos países da Europa como nos Estados Unidos, trataram a questão da qualidade essencialmente a partir das características determinadas pelo processo industrial de produção. Neste sentido, foi intenso o trabalho de padronização de produtos da construção civil com o desenvolvimento de normas técnicas visando assegurar parâmetros mínimos, preestabelecidos a partir da experiência acumulada no seu uso. Especialmente na França e Inglaterra, estabeleceu-se uma contradição ao se exigir de produtos inovadores o comportamento conhecido de produtos tradicionais buscando-se então novos conceitos para a abordagem da qualidade nos produtos inovadores (BLACHÈRE, 1965, apud BRUNA, 1976; BAZIN, 1993).

Diante disso o conceito de “desempenho” trouxe uma nova abordagem para as questões relacionadas à qualidade na indústria da construção civil<sup>26</sup>, adequando-se à necessidade de abordar a qualidade em produtos inovadores, que ainda não se encontravam normalizados.

Numa outra vertente da preocupação com a qualidade o modelo inglês de seguro, estabelecido pelo National Housing Building Council - NHBC, em operação desde 1936, foi fundamentado na qualidade do produto final, porém mediante a garantia do desenvolvimento do processo de produção dentro de determinados padrões preestabelecidos para o projeto, técnicas de execução e especificações dos materiais e componentes (JOHNSON, 1991). A partir da década de 60 o crescimento da produção de unidades habitacionais no Reino Unido e a entrada de um grande número de empresas no mercado acentuou os problemas relativos a ocorrências patológicas e intensificou a preocupação com a proteção do consumidor, levando as autoridades inglesas e as associações técnicas a recomendar que os financiamentos fossem concedidos mediante exigências de garantia da qualidade. Rapidamente o sistema do NHBC passou a cobrir a quase totalidade das novas unidades produzidas e estendeu-se por todo o Reino Unido. O sistema está fundamentado em inspeções

---

<sup>26</sup>O histórico e conceituação da abordagem de desempenho são apresentados no capítulo 4.

realizadas nos canteiros pela equipe do NHBC, que confronta as condições de obra, em média a cada três semanas, às exigências de procedimentos e normas que são revisados periodicamente. Constitui-se de um seguro-qualidade, válido por dez anos, que assegura ao consumidor a cobertura financeira em casos de necessidade de execução de reparos até cobertura para o término da obra em caso de falência do construtor.

Vários outros sistemas, que buscavam assegurar a qualidade dos produtos, foram desenvolvidos em diversos países, especialmente sistemas voltados a produtos que entram no mercado sem que existam normas técnicas específicas. Um sistema particular, por estar baseado na análise do projeto do empreendimento, é o selo Qualitel, criado em 1974 por uma organização privada sem fins lucrativos na França. O sistema está baseado em análise do projeto quanto a requisitos relativos ao desempenho acústico, durabilidade e custos de manutenção, conforto térmico e outros (TREHIN, 1991).

O seguro-construção assumiu na França um caráter compulsório, estabelecido pelo Estado por uma lei de 1978, e está fundamentado na proteção do usuário consistindo de uma garantia integral por dez anos, uma garantia de bom funcionamento por dois anos e uma garantia de perfeito estado de conclusão (ETIENNE, 1993).

Ainda na França uma série de mecanismos relacionados à qualidade na construção civil foram se estabelecendo ao longo do tempo, integrando os vários agentes intervenientes no processo de produção. Destaca-se a forte influência do Estado na produção habitacional, por meio de mecanismos que visam garantir a qualidade e elevar a produtividade. Ao sistema de seguro somam-se os DTU (Documentos Técnicos Unificados) que consistem de normas de execução (*règles de l'art*), o Código de Obras, os códigos de salubridade, as exigências para a licença para construir e ações desenvolvidas por órgãos como a Agência para a Melhoria da Habitação, criada em 1971 para promover a melhoria das condições de conforto de unidades habitacionais a serem recuperadas/renovadas. Destaca-se também a atuação do CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment na avaliação de produtos inovadores, antes que sejam colocados no mercado (FRANÇA, s.d). No setor privado



na França destaca-se o sistema de certificação Qualibat, entidade certificadora de empresas construtoras num sistema gradativo até chegar à certificação segundo os requisitos da série de normas ISO 9000 (SOUZA, 1996).

Nos Estados Unidos a qualidade na construção civil não assumiu a característica de sistemas específicos de certificação ou controle. Naquele país observou-se a predominância de normas técnicas de produtos, segundo características de desempenho esperado com ênfase a uma abordagem de padronização. FLANAGAN et al. (1986) apresenta uma análise comparativa entre a construção civil nos E.U.A. e no Reino Unido, demonstrando diferentes visões sobre a qualidade nos dois países. Entre os aspectos ressaltados destaca-se o emprego mais intenso de componentes e detalhes de projeto padronizados nos E.U.A., com uma cultura dos próprios projetistas neste sentido. Nesse estudo, avalia-se que nos E.U.A. há uma predominância do tempo de execução na escala de prioridades dos contratantes, seguido pelo custo e só então pela qualidade, sendo esta mais ligada aos acabamentos do que ao edifício como um todo. Por outro lado, a qualidade também é vista nos E.U.A. como uma questão para códigos de obras locais, que são predominantemente baseados em desempenho, com suporte nas normas técnicas da ASTM - American Society for Testing and Materials.

O seguro-qualidade nos E.U.A. também foi implementado a partir de 1972-73 pela National Association Home Builders que criou a Home Owners Warranty Corporation (HOW), cujo sistema funciona de forma muito semelhante ao sistema inglês ( HOW, s.d).

Apesar da existência destas abordagens em vários países, foi somente nos anos 80 que a indústria da construção começou a incorporar os conceitos da qualidade na forma como vinham sendo aplicados na indústria de transformação de um modo geral.

O abandono dos paradigmas industriais baseados no “fordismo” e “taylorismo” e as inúmeras transformações na organização do trabalho a nível mundial, conjugadas a substanciais mudanças no comportamento dos consumidores, levaram a novos padrões conceituais para a qualidade. Assumindo várias denominações diferentes estes conceitos trouxeram nova roupagem a práticas antigas e introduziram novas

formas de organização e relacionamento entre os agentes das cadeias produtivas e entre estes e seus clientes. SCHNEIDER apud WOOD Jr.; URDAN (1994) ressalta que a “idéia de prover produtos de qualidade que sejam adequados aos desejos do consumidor não é nova. Antes da Revolução Industrial os artesãos já o faziam, interagindo diretamente com os consumidores”.

A cronologia da evolução da teoria e prática relacionada à qualidade é apresentada em vários trabalhos específicos sobre o tema (PICCHI, 1993; CTE, 1994). Esta evolução esteve ligada a um número restrito de profissionais e estudiosos do tema como Philip Crosby, Edward Deming, Armand Feigenbaum, Kaoro Ishikawa e Joseph Juran. Por meio de abordagens distintas ou complementares cada um teve uma contribuição no processo de desenvolvimento dos princípios e metodologias da qualidade. Segundo WOOD Jr.; URDAN (1994) pode-se identificar as principais contribuições da seguinte forma: Deming pode ser considerado o mais conceitual de todos os estudiosos, com um papel de desenvolvedor da “filosofia” da qualidade; Crosby constitui-se no “pensador de negócios”, ao qual pode ser atribuída a concepção de “defeito zero”, popularizando a idéia de “fazer certo da primeira vez”; Juran teve papel fundamental no desenvolvimento da indústria japonesa baseando sua atuação no conceito do ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action), referindo-se ao desenvolvimento de qualquer atividade através do planejamento, execução, verificação e ação corretiva; Feigenbaum foi o gerador do conceito de qualidade total, em que a qualidade é apresentada como uma questão estratégica que requer o envolvimento de todos os membros de uma organização; e Ishikawa desenvolveu as ferramentas para análise dos processos a serem controlados e implementou os círculos de controle da qualidade, contribuindo ainda com o conceito de “*cliente interno*”, ou seja, o agente da organização que recebe como insumo os resultados do trabalho executado anteriormente por um outro colaborador interno.

No âmbito do movimento internacional pela qualidade muitos foram os caminhos adotados por empresas e instituições de todos os setores econômicos para buscar atingir os padrões preconizados pelos conceitos que se difundiram mundialmente a partir do início dos anos 80.

As relações comerciais a nível mundial passaram a ser marcadas não só pelos aspectos relacionados a normas técnicas de produtos como regulamentadoras das trocas entre os vários países, mas em necessidades de atendimento adequado quanto a aspectos que extrapolavam os parâmetros de desempenho físico dos produtos. A intensificação do processo de globalização econômica, eliminando as fronteiras da produção industrial de um mesmo produto e a necessidade de perfeita conexão entre seus componentes e nas relações entre os fornecedores que colaboram para sua montagem, levava à necessidade de padrões objetivos para nivelar este relacionamento (VAN NULAND, 1990).

Em alguns países padrões nacionais de regulamentação das relações cliente-fornecedor foram desenvolvidos e, em 1987, a International Organization for Standardization - ISO, com o trabalho desenvolvido no âmbito de seu Comitê Técnico 176, criado em 1979, aprovou e publicou as normas da série ISO 9000. A partir de então este mesmo Comitê vem desenvolvendo todo um conjunto de normas relativas à qualidade, com revisões e alterações periódicas em função das necessidades apresentadas em todo o mundo. Este conjunto envolve a terminologia da qualidade, as diretrizes para os laboratórios que fazem a inspeção de produtos para certificação, as normas para a auditoria de sistemas da qualidade e várias outras (MARQUARDT, 1992).

As normas da série ISO 9000 (ABNT, 1994) são voltadas aos sistemas de gestão da qualidade e foram difundidas a nível mundial, adotadas pelas instituições de normalização de 92 países, criando-se os sistemas de certificação fundamentados em cada uma das normas, conforme os processos que a atividade da empresa envolve (projeto e desenvolvimento, produção, instalação, inspeção, assistência técnica).

No Brasil as normas da série ISO 9000 foram traduzidas e adotadas na íntegra a partir de 1990. Em 1991 foi criado o CB 25 - Comitê Brasileiro de Qualidade, da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas com o objetivo de difundir a série de normas ISO 9000 no Brasil e acompanhar sua evolução (SILVEIRA, 1991). As normas da série ISO 9000 passaram então a ser adotadas com velocidade surpreendente para todos os envolvidos no processo de difusão. Esta demanda atraiu para o Brasil as principais entidades certificadoras internacionais e o número de

certificados concedidos passou de 18 ao final de 1990 para 1092 até o final de abril de 1996, com o “pico” de certificados emitidos sendo atingido em 1992, quando se registrou um crescimento de 180% em relação ao ano anterior (REBOUÇAS, 1995; CAMPOS, 1996).

*A gestão da qualidade, segundo a terminologia adotada pela NBR ISO 8402 (ABNT, 1994), compreende “o controle da qualidade e a garantia da qualidade, bem como, adicionalmente, os conceitos de política da qualidade, planejamento da qualidade e melhoria da qualidade, abrangendo todo o sistema da qualidade. A gestão da qualidade total acrescenta a estes conceitos uma estratégia de gestão global de longo prazo, bem como a participação de todos os membros da organização em benefício dela própria, dos seus membros, clientes e da sociedade como um todo”.*

Muitas empresas e profissionais do meio técnico ainda confundem a certificação de produtos e a certificação de sistemas de gestão da qualidade. A série de normas ISO 9000 se aplica aos sistemas de gestão que compreendem os processos de uma unidade de produção da empresa que requer a certificação, enquanto a certificação de produtos refere-se a uma linha específica de produtos de uma determinada unidade.

A certificação de conformidade consiste em atestar que um produto atende às exigências de normas ou especificações técnicas e diz-se que a certificação é de terceira parte quando resultante de processo sob a responsabilidade de um agente independente, desvinculado do fabricante e obedecendo a regulamentos próprios do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade. A certificação é de segunda parte quando o comprador avalia seu fornecedor e de primeira parte quando o fornecedor atesta sob sua exclusiva responsabilidade o atendimento às especificações de norma (Revista INMETRO, 1992). Na indústria da construção civil brasileira há os três tipos de certificação, sendo que a certificação de terceira parte é obtida através da marca de conformidade concedida pela ABNT ou por sistemas de certificação de organismos certificadores como o CCB - Centro Cerâmico do Brasil ou a UCIEE - União Certificadora da Indústria Eletro-Eletrônica.

Inúmeros questionamentos sobre a validade dos certificados segundo a série de normas ISO 9000 obtidos pelas empresas brasileiras têm sido levantados ao longo destes anos, especialmente tendo em vista o crescimento acelerado do número de empresas certificadas (BUENO, 1995; RIBEIRO, 1996). Problemas relativos ao mau uso do certificado para efeito de “marketing” puderam ser registrados com empresas que divulgaram certificados obtidos para um determinado processo ou unidade de forma a induzir que o consumidor julgasse se tratar de certificado para toda a empresa. No entanto, considerando-se à parte eventuais polêmicas à esse respeito, é preciso considerar que as exigências da série ISO 9000 são delimitadas a determinados aspectos que são periodicamente auditados e, para atingi-los e mantê-los, a empresa desenvolve efetivamente um esforço de desenvolver e implementar procedimentos que asseguram a satisfação de necessidades de seus clientes e fornecedores com relação a estes aspectos<sup>27</sup>. MOURA (1996) apresenta os resultados de tese de doutoramento desenvolvida na Finlândia, que analisou 31 empresas certificadas no período de pelo menos um ano antes do início do trabalho, em 1994, e demonstrou, com dados obtidos de entrevistas com amostra de 801 clientes, por meio de indicadores como respeito aos prazos de entrega, desempenho dos produtos e outros, que 90% das empresas apresentaram melhorias significativas do ponto de vista da satisfação dos clientes após o processo de certificação.

No Brasil pode-se atribuir a evolução rápida do número de empresas certificadas a um processo de ajuste competitivo dos setores industriais, derivado tanto das mudanças nos padrões de competição no cenário mundial quanto às mudanças no cenário interno a partir do choque econômico de 1990. Os setores líderes em empresas certificadas são exatamente os setores que foram mais ameaçados pela competição estrangeira no mercado interno e/ou no mercado internacional ou ainda os setores que fornecem produtos e serviços para as grandes empresas estatais, que foram pioneiras no Brasil na exigência de requisitos da qualidade (REBOUÇAS, 1994). A hierarquização da participação dos diversos ramos de atividade na emissão de certificados apresenta a construção civil com 1,1% do total, mas existem empresas da

---

<sup>27</sup>Esta constatação foi possível pelo acompanhamento da implantação de metodologia de gestão da qualidade fundamentada nas normas ISO 9000 em empresas da construção civil (construtoras e fabricantes de materiais e componentes).

cadeia produtiva da construção civil certificadas segundo as normas ISO 9000 e classificadas nos setores de minerais não-metálicos, metais de base e produtos metálicos. As empresas de atividades imobiliárias, locações e prestação de serviços representam 6,7% do total de certificados emitidos <sup>28</sup>.

De fato, as empresas estatais brasileiras ligadas à energia e telecomunicações foram as primeiras a estabelecer exigências de qualificação de seus fornecedores segundo procedimentos próprios definidos a partir de normas estrangeiras. As empresas estatais ligadas ao programa de energia nuclear e a Petrobrás são exemplos deste pioneirismo. Isto fez com que as primeiras preocupações com sistemas da qualidade na indústria da construção civil tenham se concentrado nos segmentos de empresas ligadas à montagem de plataformas e usinas nucleares (BALARIN, 1994; MONTEIRO, 1994).

No panorama internacional a pesquisa sobre gestão da qualidade na construção civil apresentou destaque a partir dos trabalhos pioneiros de GARCIA MESEGUER na Espanha e do grupo do Norwegian Building Research Institute - NBRI. GARCIA MESEGUER presidiu a Seção Européia de Construção da Associação Européia para a Qualidade, fundada em 1976, e teve atuação essencial para fazer evoluir na construção civil os conceitos de controle da qualidade para a garantia da qualidade (GARCIA MESEGUER, 1989). No NBRI iniciaram-se os principais estudos de desenvolvimento de metodologias adequadas à construção civil, a partir das normas inglesas que contribuíram para o desenvolvimento das normas da série ISO 9000 (HANSEN; SJOHOLT, 1989). Neste trabalho grupos de empresas construtoras, fabricantes de sistemas e componentes pré-moldados e prestadoras de serviços de instalações deram início a uma metodologia própria para a construção civil, cuja aplicação vem sendo aperfeiçoada significativamente e difundida por toda a Europa (FORMOSO ; SJOHOLT, 1994).

Nos Estados Unidos destacam-se os trabalhos desenvolvidos pelo Construction Industry Institute - CII, entidade que reúne pesquisadores e indústria para o desenvolvimento tecnológico e melhoria da qualidade. O CII têm abordado vários

---

<sup>28</sup>Informação por correspondência do CB-25 da ABNT.

aspectos relativos à qualidade e produtividade por meio de projetos conjuntos com a indústria da construção civil norte-americana. Os objetivos do CII são de “aperfeiçoar e implementar a qualidade total e a efetividade em custos na indústria da construção civil através da pesquisa e implementação impulsionando a posição competitiva dos negócios dos Estados Unidos nos mercados mundiais” (CII, 1993). Outras instituições e entidades norte-americanas atuam no desenvolvimento de trabalhos voltados à qualidade podendo-se destacar o trabalho da American Society of Civil Engineers - ASCE<sup>29</sup>.

Na American Society of Quality Control - ASQC foi criada uma divisão específica para Arquitetura/Engenharia e Construção, a qual procura difundir entre empresas e associados individuais os conceitos e aplicações da qualidade num tratamento específico da área. A primeira conferência específica da Divisão com caráter institucional foi realizada em outubro de 1993 em San Diego, Califórnia. Nesta conferência a Divisão definiu o objetivo de difundir de forma agressiva a implantação de sistemas de gestão da qualidade para a busca do certificado ISO 9000, entre as empresas de construção e projeto nos Estados Unidos (ASQC, 1994).

No Brasil, a partir do final dos anos 80 o processo de reestruturação competitiva da indústria da construção civil, discutido no capítulo 2, fez com que se acentuassem os movimentos pela qualidade. Uma cronologia que registra os principais acontecimentos neste sentido é apresentada no Quadro 3.1.:

---

<sup>29</sup>Um conjunto de publicações e vídeos derivados dos trabalhos destas instituições possibilita esta constatação.

QUADRO 3.1. - CRONOLOGIA DE FATOS RELEVANTES PARA A EVOLUÇÃO DA CONSTRUÇÃO CIVIL QUANTO À QUALIDADE 1987-1996<sup>30</sup>

ANO	FATO RELEVANTE
1987	O Comitê Brasileiro da Construção Civil da Associação Brasileira de Normas Técnicas tem uma ampla reformulação, passando a envolver de forma efetiva os setores empresariais de toda a cadeia produtiva (CARVALHO, 1987). Vem ao Brasil pela primeira vez, o Eng. Alvaro Garcia Meseguer, profissional espanhol atuante na área da qualidade aplicada à construção civil na Europa. Através de palestras e contatos no Brasil começam a se difundir os conceitos da qualidade de forma aplicada à construção civil. Nesta época o enfoque ainda era o de controle da qualidade. Suas idéias haviam sido apresentadas em artigo assinado por HELENE; SOUZA (1986).
	Empresas líderes do setor produtor de edificações iniciam programas de modernização com investimentos em desenvolvimento tecnológico, padronização de procedimentos, formação e treinamento de recursos humanos e outros aspectos ligados à gestão empresarial, com ênfase à qualidade e produtividade.
1988	Um grande impulso é observado na produção de normas técnicas através de uma nova dinâmica de produção de textos-base e com intensa participação do setor privado. A necessidade de certificação de conformidade e homologação de sistemas construtivos inovadores assume destaque no meio técnico face à morosidade de efetiva incorporação desses mecanismos, preconizados por instituições de pesquisa desde o início dos anos 80.
1989	O primeiro estudo de medição dos níveis de desperdícios é realizado pelo Prof. Tarcísio de Paula Pinto da Universidade Federal de São Carlos, revelando índices elevados, e constituindo-se numa referência para medir problemas relacionados à qualidade e produtividade (PINTO, 1989).
1990	O Governo Federal estabelece o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade - são elaborados diagnósticos dos setores industriais quanto à qualidade e produtividade e estabelecidos subprogramas de ação (PBQP, 1990; PBQP, 1992).
	O então Ministério da Ação Social dá início à discussão de novas formas de políticas de habitação incorporando as questões relativas à qualidade e produtividade, culminando com o lançamento do PRONATH - Programa Nacional de Tecnologia da Habitação (MAS, 1991).
	O Sistema Nacional de Certificação é descentralizado com o surgimento dos organismos de certificação credenciados (OCCs) que se constituem de entidades tecnológicas setoriais, transferindo-se ao setor privado a responsabilidade de organizar-se para a produção de normas e certificação de produtos de suas empresas (Revista INMETRO, 1992).
	Entra em vigor a Lei de Defesa do Consumidor, a partir da qual mudam as relações de responsabilidade sobre a qualidade dos produtos e serviços perante o consumidor, incluindo a obrigatoriedade de atendimento às exigências de normas (BRASIL, 1990).
	Mediante uma grande polêmica no meio técnico a Prefeitura de São Paulo procede a implosão de conjunto habitacional que, segundo parecer técnico do IPT, se apresentava irreversível. O caso representou uma situação extrema de comprovação da falta de mecanismos que assegurassem a qualidade de sistemas inovadores.
1991	A abertura econômica começa a atingir a cadeia produtiva da construção civil, a partir da possibilidade de importação de máquinas e equipamentos para a modernização de setores produtores de materiais e componentes (o caso da produção de mármore e granitos é um exemplo típico de modernização a partir de então), de importação de produtos, cujos fornecedores nacionais não atendiam características de qualidade do produto ou dos serviços exigidas pelos clientes e, especialmente, favorecendo a busca de preços mais competitivos, como foi o caso do cimento nos anos de 1991, 1992 e 1993; a necessidade de inserção dos produtores em tendências internacionais de desenvolvimento de produtos e qualidade sob a ameaça da entrada de concorrentes estrangeiros (metais sanitários, louças, ferragens, etc.).
	É traduzido e publicado no Brasil o livro de Alvaro Garcia Meseguer - Controle e Garantia da Qualidade na Construção (GARCIA MESEGUER, 1991)

continua/

<sup>30</sup>Parte das informações foram obtidas diretamente com os agentes protagonistas dos fatos.



/continuação

1992	Em outubro é criada a UCIEE - União Certificadora da Indústria Elétrica e Eletrônica, primeira entidade tecnológica setorial que certifica produtos da construção civil (componentes de instalações elétricas prediais). Em vários setores industriais desde 1990 ocorre a instalação das câmaras setoriais, como instâncias de política industrial do Governo Federal que visavam a discussão e solução de problemas relativos à produção industrial integrando as cadeias produtivas. Neste ano este tipo de atuação chega à construção civil que inicialmente se dividiu em duas câmaras - construtoras e fabricantes de materiais e componentes - e, posteriormente foi transformada em uma única câmara. Vários subgrupos de trabalho desenvolveram estudos para projetos que envolviam as questões relativas à tecnologia e qualidade (SinsdusCon-SP, 1993).
	A Câmara Setorial da Indústria da Construção Civil denuncia e a Secretaria Nacional de Defesa Econômica pune cinco empresas fabricantes de tubos e conexões de PVC por estarem colocando produtos no mercado com espessura inferior à exigência de norma (SILVA, 1992).
	Têm início as discussões no meio técnico da construção civil a respeito da implantação de um sistema de seguro para a garantia da qualidade. O SinsdusCon-SP lidera a criação do ITQC - Instituto de Tecnologia e Qualidade da Construção Civil, entidade setorial tecnológica que reúne vários integrantes da cadeia produtiva (Revista Obra, 1992).
	Empresas produtoras de materiais e componentes passam a implantar sistemas de gestão da qualidade nos padrões exigidos pela série de normas ISO 9000 e as primeiras empresas obtêm a certificação em setores como o de cimento e tintas.
	O SINDUSCON-RS lança o Programa de Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul, reunindo as principais instituições de ensino e pesquisa em projetos de várias áreas, visando a difusão da implantação de sistemas de gestão da qualidade.
	Entidades de vários estados dão início a atividades técnicas voltadas à qualidade e produtividade: SINDUSCON-GO; SINDUSCON-Oeste do Paraná; SINDUSCON-RJ; SINDUSCON-ES.
1993	É concluído na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo o primeiro trabalho acadêmico sobre sistemas de gestão da qualidade, a partir da aplicação em uma empresa construtora/incorporadora de grande porte (PICCHI, 1993)
	Cursos de especialização sobre qualidade aplicada à construção civil começam a ser estruturados em São Paulo, no Paraná e no Rio Grande do Sul.
	O setor de tubos e conexões de PVC cria o CEDIPLAC - Centro de Desenvolvimento e Documentação da Indústria de Plásticos para a Construção Civil, com a finalidade de promover o desenvolvimento tecnológico e qualidade no setor.
	O setor de cerâmica para revestimentos cria o Centro Cerâmico do Brasil - CCB, entidade tecnológica setorial voltada à qualidade de produtos segundo os padrões normativos internacionais. O setor assume nesta época a terceira posição na produção mundial de cerâmica para revestimentos, aumentam suas vendas no mercado externo, e a certificação passa a ser necessária para a competição em mercados como Estados Unidos e Canadá.
	Uma pesquisa diagnosticando a situação de empresas construtoras paulistas quanto à qualidade é realizada pelo SinsdusCon-SP e a partir dela é desenvolvido um programa cooperativo para o desenvolvimento de metodologia de gestão da qualidade aplicável a pequenas e médias construtoras com base nos requisitos das normas da série ISO 9000 (SOUZA; MEKBKIAN, 1993).
	São publicados os resultados de pesquisa desenvolvida pela UFRGS em cinco canteiros de obras demonstrando uma elevada variabilidade nos índices de perdas de materiais, os quais são considerados elevados para a maioria dos insumos estudados (FORMOSO et al., 1993)
A comunidade científica ligada à pesquisa na área da construção civil volta-se para as questões da qualidade crescendo o número de trabalhos em desenvolvimento nesta área (ANTAC, 1993).	
1994	Grandes clientes como os fundos de pensão passam a exigir o desenvolvimento de obras segundo os requisitos da série de normas ISO 9000 e isto inclui também os escritórios de projeto, que passam a buscar o desenvolvimento de programas desta natureza (O EMPREITEIRO, 1995)
	É publicado o livro "Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras" (CTE, 1994), como resultado de metodologia desenvolvida com grupo-piloto de empresas construtoras em São Paulo. Novos grupos são constituídos em São Paulo para a implantação da metodologia.
	Intensificam-se as exigências das empresas estatais na contratação de obras e serviços com exigências relativas à gestão da qualidade, como é o caso do sistema TELEBRÁS, que estabeleceu em dois anos (até 1996) o prazo para que todos os seus fornecedores de produtos e serviços estejam certificados com base nas normas ISO 9000.

continua/

/continuação

1994	Em vários estados desenvolvem-se programas de implantação de ações voltadas à qualidade e produtividade, destacando-se as ações conduzidas pela UFRGS/NORTE em Porto Alegre e Santa Maria; a difusão de um sistema de indicadores da qualidade e produtividade desenvolvido por aquele núcleo entre empresas de todo o País e as atividades da FUNDATEC - Fundação Paranaense para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria da Construção, em Cascavel- PR.
	Realiza-se em São Paulo um seminário internacional sobre sistemas de certificação, trazendo ao País representantes das principais instituições estrangeiras que atuam na certificação de produtos na área da construção civil.
	Realiza-se em São Paulo um seminário internacional que traz ao País especialistas do Norwegian Building Research Institute, do Construction Industry Institute, dos Estados Unidos, e da Pontifícia Universidad Católica del Chile. O seminário aborda pela primeira vez a qualidade sob a ótica da integração da cadeia produtiva (ANTAC, 1994).
1995	Acentua-se o processo de certificação segundo as normas ISO 9000 entre empresas produtoras de materiais de construção e, em alguns setores, a certificação de produtos.
	O IPT lança o seu sistema de Referência Técnica, inspirado nos Avis Techniques do CSTB - Centre Scientifique et Technique du Batiment na França, concedendo a primeira referência para um microconcreto destinado à recuperação estrutural, ainda não normalizado no Brasil ( IPT, 1995)
	Cresce ainda mais o número de trabalhos de pesquisa voltados à área da qualidade na construção civil, identificando-se pesquisadores atuando neste campo de conhecimento em instituições de todo o País (ANTAC, 1995).
	Cresce a polêmica em torno dos níveis de desperdício da indústria da construção civil, com uma parcela da indústria contestando a existência de níveis elevados (CEOTTO, 1995; PINTO, 1995; LIMA, 1995; SCHUCHOVSKI, 1995 a)
	Cresce o número de empresas de pequeno e médio porte que desenvolvem programas voltados à qualidade e produtividade em todo o País através de programas cooperativos (em São Paulo, Cuiabá, Rio de Janeiro, Santa Maria-RS) ou de forma individual (CÉSAR, 1995)
Um processo de aproximação entre os agentes da cadeia produtiva da construção civil visando a qualidade se estabelece a partir de ações como as que são desenvolvidas no âmbito do Fórum Nacional da Indústria e do Comércio da Construção Civil, reunindo entidades de fabricantes e de revendedores de materiais de construção e convênios de cooperação técnica entre entidades de fabricantes e de empresas construtoras (ANAMACO, 1995; Revista Obra, 1996).	
1996	Uma empresa de médio porte (250 funcionários) com sede no interior de São Paulo obtém o certificado de sistema da qualidade segundo a norma ISO 9002, constituindo-se na primeira empresa do setor na América Latina a obter um certificado da série ISO 9000 (MAWAKDIYE, 1996 b).
	A Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo - CDHU, dá início à implantação de um programa para qualificação dos fornecedores de insumos e serviços e das empresas de projeto e construção que atuam em empreendimentos por ela contratados. O programa atribui um prazo de dois anos para que todos os segmentos envolvidos atinjam determinados requisitos em termos de gestão da qualidade e qualidade dos produtos. Fornecedores que não atenderem a estes requisitos não poderão participar dos empreendimentos daquela companhia.
	Um conjunto de empresas de pequeno e médio porte do setor de edificações coloca-se em estágio de busca da certificação, podendo-se prever novas empresas obtendo certificados segundo os requisitos da série ISO 9000 até o final do ano de 1996.

Esta evolução demonstra a existência de um “movimento” no setor, no entanto, este movimento ainda não pode ser classificado como um movimento de massa, tendo em vista que atinge um grupo pequeno de empresas dentro de um universo muito grande. Isto é denotado por algumas pesquisas que identificam o baixo grau de conhecimento das empresas construtoras a respeito da abordagem da qualidade e suas ferramentas. Uma pesquisa desenvolvida em 1993 com 216 empresas construtoras e 162 empresas de consultoria e projeto identificou que 86% deste número não estava naquela época implantando programas voltados à qualidade e/ou

produtividade e 60% declararam não conhecer as normas da série ISO 9000 (MAWAKDIYE, 1993).

O sistema de gestão da qualidade nas empresas construtoras abrange todos os processos, desde a elaboração do projeto a partir da identificação de oportunidades de negócios até a assistência técnica pós-venda (CTE, 1994). O ciclo da qualidade que se estabelece nestes processos evidencia que a satisfação dos usuários finais só é atingida por meio da satisfação dos vários intervenientes, na medida em que cada um faz parte de uma “cadeia de valores”<sup>31</sup> e é responsável por assegurar ao interveniente seguinte do ciclo as condições que lhe possibilitam atingir seus objetivos. Esse é o conceito de que existe um cliente externo ao processo de produção, que recebe o produto final e um conjunto de relações cliente-fornecedor internas que referem-se aos produtos parciais.

Nesta conceituação reside a essência do sistema de gestão da qualidade, isto é, a definição clara dessas relações e o estabelecimento dos requisitos de cada cliente para com seus fornecedores. Trata-se de identificar o que cada interveniente requer em termos da qualidade dos produtos parciais, informações, dados, recursos, e as responsabilidades pelo seu fornecimento. A partir de então estabelecem-se procedimentos padronizados para que tais relações sejam desenvolvidas com o menor grau de variabilidade possível. A elaboração destes procedimentos por sua vez, por meio de métodos adequados para a identificação de processos, permite que sejam detectadas oportunidades e necessidades de melhoria, fazendo com que os padrões não sejam estanques e inibidores de inovações.

Nestes processos a empresa construtora se vê condicionada por seus fornecedores de produtos e serviços, entre os quais ainda existe uma significativa heterogeneidade quanto à implantação de sistemas da qualidade ou ao menos da compreensão de seus princípios. Vários setores industriais ainda não têm programas da qualidade com esta conotação, dificultando especialmente a implantação dos procedimentos de qualificação de fornecedores. As relações entre empresas

---

<sup>31</sup>O termo “cadeia de valores” refere-se à desagregação da empresa em atividades estratégicas que contribuem para o valor do produto final (PORTER, 1992).

construtoras e seus empreiteiros de mão-de-obra e serviços também são ainda marcadas por fatores relacionados essencialmente às características da produção, com grandes dificuldades de disseminação de relações baseadas na qualidade e produtividade<sup>32</sup>.

Por outro lado, o processo de implantação de sistemas de gestão da qualidade também está apenas começando no que diz respeito às relações entre construtoras e projetistas, construtoras e revendas de materiais de construção e construtoras/incorporadoras e empresas imobiliárias responsáveis pela venda de imóveis.

No que diz respeito a estes últimos agentes da cadeia produtiva, o desenvolvimento de metodologia de gestão da qualidade adaptada às respectivas realidades em termos de processos é necessário para que a implantação seja efetiva, respeitando-se as características de cada setor. Porém, apenas para a elaboração de projeto desenvolve-se um movimento para este sentido, através de ações de empresas construtoras e escritórios de projeto que, conjuntamente, buscam a implementação de medidas que visam sobretudo as novas características do mercado (MAGALHÃES, 1994; ALVES, 1995).

No que diz respeito às implicações de custos na gestão da qualidade estes são classificados em: custos de prevenção, custos de avaliação e custos de falhas num determinado processo produtivo (ASQC, 1990; ABNT, 1994).

Os custos de prevenção são resultantes da somatória de custos provenientes das atividades que têm por objetivo específico, evitar a ocorrência de falhas no processo de produção. Isso inclui os custos decorrentes do planejamento e gestão da qualidade como a implantação de programas de melhoria, elaboração da documentação da qualidade, etc.; treinamento para a qualidade; implantação e operação do sistema de controle da qualidade.

---

<sup>32</sup>Depoimentos neste sentido foram obtidos de diretores de empresas construtoras e incorporadoras em São Paulo.

Os custos de avaliação são os custos decorrentes da medição necessária para verificar a conformidade do processo e dos produtos com os padrões de qualidade e requisitos de desempenho. Estes custos são decorrentes de atividades como: inspeções, ensaios, auditorias, coleta de dados e elaboração de indicadores.

Os custos de falhas são divididos em custos de falhas internas e custos de falhas externas. As falhas internas referem-se a problemas que podem ser identificados nos produtos ou serviços antes do término do processo ou antes que o produto ou serviço seja fornecido a um cliente. As falhas externas referem-se a problemas apresentados pelo produto ou serviço durante o fornecimento ou após a entrega ao cliente.

O termo “custos da qualidade” é questionado no meio técnico uma vez que os custos de avaliação e prevenção representam “investimentos” que apresentarão algum tipo e grau de retorno como outros investimentos relacionados à produção (expansão da capacidade instalada, atualização tecnológica de máquinas e equipamentos, informatização, etc.). O retorno resultante será manifestado por meio de benefícios que contribuirão para o alcance dos objetivos que incluem a elevação dos padrões de desempenho econômico da empresa.

Na construção civil os custos de falhas referem-se aos custos decorrentes de perdas de materiais e componentes em termos físicos e monetários; às perdas em horas-homem: horas trabalhadas em atividades que representam retrabalho ou reparos de erros e defeitos durante o processo de produção; horas trabalhadas como decorrência de alterações de projeto durante o processo de execução visando a correção de falhas e perdas decorrentes do pagamento de horas não trabalhadas (tempos improdutivos); e às perdas em horas de equipamentos, análogas às perdas em horas homem.

É importante observar que esta conceituação de custos da qualidade refere-se sempre ao patamar tecnológico em que se encontra o processo de produção. Por meio de melhorias organizacionais e gerenciais e de ações de desenvolvimento tecnológico podem ser feitas mudanças que repercutem nas quantidades de materiais e/ou elevação da produtividade com redução das horas-homem e horas de equipamentos necessárias.

Exemplos desta natureza são os avanços que tem ocorrido ao longo do tempo nos métodos de concepção e dimensionamento de estruturas, que resultam em redução das seções de peças estruturais e conseqüente redução das quantidades de insumos requeridas. Neste caso as mudanças são incorporadas desde o projeto e esta parcela de redução não significa que anteriormente estes insumos se constituíssem em perdas. As perdas existirão se, neste novo patamar tecnológico, existirem diferenças entre o que é projetado, especificado e programado para consumo e as quantidades efetivamente consumidas.

As falhas externas são decorrentes, portanto, do não atendimento aos requisitos estabelecidos em projeto e/ou contrato e defeitos ocorridos após a entrega do produto.

No primeiro caso, podem ser incluídos os custos de substituição de materiais ou componentes que não correspondem ao desempenho especificado em projeto, especificações de compra e/ou contrato e os custos decorrentes de alterações de projeto após a entrega pela inadequação da solução adotada. Casos freqüentes deste tipo de perda tem ocorrido a partir da implantação de procedimentos de compra, inspeção e recebimento de materiais e componentes pelas empresas construtoras. A chegada de materiais que não apresentam integralmente as condições especificadas tem sido seguida por um processo de devolução e solicitação de substituição, cujas implicações de custos são significativas para a construtora e para o fornecedor de insumos. No segundo caso, se situam os custos provenientes de atividades de reparos que se fazem necessárias para corrigir manifestações patológicas identificadas na fase de uso.

Estudos específicos sobre os custos de perdas têm sido desenvolvidos e o debate acerca deste tema têm sido acirrado, especialmente dada a constatação por meio de medições, ainda que restritas à uma pequena amostra, de que existem perdas elevadas na indústria da construção civil gerando custos de falhas também elevados (PINTO, 1989; FORMOSO et al., 1993; SindusCon-SP, 1996c). A polêmica demonstra a resistência ainda presente no setor em implantar medições que possam gerar indicadores objetivos de qualidade e produtividade e reconhecer as responsabilidades sobre deficiências (SOLDERA, 1995; SCHUCHOVSKI, 1995).

Estas manifestações revelam um processo de “busca de culpados”, antes que a integração de toda a cadeia produtiva para medir e buscar a melhoria contínua.

Segundo a abordagem de custos da qualidade, a eficácia de sistemas de gestão da qualidade só poderá ser aferida se, neste sistema de gestão estiver incorporado um sistema de custos efetivamente capaz de planejar e controlar a repercussão das medidas tomadas e a evolução do processo de produção do ponto de vista econômico. Este sistema necessariamente gera resultados a serem incorporados na gestão da qualidade por meio de indicadores de qualidade e produtividade (OLIVEIRA et al, 1995).

O incremento da implantação de sistemas de gestão da qualidade na construção civil brasileira tem ainda grandes desafios pela frente na medida em que, segundo dados da RAIS - Relação Anual de Informações Sociais de 1991 (SENAI, 1995) existem no Brasil 115.939 estabelecimentos no subgênero Edificações e 76.445 estabelecimentos no subgênero Empreiteiros e Locadores de Mão-de-Obra. A disseminação dos conceitos e metodologias da qualidade neste universo, considerando a entrada e saída de empresas no mercado e suas relações com os demais agentes da cadeia produtiva, exige tempo e programas continuados, capazes de vencer as dificuldades relativas à necessidade de integração de um grande número de agentes intervenientes com interesses conflitantes em algumas situações<sup>33</sup>.

A divisão do trabalho da indústria da construção civil está fundamentada numa estrutura de pulverização das responsabilidades e de afastamento entre os vários participantes no que diz respeito ao conhecimento dos *processos*<sup>34</sup> envolvidos em cada fase.

---

<sup>33</sup>Observa-se que a construção civil atravessa um período de dispersão de interesses como, por exemplo, o reconhecimento da autoconstrução como forma de produção que requer financiamento direto aos usuários finais por parte de entidades de fabricantes de materiais e componentes e revendedores e a defesa da produção integralmente por meio de contratação de empresas construtoras, por parte das entidades que as representam.

<sup>34</sup>O termo “processo” na gestão da qualidade refere-se a “um conjunto de atividades predeterminadas feitas para gerar produtos/serviços que atendam às necessidades dos clientes. Para tanto, todo processo utiliza insumos de fornecedores” (CTE, 1994).

BOURDEAU (1994) considera que “os modelos tradicionais do processo de construção atuais, segmentados e fracionados, não são mais satisfatórios. Eles constituem, com efeito, um obstáculo maior à evolução das profissões e à melhoria global do setor.

A falta de conhecimento dos processos de cada agente impede a integração para rompimento da estanqueidade com que os produtos e serviços são gerados. Esta estanqueidade é incompatível com a natureza de vários processos que, para assegurar elevados níveis de qualidade dos produtos e serviços gerados, requerem simultaneidade de desenvolvimento ou requerem os resultados de um outro processo ao qual não está integrado. O desenvolvimento de projeto reúne características típicas da necessidade de rompimento dessa falta de integração.

SOUZA; MEKBEKIAN (1995) apresentam ainda as questões relativas aos entraves comportamentais ligados a aspectos como o comprometimento da alta administração, a capacitação de gerentes e facilitadores. Estes entraves têm sua origem em fatores culturais ligados à própria formação dos recursos humanos, de todos os níveis hierárquicos.

Fundamentalmente estes aspectos demonstram a dificuldade da indústria da construção de fazer a transição de paradigmas, constatada em todos os aspectos da produção industrial tais como a organização do trabalho, a produtividade, a inovação tecnológica, a competição.

### **3.5 O papel do projeto na gestão da qualidade**

O processo de desenvolvimento de projeto é por natureza voltado para fora do processo de produção, ou seja, totalmente vinculado às necessidades do cliente externo. No entanto, para que o projeto possa ser desenvolvido com esta conceituação várias necessidades dos clientes internos aos processos precisam ser atendidas, na medida em que através destas a própria atividade de construir e viabilizar um produto final se torna possível. Neste aspecto, trata-se de atender às necessidades do próprio



processo de produção como forma de atingir a melhor relação possível entre os recursos empregados e resultados obtidos.

Os elementos de uma metodologia de gestão da qualidade do projeto devem contemplar esta perspectiva de integração máxima, onde cada agente entende e incorpora às suas estratégias a necessidade de atuar como parte de um sistema, abrindo mão muitas vezes de necessidades individuais em benefício do todo. Num segundo sentido, trata-se de modificar o modelo tradicional de desenvolvimento do processo de produção da construção civil para um novo modelo de produção com menor número de etapas, menor variabilidade de resultados, maior flexibilidade e transparência em todas as fases (KOSKELA, 1992).

A norma NBR ISO 9001 (ABNT, 1994), estabelece os elementos do sistema de gestão da qualidade envolvendo o projeto do produto, através dos requisitos para o “Controle de Projeto”, composto dos seguintes elementos: planejamento de projeto e de desenvolvimento, interfaces técnicas e organizacionais, entrada de projeto, saída de projeto, análise crítica de projeto, verificação de projeto, validação de projeto, alterações de projeto. Os demais itens do sistema da qualidade previstos pela norma interagem com o projeto, como o controle de documentos e dados.

CORNICK (1991) ressalta que “a necessidade de gerir a qualidade nas fases de “briefing”, projeto e especificação dos empreendimentos de edificações antes que tentar meramente controlar a qualidade na fase de construção nasce da proposição que a prevenção é melhor que a cura. Esta última abordagem somente resolverá os problemas que vem à tona durante a construção e, não aqueles que permanecem latentes, aparecendo durante a vida do edifício.

Os argumentos que determinam a resistência de projetistas, em especial de Arquitetura, para a adoção de sistemas formais de gestão da qualidade estão centrados numa “suposta” perda de liberdade para criar. CORNICK contra argumenta demonstrando que: os modelos de desenvolvimento de projeto estão fundamentados em uma estrutura cognitiva composta por: conjectura - refutação - análise - síntese - avaliação, e é na conjectura ou síntese que se encontra o potencial criativo, enquanto a gestão da qualidade atua no âmbito da análise e avaliação. Segundo o autor a análise e

avaliação não são explicitadas nas práticas correntes de projeto, enquanto um sistema formal de gestão da qualidade exige que essas fases sejam dotadas de métodos explícitos.

Existe muita controvérsia entre projetistas sobre os métodos mais adequados à prática de projeto do ponto de vista das relações entre processo criativo e metodologias formais. SILVA, E. (1986) discute a “crise” do ensino de projeto de Arquitetura e defende “a busca dessa racionalidade objetiva e explícita” como forma de orientar os esforços em prol da renovação do ensino do projeto arquitetônico. O autor defende o processo projetual, “respaldado num método explícito, codificável e transmissível” em contraposição ao projeto visto como “inspiração, talento ou intuição”.

A partir destes elementos apresentam-se, a seguir, os componentes de uma metodologia de gestão da qualidade no desenvolvimento de projeto que também incorpora as abordagens de PICCHI (1993) e CTE (1994), contemplando a análise de necessidades identificadas num conjunto de empresas construtoras e escritórios de projeto em São Paulo. Esta metodologia destina-se à aplicação em grupos de empresas de desenvolvimento de projeto com a participação de empresas clientes, construtoras e incorporadoras, visando a orientação e assistência para auto implantação com ênfase às necessidades dos clientes do processo (contratante) e clientes do produto final (usuários)<sup>35</sup>.

No âmbito de uma metodologia de gestão da qualidade inserem-se vários instrumentos específicos nos diferentes momentos e problemas a serem solucionados no desenvolvimento do projeto. Neste sentido a metodologia de seleção tecnológica representa um instrumento de gestão da qualidade, pois constitui-se em uma das ferramentas possíveis para tornar explícito e transparente o processo de tomada de decisão que envolve a seleção tecnológica.

---

<sup>35</sup>Esta concepção faz parte de projeto de desenvolvimento de metodologia em fase de viabilização com entidades de classe e órgãos financiadores. A concepção da metodologia foi apresentada em eventos técnicos no ano de 1995 (SILVA, 1995b; SILVA, 1995c)

### **3.5.1 Identificação das necessidades e elaboração do programa**

As necessidades a serem identificadas devem cobrir os vários intervenientes no processo de produção. Considera-se, portanto, as necessidades identificadas pelo gerador do processo (incorporador, investidor, agentes promotores do Poder Público, etc.); pelo projetista; pelo executor da obra e pelo usuário direto.

A identificação de necessidades a partir do usuário direto requer uma metodologia de abordagem sócio-psicológica pouco comum ao processo de produção de edificações, mas muito utilizada em outras indústrias, quando procura-se, por meio de métodos adequados de pesquisa, traçar perfis de comportamento, estilo de vida, características de atividades profissionais, lazer, etc., dos usuários; definir de forma detalhada as atividades a serem desenvolvidas na edificação e as relações humanas delas decorrentes, etc. Por outro lado, estas necessidades são derivadas do comportamento de um grupo de usuários que constitui um segmento de mercado. A segmentação de mercado requer metodologias apropriadas e difere das atuais formas de segmentar a indústria, presentes em grande parte das empresas, onde são poucas as variáveis consideradas<sup>36</sup>.

Nesta fase, a qualidade será atingida por meio de procedimentos a serem estabelecidos pelo sistema de gestão como fluxos de atividades, identificação dos agentes atuantes, identificação das variáveis de uso que caracterizam a ação dos agentes, requisitos de desempenho. O programa de necessidades resultante deverá assumir um nível de detalhamento tal que permita direcionar a concepção até o nível da especificação de produtos que deverão compor a edificação. A documentação do programa de necessidades deverá ser também objeto de procedimentos a serem padronizados para a apresentação de forma adequada ao processo de concepção que se segue.

### **3.5.2 A qualidade da solução de projeto**

A qualidade da solução refere-se ao conjunto resultante:

---

<sup>36</sup>Os capítulos 5 e 6 apresentam maior detalhamento sobre a segmentação de mercado.

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

Os procedimentos que devem constituir o sistema de gestão da qualidade do projeto quanto à qualidade da solução são:

- metodologia de levantamento de necessidades dos clientes internos e externos;
- parâmetros padronizados relativos a cada projeto e respectivas interfaces: consistem de definições prévias de projeto passíveis de padronização, tais como diretrizes para dimensionamento de ambientes; dimensões relativas a pés-direitos, altura e largura de elementos e componentes de estruturas, vedação, etc., incluindo detalhes construtivos.
- roteiro ou “check-list” de definições de projeto: consistem de organização e programação das definições a serem feitas segundo as características de cada obra;
- procedimentos gerenciais para utilização do projeto: controle de arquivo; controle de cópias; controle de atualização etc.

Métodos largamente utilizados para a concepção de produtos e serviços industriais têm aplicação à concepção de projetos de edificações, aproveitando-se

conceitos próprios como os requisitos de desempenho e metodologia de Avaliação Pós Ocupação.

O QFD - Quality Function Deployment é um destes métodos: a partir de identificação das necessidades dos clientes por métodos específicos para isso, junto aos próprios clientes, trabalha-se com matrizes que relacionam os atributos do produto às necessidades dos clientes, com classificações de priorização das necessidades, avaliação do impacto do atendimento das necessidades nos custos (SIVALOGANATHAN et al., 1995).

A metodologia QFD começou a ser utilizada no Japão na década de 60 e foi empregada pela primeira vez pela Mitsubishi-Kobe Shipyard na fabricação de navios, que foi logo depois seguida pela Toyota.

A difusão do QFD, no entanto, só ocorreu na década de 70 pelo cientista japonês Yogi Akao, que escreveu os primeiros “papers” sobre o assunto. A metodologia consiste de fases: busca de dados e estabelecimento dos requisitos dos clientes; documentação; tradução e acompanhamento e desdobramento e análise de prioridades estratégicas e conclusão do projeto.

Para dar suporte a essas atividades existem sistemas informatizados que chegam a possibilitar a integração de todos os fornecedores e clientes internos que contribuem para o projeto (GUIMARÃES, 1996). Observa-se que a aplicação do QFD está fundamentada na consideração de todos os aspectos da vida útil que afetam o produto.

SIVALOGANATHAN et al. (1995) apresentam a adaptação da metodologia QFD para o desenvolvimento do “design” de produtos de um modo geral, chamando a atenção para a necessidade de abordar essa metodologia sob a ótica da “Engenharia do Design”<sup>37</sup>.

---

<sup>37</sup>A “Engenharia do Design” utiliza informações técnicas segundo princípios científicos e imaginação na definição de uma estrutura mecânica, máquina ou sistema, para “desempenhar funções preestabelecidas com o máximo de economia e eficiência” (FEILDEN apud SIVALOGANATHAN).

WALLACE; BURGUESS (1995) destacam o papel do “design” como definidor da estratégia de competição de cada produto no mercado, a partir de suas características, que dependem fundamentalmente do projeto/”design” do produto. Neste sentido ressaltam que as chances de gerar um produto melhor (segundo o julgamento do mercado) aumentam com o uso de métodos e ferramentas adequados, uma vez que, em geral, os processos de “design” são desenvolvidos com base na experiência e percepção de “designers” talentosos, antes que em evidências experimentais.

Aspectos que decorrem das necessidades dos usuários têm determinado a busca de soluções inovadoras, que permitem, inclusive, maior participação dos usuários no projeto. A flexibilização do projeto é um movimento que atinge todos os tipos de obras. Nas obras para fins comerciais esse processo tem representado a adoção de soluções de projeto que permitam aos usuários diversificar os usos de escritórios, envolvendo a redução de peças estruturais, adoção de divisórias leves, paredes hidráulicas dotadas de “shafts” (BALARIN, 1996c).

Por outro lado, métodos para “ouvir a voz do cliente” utilizados pelas áreas de “marketing” e desenvolvimento de produtos das indústrias como os grupos de enfoque, estudos de usuários-líderes, método do incidente crítico, e outros, podem ser utilizados para a elaboração de metodologias apropriadas ao desenvolvimento de projetos de edificações (KOTLER, 1993; RUST et al. 1994). A hierarquização dos atributos do produto (edificação) segundo as reais necessidades de seus usuários é um dos aspectos fundamentais da aplicação destes métodos.

### **3.5.3 A qualidade do processo de elaboração do projeto**

A elaboração do projeto é um processo principal, subdividido em vários outros subprocessos que, por sua vez, estabelecem uma série de relações de interface com outros projetos. Os procedimentos que devem constituir o sistema de gestão da qualidade quanto ao processo de elaboração do projeto são:

- identificação e estabelecimento do fluxo de atividades de cada processo constituinte da elaboração do projeto;

- estabelecimento do fluxo geral de projeto com todas as relações de interface e definição dos momentos de tomadas de decisão e concepção conjuntas;
- elaboração dos procedimentos gerenciais: internos ao projetista; internos à construtora e na relação entre ambos: procedimentos de qualificação e contratação de projetistas; definição das funções de coordenação de projeto e comunicação aos envolvidos; procedimentos de convocação e coordenação de reuniões; registro de decisões adotadas pelos projetistas em comum acordo com o contratante; procedimentos de elaboração do cronograma de projetos; mapa de acompanhamento de projetos;
- procedimentos de controle do projeto antes da entrega ao cliente final por um cliente interno no escritório de projeto que não tenha participado diretamente do processo de elaboração;
- controle de recebimento de projeto - “check-lists” de acordo com os parâmetros estabelecidos e condições requeridas da apresentação de projeto;
- metodologia de acompanhamento da execução da obra pelo projetista: composta de identificação de amostragem e de momentos de acompanhamento (por exemplo, amostragem de locação de obra, amostragem de concretagem de estruturas e fundações, detalhes construtivos, etc.); itens de controle e verificação por parte do projetista; retroalimentação do projetista à construtora.

O conhecimento das relações de dependência entre todas as atividades de projeto e a visualização de todo o “sistema” de desenvolvimento de projeto é parte fundamental do processo, pois permite a efetiva divisão de responsabilidades entre todos os integrantes e o efetivo gerenciamento de prazos e qualidade. Através do fluxo possibilita-se assegurar que atividades que mantêm intrínseca relação de dependência possam ser desenvolvidas com elevado grau de integração, muitas vezes através de alterações radicais da forma convencional de desenvolvimento de projeto, com um trabalho simultâneo de equipe, em vez de um trabalho de superposição de equipes.

### 3.5.4 A qualidade da apresentação do projeto

A apresentação do projeto deve ser adequada às características dos processos nos quais os documentos serão utilizados permitindo que as decisões relativas às características do produto sejam tomadas nas instâncias responsáveis pela elaboração do projeto, eliminando-se a ocorrência de decisões improvisadas em canteiro de obras. Estas instâncias referem-se aos profissionais de projeto dentro de processos de tomada de decisão com planejamento adequado antes que a momentos definidos no tempo. Parte das decisões poderão ser tomadas concomitantemente à execução da obra. Na realidade existe um certo “mito” em torno do fato de que o projeto deve ser desenvolvido em todos os seus níveis de detalhamento antes do início da obra, manifestado em geral por projetistas de Arquitetura que argumentam pela destinação de um período maior de tempo à fase de projeto (VANNUCHI, 1995). A metodologia de projeto pode estar fundamentada em níveis decisórios, que desenvolvem atividades de forma organizada em momentos compatíveis com as implicações das decisões que serão tomadas.

Da qualidade da apresentação depende também a produtividade, pois a interpretação e as relações de interface de um projeto em relação aos demais definem a forma com que as atividades se desenvolvem no canteiro de obras e a possibilidade de ocorrência de perdas de materiais e erros de execução, bem como a qualidade final do serviço executado.

Neste sentido deve-se definir:

- os padrões de apresentação gráfica de todos os documentos;
- os padrões de integração de sistemas informatizados;
- os padrões para apresentação dos documentos preliminares de projeto: estudo de massa; estudo preliminar; estudo de viabilidade; proposta de projetistas etc.<sup>38</sup>.

---

<sup>38</sup>O estudo de massa consiste de um estudo de volumes e áreas possíveis no terreno, mediante as condições da legislação urbana e características gerais do “produto” a ser definido, visando uma avaliação prévia de áreas e número de pavimentos. O estudo preliminar e estudo de viabilidade são definidos na NBR 13531 (ABNT, 1995).



- os padrões de apresentação em relação às características das relações entre operações de canteiro, segundo a lógica de execução em contraposição à apresentação baseada em atividades - formas do primeiro pavimento tipo, instalações de água fria no primeiro pavimento tipo etc.
- os padrões de apresentação de detalhes construtivos com apresentação desvinculada dos demais documentos, porém devidamente referenciados neles;
- os padrões de apresentação de especificações técnicas considerando-se os momentos e graus de detalhamento segundo características definidas pelas normas técnicas dos produtos e segundo os momentos em que elas ocorrem: na elaboração do projeto; na definição do executor da obra segundo características de padrão do empreendimento definidos por variáveis comerciais; nos procedimentos de qualificação de fornecedores e compras;
- os padrões de apresentação dos memoriais técnicos e dos memoriais de vendas este último baseando-se em outra forma de especificar os produtos evitando-se as marcas comerciais dos produtos, mas assegurando o emprego de produtos em conformidade às normas técnicas.

Como parte do sistema de gestão da qualidade que envolve a elaboração do projeto ainda deve-se destacar a elaboração de metodologia de avaliação da satisfação dos clientes - o contratante do projeto e o usuário final. No primeiro caso a metodologia de Avaliação Pós-Ocupação propicia a verificação do grau de adequação do programa de necessidades e a qualidade da solução, segundo o julgamento do usuário final. A avaliação da satisfação do cliente contratante envolve os aspectos em que o projeto é um insumo para os processos de execução, tais como cumprimento de prazos, qualidade de apresentação, etc. Estes mecanismos junto ao cliente final devem ser da responsabilidade conjunta entre projetista e agente promotor/construtora. Estes aspectos são de fundamental importância para caracterizar um processo em que a finalidade maior é o usuário, através de uma forma sistematizada de incorporar seu julgamento ao desenvolvimento do projeto.

Uma metodologia de gestão da qualidade desta natureza tem como foco principal dotar o processo de elaboração de projeto de: uma abordagem sistêmica; uma abordagem de “fora para dentro” efetivamente voltada para as necessidades dos clientes internos e externos ao processo de produção de edificações; uma abordagem de “gestão” que engloba uma abordagem tecnológica centrada na elaboração do projeto em si, mas transcende este aspecto envolvido na qualidade do projeto; uma abordagem de elevada capacidade de trabalho conjunto e simultâneo, visando eliminar barreiras criadas pela estrutura de divisão do trabalho que se consolidou na indústria da construção civil.

SPEKKNINK (1995) apresenta o processo de implantação de sistema de gestão da qualidade em cinco grandes empresas de projeto de Arquitetura na Holanda. A partir da metodologia QMS, desenvolvida pelo NBRI da Noruega, foi desenvolvida uma metodologia específica com adaptações na terminologia e no modelo de abordagem, denominada metodologia MKA.

Uma das primeiras constatações do grupo foi em relação à necessidade de um modelo de sistema que fosse adotado por todos os agentes intervenientes, especialmente verificando-se a essencial dependência do processo de desenvolvimento do projeto em relação aos sistemas de suporte como, por exemplo, o gerenciamento financeiro.

A essência da adaptação da metodologia foi a transformação dos parâmetros e terminologia à realidade do processo de projeto. Assim, por exemplo, enquanto a matriz original do modelo QMS previa especificações na matriz MKA se prevê requisitos, onde se estabelecia economia, passou-se a trabalhar com “custos”.

A aplicação da metodologia de gestão da qualidade em projeto requer uma grande disponibilidade de todas as partes envolvidas para passar por processos de revisão e mudanças de métodos de trabalho e é viável diante de mudanças que já estão em curso, nas relações que envolvem os agentes intervenientes sobre o processo de projeto.

### 3.6 Projeto e custos

A fase de projeto das edificações é apontada por vários autores como a fase efetivamente determinante dos custos, sejam iniciais ou futuros, em função das características das decisões tomadas nessa fase. O processo de elaboração do projeto é o definidor das características físicas da edificação como formas, dimensões, espaços, materiais, componentes e sistemas, que por sua vez definem a tecnologia a ser empregada. Por outro lado, ao definir esses aspectos estabelece condições de maior ou menor facilidade de construir (*buildability* ou *constructability*) através da coordenação e integração entre as partes, seja do ponto de vista funcional seja do ponto de vista dimensional. As condições de continuidade e repetição de operações de execução são também definidas pelo projeto, o qual interfere dessa forma sobre a produtividade do processo de produção (TATUM, 1986; FERRY, 1980; BISHOP, 1982; SILVA, 1986).

Ao definir as características físicas das edificações, o projeto concentra a maior possibilidade de influência na determinação dos custos iniciais relativos aos materiais e componentes empregados, mão-de-obra necessária para a execução dos serviços e dos custos de operação e manutenção ao longo de toda a vida útil. A partir das especificações de projeto ficam caracterizadas as condições requeridas no processo de trabalho quanto aos métodos e quanto aos aspectos gerenciais. No entanto, resta ainda uma capacidade de determinação por parte destes últimos aspectos que se situam na fase de execução da obra e são responsáveis por uma parcela de determinação da produtividade.

Os fatores que determinam os custos de operação e de manutenção estão essencialmente ligados às definições de projeto, embora também tenham a influência das ações de uso (custos de operação - consumo de água, consumo de energia, limpeza e conservação, segurança e administração; custos de manutenção - serviços de correção e substituição de materiais, componentes e sistemas). Inúmeras são as variáveis que podem intervir na determinação desses custos dentro desse espectro deixado pela solução de projeto, mas os limites estarão pré-fixados pelas opções "macro" do projetista.

A prática da consideração dos custos tem sido a de estimar os custos decorrentes de uma solução de projeto na fase do processo em que essa solução encontra-se num grau de detalhamento suficiente para o estabelecimento de um contrato e até mesmo início da obra. A estimativa de custos tradicional é, portanto, resultado de uma opção de projeto já realizada quando esta estimativa é desenvolvida. A forma como essa opção de projeto é feita, condiciona totalmente os resultados de tal estimativa, isto é, as possibilidades de alterar os custos estão, neste momento, definidas pelas decisões tomadas anteriormente. Tais decisões fazem parte das metodologias de projeto, cujas variáveis consideradas assumem as características próprias das necessidades que se colocam no problema a resolver por cada projetista.

Assim, a estimativa de custos tradicional nada mais é que a quantificação de uma situação já estabelecida, em que as variações possíveis só ocorrerão se as características da solução de projeto forem alteradas.

O esforço recente de modernização dessa prática no Brasil tem se concentrado na agilização e precisão do processo de estimativa de custos através da sistematização da medição de serviços, da atualização dos parâmetros de produtividade adotados na estimativa, na aproximação das metodologias à realidade de execução das obras (orçamentos operacionais) e da informatização do processo de modo, inclusive, a minimizar falhas. Os trabalhos de SCHMITT (1987), SAFFARO (1987) e CABRAL (1988) são representativos desse esforço recente.

Pouco tem sido estudado, pesquisado ou incorporado ao processo de produção de edificações no que diz respeito à estimativa de custos nas fases iniciais do projeto, ou seja, na estimativa de custos que dá suporte à tomada de decisões de projetistas, proprietários e promotores quanto às opções que definirão o custo do empreendimento como um todo. Nesse sentido, trata-se de transformar a estimativa num instrumento efetivo de *planejamento de custos*, a fim de que seja viável prevê-los em momento em que ainda é possível intervir sobre a natureza e grandeza dos mesmos, ao contrário da característica atual da estimativa de custos que se constitui em instrumento de *controle*, estabelecendo procedimentos que visam manter os custos nos limites já determinados.

BOURDEAU (1994) destaca entre as tendências futuras da indústria da construção civil a análise de custo global, afirmando que cada vez mais os proprietários de imóveis consideram a fase de construção como apenas mais uma etapa da vida de um empreendimento. Os custos de construção são assim nada mais que uma parte dos custos totais do edifício e na fase de concepção e planejamento apresentam-se escolhas em termos de materiais e produtos que levam a uma importância cada vez maior de “acordos” entre os provedores dos recursos iniciais e os usuários.

A estruturação de um sistema que permita tal estimativa é, no entanto, mais do que um método de estimar, mas um conjunto de procedimentos que constituem, na realidade, um sistema de informações e uma metodologia de seleção.

Para constituir esse sistema de informações é necessário estabelecer as bases de interações que ocorrem no processo de determinação do custo, de modo a possibilitar a identificação das variáveis que o determinam em cada etapa. A análise linear e estanque das várias etapas não permite tal identificação, uma vez que permanecem obscuras as relações entre as partes do produto e entre as etapas do processo.

Uma metodologia de seleção tecnológica, no que diz respeito aos custos, deverá considerar as relações que uma determinada escolha de produto gera entre os diversos aspectos determinantes dos custos no desenvolvimento do projeto.

## **4. CONCEITOS E ABORDAGENS PARA A ELABORAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA**

### **4.1 Introdução**

A evolução do conhecimento sobre os aspectos que afetam a produção de edificações do ponto de vista tecnológico e organizacional tem ocorrido a partir da introdução de um conjunto de conceitos e abordagens que, muitas vezes, interagem e se complementam. As possibilidades de intervenção sobre o processo para atingir resultados que contemplem a satisfação dos usuários e dos diversos intervenientes, envolvem aspectos metodológicos e conceituais que mesclam conhecimentos da abordagem de desempenho, enfatizando um ou mais requisitos dessa abordagem.

Nessa integração de conceitos é preciso entender como a variável "custo", pode ser trabalhada ainda em fases que possibilitam intervenção real em relação ao resultado que se pode obter, de forma a viabilizar que as ações desenvolvidas nas fases posteriores sejam efetivas. Assim, por exemplo, todo o esforço de racionalização das atividades relativas à uma determinada etapa de produção pode ser inócuo ou ter um resultado prático bastante reduzido em relação ao resultado potencialmente esperado se os aspectos de projeto que determinam as características dos sistemas e subsistemas construtivos em questão não forem previamente resolvidos.

A análise de cada abordagem conceitual e suas metodologias que delimitam o resultado final do processo em termos de custo é necessária para o propósito deste trabalho, que visa ao estabelecimento de variáveis que possam constituir-se em instrumentos de seleção de alternativas tecnológicas.

A abordagem central a ser considerada é a abordagem de desempenho, uma vez que os procedimentos que se pretende estabelecer representam a viabilização da integração efetiva da consideração da exigência referente à “economia” que não tem sido incorporada na produção brasileira, em virtude da falta de instrumentos adequados.

A exigência de economia, estabelecida na lista de exigências do usuário, definida pelas normas ISO, ao contrário das demais, avaliadas por meio de ensaios, simulações ou observações de campo, não encontrou respaldo nas metodologias usuais de estimativa de custos e não foi incorporada como critério de seleção tecnológica.

Para a análise pretendida utiliza-se neste capítulo da abordagem sistêmica da produção de edificações, uma vez que entende-se a definição do custo ao longo da vida útil como resultado das decisões e ações ocorridas desde o projeto até a fase de uso, sendo esta incorporada ao processo de produção.

Na análise da própria abordagem e metodologia de desempenho destaca-se em separado o conceito de durabilidade e vida útil em função de sua relação específica com os custos.

Os conceitos e a metodologia de análise de valor são analisados de forma a estabelecer-se um paralelo com uma metodologia de seleção tecnológica que utilize os conceitos de custos ao longo da vida útil. Estes são analisados de forma a demonstrar as necessidades objetivas para a aplicação numa metodologia de seleção.

## **4.2 A abordagem sistêmica para a produção de edificações como forma de organização e planejamento**

A abordagem sistêmica vem introduzir no processo de produção de edificações os princípios de síntese da teoria dos sistemas para a compreensão dos fenômenos em função de suas características, organização e comportamento como um todo. Isso implica o manuseio de uma estrutura básica do modelo sistêmico composto de:

- entrada: conjunto de informações, matéria e energia que é introduzido no processo para ser transformado;
- processo: efetuator de transformações sobre o conjunto de informações, matéria e energia;

- saída: conjunto transformado de informações, matéria e energia.

No entanto, o objetivo definido para o sistema e o contexto atuam sobre o processo por meio de restrições que se configuram em variáveis aleatórias.

Essa aleatoriedade torna necessária a incorporação de um mecanismo de retroalimentação capaz de manter o sistema sob controle. O processo de produção de edificações assume então um significado físico e um significado organizacional (BONIN, 1987).

Do ponto de vista físico trata-se de analisar o produto e suas partes de acordo com a função que desempenham na edificação, identificando os subsistemas, os elementos, componentes e materiais. A estrutura de classificação que tem sido mundialmente adotada é estabelecida pelo CIB - Conseil International du Batiment a partir das normas ISO, onde os subsistemas são:

- estrutura: fundações; "esqueleto";
- envelope externo: abaixo do nível da rua; acima do nível da rua;
- divisórias externas: verticais; horizontais; escadas;
- divisórias internas: verticais, horizontais, escadas;
- serviços: abastecimento de água e disposição de efluentes; instalações térmicas e de ventilação; abastecimento de gás; abastecimento de energia; telecomunicações; transporte mecânico; transporte pneumático e por gravidade; segurança e proteção (CIB, 1982).

Esses subsistemas têm características muito distintas quanto às funções que desempenham e quanto à natureza dos elementos, componentes e materiais que os constituem, mas apresentam relações de complementaridade e dependência, seja no desempenho de suas funções seja no processo de execução. Estas relações determinam a existência de “zonas de interface” que constituem-se em objeto dos mecanismos de gestão da qualidade e da tecnologia.



Para analisar essas relações, este trabalho deverá adotar a classificação de ROSSO (1980) para os materiais e componentes e para as operações envolvidas no processo produtivo. Esta classificação é apresentada no Quadro 4.1 a seguir, onde estão relacionados também os tipos de operações decorrentes do emprego de um ou outro tipo de material.

QUADRO 4.1. - CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS E COMPONENTES SEGUNDO SUA ORIGEM CARACTERÍSTICAS E OPERAÇÕES EM CANTEIRO.

MATERIAL OU COMPONENTE	ORIGEM	CARACTERÍSTICAS	EXEMPLOS	OPERAÇÕES EM CANTEIRO	GRAU DE INDUSTRIALIZAÇÃO
Materiais amorfos naturais	Natural	Dimensões e forma indeterminadas; características físico-químicas variáveis	Argila; areia; pedregulho; madeira; minério	Beneficiamento Agregação Moldagem	↓
Matéria-prima amorfa	Beneficiamento	Dimensões e forma indeterminadas; características físico-químicas determinadas	Cimento; agregados classificados; tintas e argamassas	Agregação Moldagem	↓
Componentes semi-terminados	Processo de transformação contínua, laminação ou extrusão	Duas dimensões fixas	Perfis; tubos; fios; folhas	Associação	↓
Componentes terminados simples	Processo de transformação de materiais amorfos	Três dimensões fixas; dimensões reduzidas; forma simples; utilização específica	Tijolos; blocos; placas; chapas; telhas; aparelhos etc.	Associação Assentamento	↓
Componentes terminados compostos	Processo de transformação das categorias anteriores	Dimensões médias, formas complexas, utilização específica; funcionalidade completa	Viga; escada; aparelho sanitário; lâmpada	Montagem	↓
Componentes terminados Complexos	Idem	Satisfazem várias exigências funcionais simultaneamente	Porta; janela; painel portante	Montagem	↓

Fonte: Elaborado a partir de ROSSO, 1980.

As operações de transporte e ajustagem são consideradas passivas, pois não incorporam valor ao produto final e são muito sujeitas à ocorrência de perdas de materiais. As operações de conformação e acabamento são ativas, porém também susceptíveis de ocorrência de perdas.

As interrelações físicas ocorrem na medida em que determinadas funções são desempenhadas por diferentes subsistemas de forma complementar ou na medida em que para o desempenho de sua função um subsistema depende do desempenho adequado da função de outro elemento ou subsistema.

A integração dos subsistemas ocorre em quatro níveis distintos:

- compatibilidade funcional;
- compatibilidade dimensional;
- compatibilidade de material;
- compatibilidade simbólica.

A compatibilidade funcional engloba a determinação das funções que cada parte e o todo da edificação devem desempenhar e uma metodologia capaz de estabelecer os parâmetros a serem considerados para atingir essa compatibilidade.

A compatibilidade dimensional refere-se à eliminação das operações de ajustagem através da coordenação das relações dimensionais dos componentes, sejam dimensões lineares, superficiais ou volumétricas.

A compatibilidade de material analisa as possibilidades de combinação dos materiais estudando seus comportamentos quando integrados para constituir determinada parte da edificação. Essa análise concentra-se principalmente na identificação de mecanismos de degradação dos materiais de forma a permitir a especificação correta do ponto de vista das características físicas, químicas e de exposição.

A compatibilidade simbólica atende aos padrões estéticos, psicológicos, culturais e sociais dos usuários no espaço geográfico e temporal em que se insere o sistema. Na medida em que a produção do ambiente construído engloba critérios de compatibilidade simbólica são introduzidos os valores arquitetônicos que atuam como fatores condicionantes da solução física adotada para essa produção. Esses fatores podem ter sua consideração confrontada com os fatores de compatibilidade funcional,

dimensional e de material a fim de se racionalizar a solução através de todos os aspectos envolvidos na satisfação das necessidades dos usuários.

Do ponto de vista organizacional, a produção de edificações na abordagem sistêmica concentra-se nas necessidades dos usuários, na medida em que o processo tem início na identificação dessas necessidades e é baseado em sua satisfação plena, ou seja, considera-se também a fase de utilização para o estabelecimento dos parâmetros organizacionais do processo.

A conseqüência natural dessa visão em relação ao enfoque tradicional do gerenciamento da construção é uma alteração na metodologia de planejamento e controle. Esses procedimentos passam a ser mais amplos, na medida em que passam a ser consideradas as repercussões das decisões envolvidas sobre o processo de execução propriamente dito e sobre o comportamento futuro da edificação durante o processo de utilização. A ampliação da conceituação ocorre também a partir do fato de que o planejamento e o controle são exercidos desde a fase de concepção, ou seja, a integração dos vários intervenientes (usuários, projetistas, consultores, etc.) na fase de concepção leva à possibilidade de considerar nessa fase os requisitos de desempenho em toda a sua plenitude, inclusive na sua dimensão econômica.

### **4.3 A metodologia de avaliação de desempenho**

O conceito de custos em uso e a formulação de metodologia de avaliação destes custos ao longo da vida útil das edificações estão estreitamente associados ao conceito de desempenho das edificações e à metodologia de avaliação de desempenho.

A aplicação do conceito de desempenho teve início na fabricação de produtos destinados à indústria bélica, ainda no período da Segunda Guerra Mundial, para atender às exigências de segurança estrutural, então predominantes nas preocupações de projetistas.

Na construção civil, especialmente na produção de edificações, o conceito de desempenho teve suas primeiras formulações e debates a partir das questões

apresentadas pelo pesquisador inglês F. M. Lea, do Building Research Establishment, no segundo congresso do Conseil International du Bâtiment - CIB, realizado em 1962. Nos anos seguintes em que foram realizados novos eventos da entidade o tema voltou à discussão, ampliando-se os pesquisadores que o debatiam como Sneck e Blach, em 1965, e Mathey e Reichard, em 1968.

Em 1970 o CIB criou uma comissão de trabalho, CIB W 60 - "The performance concept in building", que tinha por objetivo inicial estabelecer uma estrutura conceitual e uma terminologia sobre o desempenho dos edifícios que pudesse ser adotada a nível internacional, bem como promover a troca de experiências entre os vários organismos que estudam o assunto" (SOUZA, 1983). A iniciativa para a criação da comissão partiu dos diretores dos quatro institutos de pesquisas em edificações existentes nos países escandinavos e a primeira reunião da comissão realizou-se em Oslo, em 1971.

Em 1972 realizou-se o primeiro evento específico sobre o tema ( Symposium on the performance concept in buildings - Philadelphia, May 2-5, 1972) patrocinado pelo próprio CIB, pela RILEM - Reunión International de Laboratoires d'Essais et Recherches sur les Materiaux et les Constructions e pela ASTM - American Society for Testing and Materials.

Seguiram-se outros eventos do CIB avaliando as aplicações práticas que o conceito de desempenho vinha tendo em vários países, em 1977 na Finlândia, em 1982 em Portugal, em 1986 nos Estados Unidos e em 1988, em Luxemburgo.

Em cada país o emprego do conceito de desempenho adquiriu característica própria, voltando-se a propósitos como a avaliação de produtos inovadores; a composição de metodologias de projeto baseadas na seleção de alternativas a partir de critérios preestabelecidos; elaboração de normas e códigos de obras; desenvolvimento e implantação de metodologias de controle da qualidade de novos componentes e sistemas construtivos.

As aplicações mais destacadas do conceito de desempenho foram a avaliação de sistemas construtivos inovadores realizada na chamada "Breakthrough operation", coordenada pelo National Bureau of Standards nos EUA; a edição da série de

documentos do Centre Scientifique et Technique de la Construction - CSTC da Bélgica intitulada "Guide de Performance du Bâtiment" e os Avis Techniques emitidos pelo CSTB - Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, na França, para produtos inovadores.

No campo da normalização técnica, a International Organization for Standardization - ISO, a partir de 1979, estabeleceu um comitê de elaboração de normas de definição do conteúdo e apresentação de normas de desempenho para edificações e dos princípios e fatores a serem considerados na elaboração dessas normas ( ISO 6240 e ISO 6241). Posteriormente, o comitê passou a ocupar-se da aplicação dessas normas a partes específicas das edificações como fachadas, coberturas e divisórias internas (CIB, 1982,).

A reunião da Comissão W 60 realizada em outubro de 1992 em Atenas - Grécia, sob a coordenação da Dra. Rachel Becker do National Building Research Institute, de Technion - Israel, colocou em pauta os seguintes temas:

- aplicação do conceito de desempenho às edificações na legislação urbana;
- implementação do conceito de desempenho nas fases de anteprojeto, projeto e planejamento;
- aplicação do conceito de desempenho na avaliação de projetos;
- estabelecimento de requisitos e critérios, ensaios e procedimentos para a avaliação de componentes e sistemas construtivos.

O relato da reunião realizada apresenta os resumos de um conjunto de textos a serem publicados pelo CIB, os quais enfatizam a aplicação do conceito de desempenho na fase de projeto, envolvendo a especificação de materiais, componentes e sistemas e as implicações desses aspectos com a durabilidade e vida útil das edificações (NBRI, 1992). Esta ênfase determina a necessidade de estudo e desenvolvimento de metodologia de estabelecimento de requisitos e critérios de desempenho para a elaboração e avaliação de projetos.

Nesse aspecto foi observada na reunião a interação entre o trabalho da Comissão W 60 com o trabalho da Comissão W 55 do CIB, a qual está voltada aos estudos relativos à Economia da Edificação, compreendendo a avaliação de custos ao longo da vida útil.

No Brasil, o conceito de desempenho foi primeiramente apresentado nos cursos ministrados pelos Profs. Teodoro Rosso na Faculdade de Arquitetura da Universidade de São Paulo e Syllas Grazia na Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ainda na década de 70 (ROSSO, 1980; GRAZIA, 1981). Mas foi a partir da década de 80 que as primeiras aplicações práticas do conceito começaram a ser implementadas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, na elaboração de normas para componentes empregados na produção de edificações e de diretrizes para a avaliação de desempenho de sistemas construtivos inovadores.

O termo "desempenho" é utilizado na indústria de bens de consumo não duráveis e na construção civil para expressar o comportamento de um produto quando em utilização. O conceito é utilizado para explicitar o fato de que o produto deve apresentar determinadas características que o capacitem para cumprir os objetivos e funções para os quais foi projetado/produzido quando submetido a determinadas condições de uso (CIB, 1982).

O desenvolvimento de um arcabouço conceitual que permitisse a tradução desse conceito básico numa metodologia de avaliação estabeleceu toda uma abordagem do processo de produção de edificações com um conjunto de definições conceituais interligadas que permite analisar o processo segundo uma concepção sistêmica. Essa abordagem é definida pelo CIB como sendo antes de mais nada " a prática de pensar e trabalhar em termos de fins antes que em termos de meios". Isto significa " pensar sobre o quê se requer de uma edificação ou uma parte de uma edificação e não somente prescrever como essa edificação deve ser construída". Nesse sentido, a abordagem de desempenho é definida como " a aplicação de uma rigorosa análise e de método científico ao estudo do funcionamento de edifícios e suas partes", (CIB, 1982). Essa análise envolve:

- um conjunto de dados e de critérios provenientes de diferentes contribuintes do projeto como um todo, colocados em termos comuns;
- a extensão da abrangência da análise quantitativa aos aspectos de desempenho previamente considerados;
- a definição clara de todos os objetivos do projeto;
- provas de conformidade com os requisitos através de métodos de ensaio e avaliação;
- definição de métodos de classificação ou de pesos a serem aplicados aos aspectos individuais de desempenho para dar uma medida da qualidade global.

Tais procedimentos levam a um comportamento esperado da edificação e de suas partes, ao contrário da abordagem tradicional do processo produtivo onde são estabelecidos os métodos de trabalho para a execução, apresentados de forma descritiva. A partir dessa definição é possível estabelecer uma linguagem comum entre os participantes do processo de produção, assegurando a continuidade e consistência das decisões tomadas nos diferentes estágios do processo.

Aplica-se a abordagem de desempenho, portanto, durante o projeto e construção de um empreendimento único; durante o projeto e construção de um programa amplo de produção; no desenvolvimento e comercialização de um produto de construção; na preparação e estruturação de diretrizes de projeto; no controle da qualidade de produtos através de inspeção, aprovação e certificação.

Para o desenvolvimento dessas formas de aplicação a abordagem de desempenho depende do conhecimento de:

- requisitos dos usuários das edificações (ocupantes, proprietários, construtores, etc.);
- contexto em que os edifícios ou suas partes componentes precisam atingir esses requisitos;
- métodos de avaliação do comportamento em uso.

Esta base de conhecimento necessária raramente é encontrada de forma sistematizada, constituindo-se, em geral, em tarefa adicional a estruturação de sistemas de obtenção de dados e informações, bem como de seu tratamento para as condições de aplicabilidade requeridas. Por outro lado, essa base de conhecimento envolve conhecimento adquirido através de pesquisa e investigação científica de médio a longo prazo. As informações e dados requeridos podem ser melhor detalhados, desdobrando-se os itens por categorias (necessidades, contexto, comportamento em uso, métodos de avaliação) da seguinte forma:

QUADRO 4.2 - BASE DE CONHECIMENTO PARA APLICAÇÃO DO CONCEITO DE DESEMPENHO

<b>• NECESSIDADES DOS USUÁRIOS</b>
Segurança
Habitabilidade
Adequação ao uso
Durabilidade/confiabilidade
Economia
<b>• CONTEXTO</b>
Clima
Localização
Efeitos de ocupação
Conseqüências de projeto
<b>• COMPORTAMENTO EM USO</b>
Propriedades ativas
Propriedades estruturais e mecânicas; propriedades da matéria
Propriedades de comportamento ao fogo
Efeitos de gases, líquidos e sólidos; propriedades biológicas
Propriedades térmicas
Propriedades acústicas
Propriedades óticas; propriedades eletromagnéticas
Propriedades de reação ao uso
<b>• MÉTODOS DE AVALIAÇÃO</b>
Ensaio de laboratório
Ensaio em escala real
Cálculos e verificações
Conformidade com o projeto

Fonte: CIB, 1982.

A aplicação do conceito de desempenho à produção de edificações envolve: a identificação das exigências/necessidades dos usuários e das condições de exposição a que estará sujeita a edificação; o estabelecimento de requisitos, critérios e métodos de avaliação de desempenho.



O processo inicial de identificar as necessidades dos usuários inclui as necessidades de todos os que são afetados pela edificação/produto em questão, incluindo os aspectos técnicos, fisiológicos, psicológicos e sociológicos. Isto geralmente ocorre em termos qualitativos, que num estágio seguinte são traduzidos em termos quantitativos.

As " exigências ou necessidades dos usuários" definem as condições que devem ser atendidas por uma edificação ou produto para um fim específico, independentemente de sua localização. Os " requisitos de desempenho " definem em termos quantitativos as condições que devem ser atendidas pela edificação ou produto para um fim específico numa situação geográfica específica e de acordo com decisões de projeto particulares para o caso em questão.

Para trabalhar com os requisitos de desempenho é preciso estabelecer " critérios ", que possibilitem selecionar entre eles os que, dadas as circunstâncias de aplicação, serão utilizados na concepção/avaliação da edificação/produto. A relevância de cada requisito é variável em função da finalidade do produto; das condições sócio-econômicas que o cercam etc. Os " critérios de desempenho" são padrões de comportamento, segundo os quais os requisitos são julgados para permitir a seleção (CIB, 1982). Os métodos para estabelecimento desses critérios e, portanto, para a seleção, podem ser vários, conforme apresentado a seguir:

QUADRO 3.3 - MÉTODOS PARA ESTABELECIMENTO DOS CRITÉRIOS DE DESEMPENHO

MÉTODO	DESCRIÇÃO
Levantamento	Com possibilidade de elaboração em escala ampla ou reduzida pode incluir os arquivos/dados dos próprios fabricantes dos produtos.
Julgamento	Com observadores habilitados/especialistas
Reclamações	Investigação e análises sistemáticas de problemas sobre os quais o parecer é requerido
Exposição natural	Medida do comportamento em uso sob condições que são simultaneamente medidas.
Capacidade dos usuários	Medida do que os ocupantes da edificação podem perceber e avaliar
Análise indireta	Análise adequada de dados estatísticos existentes e interpretação dos mesmos em relação ao atributo de ambiente/desempenho.
Análise indireta	Compara situações onde o comportamento dos produtos em uso é satisfatório com o desempenho medido dos mesmos produtos em condições de ensaios de laboratório.

Fonte: CIB, 1982.

O método 1 consiste na obtenção de dados existentes sobre o desempenho do produto, sistematizando-os de forma a constituírem uma base para a tomada de decisões em termos de seleção dos requisitos.

O método 2 consiste de análise subjetiva para seleção, baseado num conhecimento acumulado pelos especialistas, não especificamente com relação ao objeto da seleção, mas a ele aplicável. O método 3 é uma análise funcional que consiste em definir um conjunto amplo de requisitos associados às funções do produto/edificação estabelecendo-se os critérios de seleção a partir desses requisitos. Os métodos 2 e 3 são utilizados mediante a existência de deficiências na base de conhecimentos sobre os requisitos e levam à necessidade de utilizar-se o método 5, que representa um "feedback" a partir dos usuários. No método 4 há necessidade de um tratamento específico para o estabelecimento de prioridades a fim de que os dados possam ser utilizados para o estabelecimento de critérios de seleção.

Em geral, os processos de estabelecimento dos critérios resultam da combinação de alguns dos métodos descritos, antes do que a aplicação simples de qualquer um deles.

Na previsão do comportamento das soluções selecionadas pode-se utilizar *ensaios, cálculos analíticos ou julgamento*, desenvolvendo-se modelos de comportamento das edificações/produtos. Esses modelos podem ser *estáticos*, quando

analisa-se a influência de um agente ou ação numa situação pontual no tempo, ou *dinâmicos* quando a previsão do comportamento ocorre esperando-se que a resposta da edificação ou produto esteja associada a diferentes momentos no tempo e a variações nos agentes ou ações que definem o comportamento. Os modelos estáticos são utilizados, em geral, para a previsão de comportamento de situações limite, como cargas máximas a que possam estar sujeitos os elementos estruturais, por exemplo.

Os métodos de previsão baseados em ensaios são, na realidade, recomendados para constituir uma base de conhecimento sobre a qual os demais métodos possam se apoiar, especialmente quando se trata da previsão do comportamento da edificação como um todo, através do refinamento dos modelos de comportamento, por meio de pesquisas específicas; da caracterização de retroalimentação para soluções de projeto adotadas; para comprovar o comportamento em relação aos requisitos de normas e legislação pertinente, especialmente na resolução de problemas de ordem contratual. Para o desenvolvimento de componentes e produtos, o emprego de ensaios corrobora uma previsão feita através de simulações ou outros métodos, uma vez que em escala real os mesmos só podem ser realizados após a concepção do produto, explicitando um comportamento esperado ou detectando a necessidade de correções num produto já pré-desenvolvido.

Para uma edificação, a seleção de especificações a partir de requisitos de desempenho não é prática normal, podendo-se restringir a alguns aspectos como, por exemplo, os aspectos relativos à segurança estrutural. A análise de um projeto de forma global deve estar baseada numa avaliação que combine a atribuição de pesos relativos a todos os parâmetros que excedem o comportamento mínimo esperado com a previsão dos custos incorridos para adquirir, operar e manter todas as partes constituintes da edificação ao longo de um determinado período de vida útil. Além disso devem ser considerados valores arquitetônicos que não podem ser medidos ou avaliados em termos de desempenho (CIB, 1982).

O conceito de desempenho pode ser empregado no processo de projeto desde as fases iniciais de concepção até a retroalimentação através de avaliações pós-ocupação.

Para alguns autores a metodologia de desempenho representa a formalização das partes de qualquer processo de projeto e meios formais de delegação de responsabilidades no projeto (MAINSTONE et al., 1969). Essa formalização permite uma abordagem sistemática, não casuística, capaz de assegurar que o desenvolvimento de cada novo projeto, com todas as suas singularidades em relação a outros projetos desenvolvidos mantenha uma uniformidade de tratamento quanto ao desempenho técnico, reservando-se a diferenciação aos valores arquitetônicos intrínsecos a cada processo de concepção.

Do ponto de vista do equilíbrio entre o desempenho e o custo para atingir esse desempenho há freqüentemente uma escolha entre fazê-lo para a condição normal de uso ou para um estado limite em que o produto deixa de cumprir sua função adequadamente. Trata-se de trabalhar com uma margem confortável de desempenho ou com um limite sob condições extremas.

Nesse ponto, é necessário que a metodologia de desempenho estabeleça comunicação intrínseca com o planejamento de custos. Trata-se de definir os requisitos de desempenho mediante uma análise conjunta das condições de exposição, mas também proceder uma análise das alternativas do ponto de vista de custo simultaneamente à definição dos requisitos essenciais.

A estratégia a ser adotada neste sentido dependerá da estratégia de gestão da qualidade identificando-se claramente a situação que proporciona a satisfação dos clientes.

Os elementos da metodologia de projeto e planejamento visando ao equilíbrio entre tempo e qualidade pressupõem o estabelecimento de inter-relacionamento entre os dois processos. O processo de projeto nessa análise é entendido não só como a concepção arquitetônica da edificação, mas como o processo que determina todas as especificações de forma, dimensões, materiais, componentes e elementos construtivos relativas às exigências do usuário. O processo de planejamento envolve a determinação de todos os procedimentos técnicos e organizacionais para a materialização das especificações designadas pelo projeto e, nesse sentido, deverão

ser consideradas as repercussões dessas especificações e procedimentos sobre os custos de execução, de operação e de manutenção.

A determinação das características físicas dos materiais, componentes e elementos passa necessariamente pelas análises de compatibilidade funcional, dimensional, de material e simbólica. No entanto, há de ser determinada ainda a forma como esses materiais, componentes e elementos serão combinados e a solução física final deve ser o resultado de uma composição de planejamento a partir das alternativas físicas viáveis.

A integração entre o processo de projeto e o processo de planejamento de custos ocorre pois, através de um sistema de informações que propicie a comunicação adequada entre os integrantes das equipes de profissionais responsáveis por ambos os processos, a partir de uma avaliação sistemática das informações recolhidas nas várias fontes pertinentes (terreno, fornecedores de insumos, usuários, construtores, etc.). O planejamento de custos engloba desde o planejamento de uso do solo até a manutenção da edificação, ressaltando que ao incorporar requisitos do usuário a informação de custos deve ser mais detalhada. Do ponto de vista das necessidades funcionais da edificação exige-se uma "avaliação do rendimento", que implica a análise exaustiva dos custos das alternativas ao longo do tempo.

FORBES (1979) estabelece ainda a necessidade de um sistema de informações de custos relativos à produção, considerando que "a construção não pode ser eficiente se os projetistas ignoram os aspectos da produção". Nesse sentido, o autor apresenta a necessidade de um estudo do trabalho que analise detalhadamente as necessidades em termos de homens/hora de todo o processo de produção, indicando as atividades com maior potencial para a obtenção de ganhos, os pontos do processo onde surgem os problemas organizacionais e a natureza do trabalho dos operários.

Caracteriza-se assim a estreita relação entre o sistema de informações de custo de produção e o processo de projeto, uma vez que as informações recolhidas durante a produção devem servir como retroalimentação para o processo de projeto. Isso é ainda mais relevante no que diz respeito às relações de dependência entre as operações, isto é, as repercussões que as especificações do projeto com relação a uma determinada

parte tem sobre o desenvolvimento das operações relativas às outras partes da edificação.

No processo de estabelecimento de uma base conceitual com a qual se pudesse trabalhar no sentido das várias aplicações possíveis para a metodologia de desempenho foram explicitadas as várias exigências dos usuários em relação às edificações e suas partes e as variáveis que expressam essas exigências. Uma comissão de trabalho do CIB (CIB W 45), criada em 1960 trabalhou durante vários anos para elaborar listas de exigências dos usuários. BLACHÉRE (1987) discute a propriedade/significado dos termos empregados e das classificações adotadas para expressar tais exigências. Os termos adotados - user's needs, user's requirements, exigence de l'utilisateur - e ainda o termo "functional requirements", na realidade expressam um conjunto de exigências, que segundo o termo "requirement" ou "needs" (requisito ou necessidade) exprimem a idéia de restrição ou limitação, em contraposição à abertura total do termo "user's wishes" que pode expressar desejos/anseios sem limites mensuráveis. Assim, as exigências dos usuários podem ser chamadas também necessidades dos usuários ou requisitos funcionais, pois representam o que o projetista tenta atingir, implícita ou explicitamente, ao conceber a edificação/produto. Uma vez que o termo requisito será utilizado nesse trabalho para expressar metas/objetivos explícitos em relação a um determinado aspecto que deve ser previamente definido, é mais adequado chamar esse aspecto de "exigência do usuário". À lista da comissão do CIB publicada em 1971 pelo CSTB seguiu-se a lista que faz parte da norma ISO 6241 (ISO, 1984) apresentada a seguir:

QUADRO 4.4 - LISTA DE EXIGÊNCIAS DOS USUÁRIOS SEGUNDO A NORMA ISO 6241

EXIGÊNCIA	DESCRIÇÃO
Estabilidade estrutural	Resistência mecânica a ações estáticas e dinâmicas; efeitos cíclicos (fadiga)
Segurança ao fogo	Risco de propagação das chamas; efeitos fisiológicos (controle de fumaça e ventilação); tempo de alarme, tempo de evacuação e tempo de sobrevivência
Segurança ao uso	Proteção contra explosões e queimaduras; proteção contra movimentos mecânicos; proteção contra choques elétricos; proteção contra radioatividade; segurança durante movimentos e circulação; segurança contra intrusão humana ou animal
Estanqueidade	Estanqueidade à água; estanqueidade ao ar; controle de intrusão de poeira
Conforto higrotérmico	Controle da temperatura do ar e radiação térmica; controle da velocidade e umidade do ar; controle de condensação;
Pureza do ar	Ventilação; controle de odores; controle de gases tóxicos
Conforto acústico	Controle de ruídos (contínuos e intermitentes); inteligibilidade do som; tempo de reverberação;
Conforto visual	Controle de iluminação natural e artificial; insolação; nível de iluminância e contrastes de luminância; possibilidade de escurecimento; aspectos de acabamentos (cor, textura, regularidade); contato visual (internamente e com o mundo exterior)
Conforto tátil	Aspereza e flexibilidade das superfícies, umidade e temperatura nas superfícies; ausência de descargas de eletricidade estática
Conforto antropodinâmico	Limitação de acelerações e vibrações; conforto do pedestre em áreas ventosas; aspectos de resistência e manobrabilidade humana
Higiene	Instalações para o cuidado do corpo humano; suprimento de água limpa; evacuação de águas servidas, materiais e fumaça
Adequabilidade a usos específicos	Número, tamanho, geometria e inter-relações dos espaços; provisão de serviços e equipamentos; flexibilidade
Durabilidade	Conservação do desempenho durante toda a vida útil; possibilidade de manutenção e reposição
Economia	Custos de implantação; custos financeiros; custos de operação e manutenção

A identificação das exigências dos usuários é, no entanto, parte do processo de aplicação da metodologia de desempenho e não se trata de adotar simplesmente a lista apresentada, mas a partir dela estabelecer as exigências específicas para a aplicação que se pretende. SOUZA (1983) apresenta os aspectos a serem considerados nessa identificação:

- as limitações e peculiaridades de cada região e população à qual se destina o edifício;
- os recursos disponíveis para a execução do edifício, sejam eles financeiros, sejam tecnológicos;
- que dentre as exigências humanas há aquelas de caráter absoluto e que devem ser satisfeitas integralmente a partir de mínimos aceitáveis e aquelas de caráter

relativo, para as quais é possível estabelecer uma correlação entre os níveis de satisfação e os custos associados".

Por outro lado, é preciso considerar que a delimitação do comportamento da edificação/produto decorrerá também das "condições de exposição" a que estará sujeito, isto é, o conjunto de ações atuantes durante toda a sua vida útil. Essas ações decorrem do próprio entorno físico ou das atividades de uso desenvolvidas na edificação/produto.

A aplicação da metodologia a partir dessa identificação e através do estabelecimento de requisitos, de critérios de seleção e da própria seleção em si, estabelece condições bem definidas de uso para a edificação/produto, independentemente dos meios utilizados para o cumprimento destas condições. Esse procedimento leva a uma ampla liberdade ao projetista para a adoção de soluções, não estabelecendo regras fixas e condicionantes que limitem suas possibilidades de concepção com valores arquitetônicos ( ou de projeto de um modo geral) próprios. Ao contrário, o estabelecimento de tais procedimentos incentiva a introdução de inovações, na medida em que o atendimento dos requisitos pode ser verificado através de métodos outros que não exclusivamente a "consagração" pela tradição de emprego de determinada solução.

O estabelecimento de critérios de seleção tecnológica na metodologia de desempenho tem sido objeto de experimentos e aplicações em vários países do ponto de vista dos requisitos essencialmente técnicos, especialmente os requisitos que podem resultar em aferições laboratoriais como os aspectos relativos à segurança estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade, conforto higrotérmico e conforto acústico. No entanto, a interação destes com os aspectos relacionados à concepção de projeto são pouco explorados pela investigação em pesquisas ou pelos esforços de aplicação prática já realizados.

As exigências referentes a economia são ainda mais difíceis de serem incorporadas formalmente à elaboração de requisitos e transformadas em critérios de seleção no processo de tomada de decisão que envolve as demais exigências. A exigência de economia não pode ser dissociada da exigência de durabilidade, uma vez



que os aspectos que definem a durabilidade têm implicações de dependência com os custos iniciais e com os custos de operação e manutenção (BLACHÉRE, 1987).

Uma experiência desenvolvida na Bélgica, em 1979, constituiu-se numa das primeiras realizações conhecidas de utilização da metodologia de desempenho através do estabelecimento de critérios de seleção em que a exigência de economia foi efetivamente incorporada. Um concurso de projetos de Arquitetura organizado pelo "Syndicat d'Etudes du Bernalmont (SEB)", em Liège, visava a construção de 2.500 unidades habitacionais e foi realizado em duas fases. Numa primeira fase foram selecionados três arquitetos, cujas propostas foram julgadas em dois estágios: a) a verificação dos requisitos de desempenho que haviam sido estabelecidos (critérios de eliminação); b) a classificação das propostas segundo cinco critérios de avaliação: custo global ao longo de um período de 25 anos de uso; requisitos suplementares segundo uma relativização de seu peso na avaliação; valores arquitetônicos; grau de industrialização do projeto; impacto do projeto para o desenvolvimento econômico da região. Dessa forma foi selecionada uma proposta levada então ao nível de detalhe requerido para a execução do empreendimento ( d'HAVÉ, 1981).

O desenvolvimento da metodologia de custos ao longo da vida útil em paralelo à metodologia de desempenho levou a um conjunto de aplicações desta que nada mais é do que a tradução para a linguagem da área de planejamento de custos e gerenciamento da exigência dos usuários relativa à economia, no âmbito da metodologia de desempenho. No entanto, a efetiva incorporação deste arcabouço conceitual às finalidades a que se destina a metodologia de desempenho requerem a essencial ligação com as demais exigências e ferramentas apropriadas de estabelecimento de critérios de seleção, relativizando-se adequadamente segundo as condições específicas cada um dos requisitos estabelecidos.

O processo de estabelecimento de critérios de seleção têm sido objeto de trabalhos no âmbito da comissão W 60 do CIB, a qual enfatiza a necessidade de maior seletividade no estabelecimento de requisitos de desempenho e de redução do tamanho da documentação de desempenho necessária assim como do próprio processo de seleção (CIB, 1982). Nessa linha são conhecidos ainda trabalhos de pesquisadores

estrangeiros que fornecem subsídios para a construção de metodologias dessa natureza: CRONBERG (1977), BLACH et al. (1981), HEIDJEN (1991).

As metodologias construídas por PEDERSEN (1976) e CERAGIOLI (1989) são metodologias dessa natureza, que exploram a seleção tecnológica por meio de métodos apropriados de estabelecer os critérios de seleção a partir de requisitos preestabelecidos.

PEDERSEN é um autor originalmente voltado à área de planejamento, que utiliza-se primordialmente dos conceitos de análise do valor, para estabelecer uma metodologia que relativiza o desempenho segundo os vários requisitos, através de pesos atribuídos segundo o caráter essencial do atendimento àquele requisito.

O trabalho de CERAGIOLI parte dos métodos de seleção de alternativas de investimento, análise custo-benefício e método dos efeitos, para elaborar um método de múltiplos critérios para a seleção de tecnologias apropriadas.

Também pode-se destacar o trabalho desenvolvido por BEZELGA (1987) que consiste num sistema informatizado para a avaliação de projetos e sistemas construtivos com base em critérios múltiplos pela determinação do valor do projeto com a base na noção de sobreclassificação. A sobreclassificação é a preferência que um determinado juiz tem por um projeto em detrimento de outro. Nesse sistema são determinados valores limites - limite inferior e limite superior. O conjunto de critérios refere-se a: custo de construção; prazo de produção; experiência anterior da empresa; qualidade das soluções arquitetônicas; qualidade dos espaços; possibilidade de alteração dos espaços; qualidade formal/estética; qualidade das soluções urbanísticas.

#### **4.4 Durabilidade e vida útil de produtos da construção civil**

A durabilidade de materiais e componentes de construção começou a representar objeto específico de pesquisa nos anos 60, tendo sido efetivamente transformada em linha permanente de várias instituições estrangeiras na década de 70. No Brasil os primeiros trabalhos sobre o tema desenvolveram-se no IPT ainda no final da década de 70 e na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e eram

aplicados a produtos como tintas, madeiras, materiais plásticos e metálicos e, posteriormente, concreto (FLAUZINO, 1983).

Já em 1981 a exigência de durabilidade era abordada no trabalho contratado pelo Banco Nacional da Habitação junto ao IPT, " Avaliação do Desempenho de Habitações Térreas Unifamiliares", de modo a extrapolar o âmbito das aplicações especificamente ligadas a determinados materiais (IPT, 1981).

A durabilidade é definida por vários autores e instituições segundo duas linhas de abordagem: a) considerando o conceito de durabilidade como aplicável ao edifício e suas partes, sendo que a vida útil e a função desempenho no tempo são formas de expressar a durabilidade; b) considerando a durabilidade como uma característica de cada material, que define a capacidade deste em resistir à degradação, sendo apenas um dos fatores que define a função desempenho no tempo.

A predominância da primeira linha de definições seguida por instituições como o CIB, a RILEM e a ASTM faz com que nesse trabalho seja adotada a definição de JOHN (1987), segundo a qual "durabilidade é a capacidade que um produto, componente, montagem ou construção, possui de manter seu desempenho acima dos níveis mínimos especificados, de maneira a atender as exigências dos usuários, em cada situação específica". Essa definição leva à constatação de que não existe uma relação intrínseca entre a natureza do material e sua durabilidade, uma vez que as condições que a determinam estão ligadas às condições de exposição e às próprias soluções de projeto, que determinam os mecanismos pelos quais ocorre a degradação dos materiais e componentes.

A durabilidade pode ser quantificada pela representação da função desempenho ao longo do tempo para a condição específica que se quer avaliar e pela estimativa da vida útil.

*A vida útil é definida como o " período de tempo após a instalação, durante o qual o desempenho de um material ou componente da edificação, excede os valores mínimos aceitáveis, quando sofrerem manutenção rotineira" (JOHN, 1987).*

Distingue-se ainda a vida útil estrutural da vida útil econômica, sendo a primeira determinada pelos fenômenos de degradação que ocorrem em relação aos materiais e

componentes principais e a segunda determinada por razões econômicas, que levam à não realização das atividades necessárias para a manutenção dos padrões de desempenho ou que descaracterizam seu valor em função das mudanças de uso a que é submetida tanto individualmente quanto em relação à zona urbana em que se situa.

A durabilidade como uma das exigências dos usuários assume a característica de ser limitada pelo período durante o qual o produto atende às demais exigências. Sua avaliação consiste pois, na avaliação repetida em determinados períodos de tempo do comportamento do produto em relação às demais exigências. A complexidade de um processo de avaliação dessa natureza leva à adoção de "indicadores de degradação", que são medidas da extensão da degradação chamados ainda de "características críticas de desempenho". Esses indicadores representam os aspectos mais relevantes da perda de desempenho do produto avaliado ao longo do tempo.

Para o estabelecimento desses indicadores é necessário um conhecimento dos efeitos das condições de exposição e da função desempenho do produto. As mudanças observáveis para cada caso específico a ser avaliado quanto à degradação devem ser estabelecidas previamente à determinação dos indicadores. A ASTM relaciona as mudanças observáveis para materiais de um modo geral segundo mudanças possíveis de serem detectadas por inspeção visual e segundo mudanças mensuráveis, que representam uma base para o estabelecimento de indicadores de degradação.

a) Por inspeção visual: crescimento de microorganismos; aparência geral; pulverulência; fissuras; separação de fibras; descolamento; escamamento; empolamento; eflorescência; rupturas;

b) Mudanças mensuráveis: cor; espessura; reflectância; névoa; transparência; textura; resistência a abrasão; dureza; lavabilidade; molhabilidade superficial; absorção d'água; permeabilidade ao vapor; dimensões; propriedades térmicas; propriedades elétricas; deformação na ruptura; deformação permanente; resistência ao descascamento; resistência à flexão; resistência ao rasgamento; resistência a impactos; resistência à fadiga; resistência à tração; resistência à compressão; resistência ao corte; módulo de tração; módulo de compressão; módulo de corte; aderência.

A estimativa da vida útil de um produto/edificação é realizada por meio de ensaios de simulação das condições a que o objeto da avaliação estará exposto (ensaios de envelhecimento acelerado), por meio de acompanhamento em escala reduzida ( amostras) do comportamento do mesmo (ensaios de envelhecimento natural) ou pela inspeção periódica com o emprego de índices de degradação. JOHN (1987) analisa as dificuldades de emprego dos métodos de ensaio tendo em vista a complexidade representada pela reprodução fiel das condições de exposição em laboratório (inclusive fatores de uso) e o longo período necessário para se obter parâmetros.

Os levantamentos por inspeções periódicas em edificações construídas e em uso podem ser utilizados com a aplicação dos índices de degradação e elementos de identificação de manifestações patológicas, sua freqüência e principais causas, seus custos de correção e implicações para os custos de manutenção. Entre os estudos dessa natureza podem ser citados os estudos realizados pelo CSTC - Centre Scientifique et Technique de la Construction, na Bélgica (REYGAERTS, 1976), pelo BRE - Building Research Establishment, na Inglaterra e pela EPEBAT - Association pour l'Etude de la pathologie et de l'Entretien du Bâtiment, na França (LICHENTSTEIN, 1986).

No Brasil, em 1979, a Divisão de Edificações do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo desenvolveu projeto de pesquisa em que foram levantadas e analisadas manifestações patológicas em 36 (trinta e seis) conjuntos habitacionais do Estado de São Paulo, compreendendo 462 (quatrocentas e sessenta e duas) unidades em 24 (vinte e quatro) cidades. Entre as conclusões do estudo consta a identificação da fase de projeto como a origem da maior parte das manifestações analisadas (IPT, 1980).

No Rio Grande do Sul, DAL MOLIN (1988) analisou 1615 (mil seiscentos e quinze) casos de ocorrência de manifestações patológicas ocorridos entre 1977 e 1986, com vistoria a 260 (duzentas e sessenta unidades) entre edificações habitacionais, comerciais e industriais. A análise desse universo de casos também identificou na fase de projeto a origem da maior parte das manifestações, seja pelas

questões de dimensionamento e detalhamento estrutural, seja pelas questões de detalhamento construtivo.

CREMONINI (1988) analisou 243 (duzentas e quarenta e três) edificações escolares de Porto Alegre, identificando a incidência de diferentes tipos de manifestações patológicas e avaliando os custos de manutenção decorrentes das mesmas. A predominância de manifestações relativas à pintura externa, esquadrias e cobertura pode ser relacionada à especificação de materiais e componentes e ao detalhamento construtivo remetendo também para a fase de projeto grande parcela da responsabilidade por essas ocorrências.

Os levantamentos realizados pelo Departamento de Edifícios Públicos do Ministério da Construção do Japão têm essa natureza de identificação de manifestações patológicas ocorridas como forma de orientar o poder público no estabelecimento de diretrizes para reconstrução, ampliação e modificações. No entanto, o estabelecimento de correlação da degradação média com a idade dos edifícios com o uso de indicadores de degradação permite a utilização da metodologia para a previsão da vida útil. As amostragens podem ter caráter estatístico, quando se deseja generalizar os resultados para uma população, ou não, quando não há necessidade de generalização (JOHN, 1987).

O método consiste na realização de inspeções periódicas (no Japão com periodicidade de cinco anos) em que o usuário ou um técnico expressa o estado em que se encontra o componente ou a edificação segundo a atribuição de índices de degradação. Dois métodos se caracterizam então:

a) método da estimação da vida útil pelo limite do desempenho: adota a premissa de que a vida útil de uma população de componentes é determinada pela idade em que a degradação média da população atinge o desempenho mínimo aceitável. Esse desempenho mínimo é associado a uma escala de degradação em que o índice 5 caracteriza o limite em que o desempenho começa a ser afetado.

QUADRO 4.5 - ESCALA DE DEGRADAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DA VIDA ÚTIL

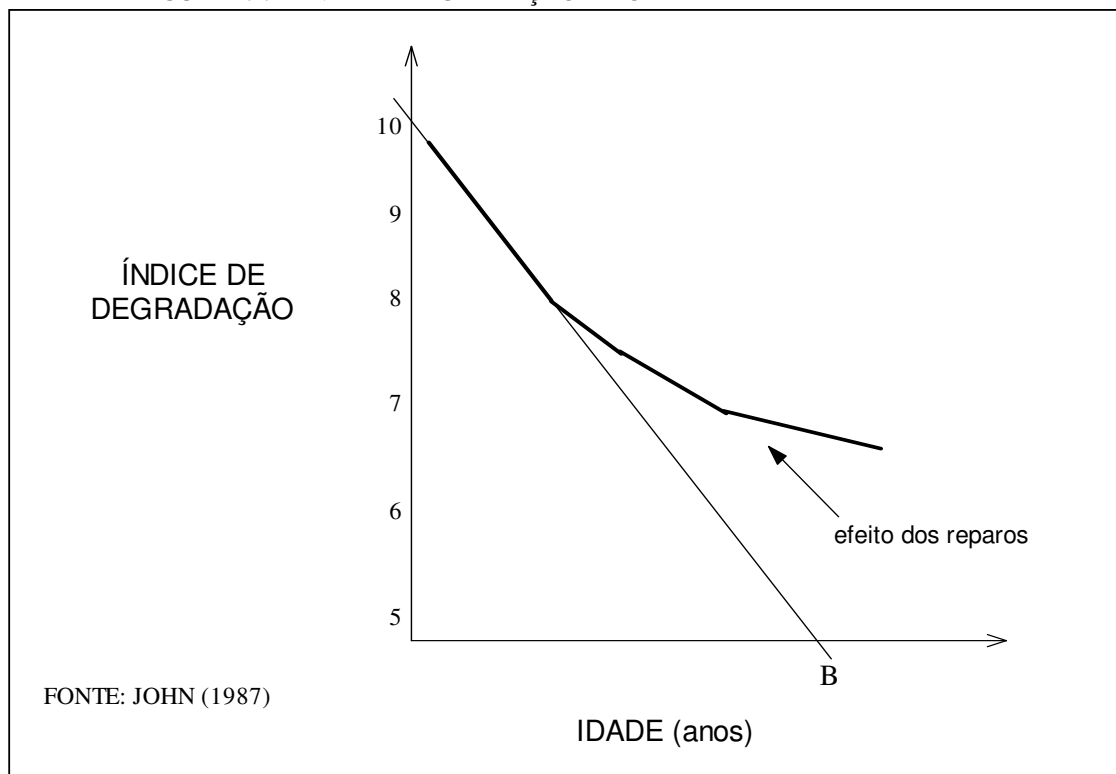
ÍNDICE DE DEGRADAÇÃO	DESCRIÇÃO
10-9	Material ou componentes sem degradação ou degradação mínima
9-7	Partes degradadas podem ser observadas, sem prejuízo no desempenho. Reparos maiores podem ser necessários
7-5	Algumas partes estão degradadas e reparos parciais são necessários.
5-3	Muitas partes estão degradadas e a perda de desempenho é significativa. A vida útil pode ser estendida se forem executados reparos generalizados.
3-1	O componente deve ser substituído

Fonte: ISHIZUKA (apud JOHN, 1987).

A determinação da vida útil é feita a partir da representação da curva "índice médio de degradação (ID) x idade", a qual é chamada "linha de degradação".

Prolongando-se a parte inicial da linha despreza-se a tendência na curva do efeito dos reparos executados e a vida útil é obtida pela intersecção desse prolongamento com a linha do ID = 5 que representa o limite de desempenho.

FIGURA 4.1. - LINHA DE DEGRADAÇÃO TÍPICA

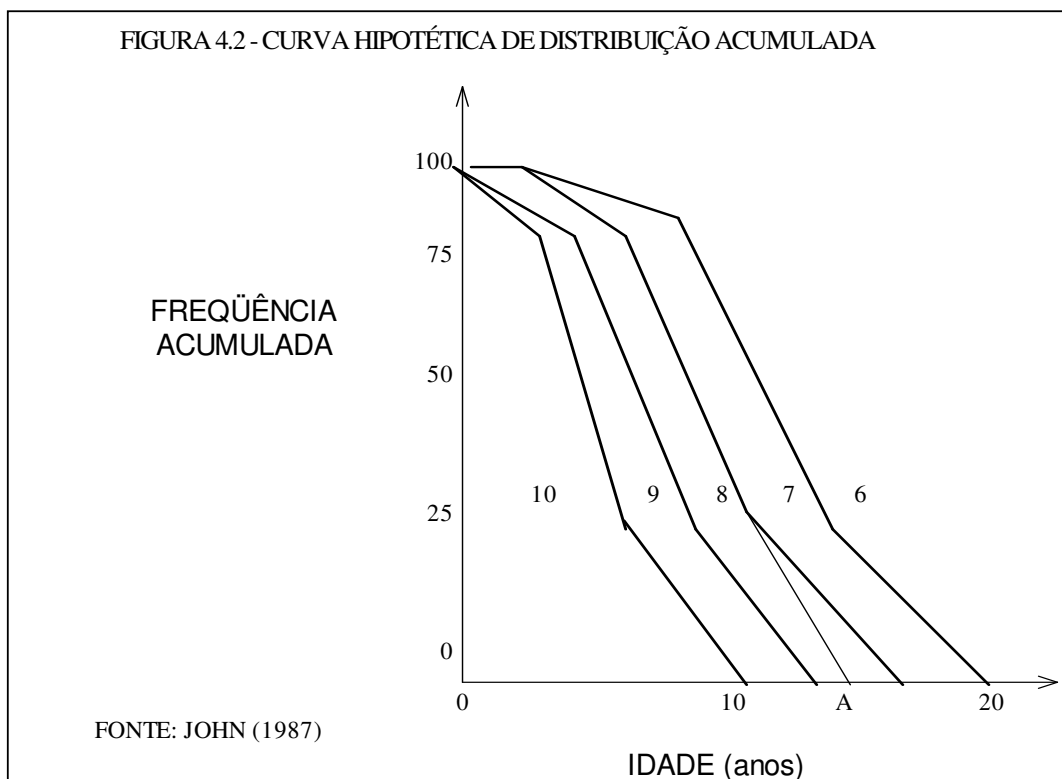


b) método da estimação da vida útil pela distribuição acumulada.

Nesse método a vida útil é estimada a partir das curvas de distribuição acumulada das frequências de cada índice de degradação em cada idade em que a inspeção se realiza.

A partir dos índices de degradação observados, calcula-se suas frequências simples e acumulada para todas as idades de edificações observadas. Os dados obtidos são utilizados para traçar as curvas de frequência e a separação entre o ID = 7 e ID = 8 indica o limite a partir do qual o material/componente deve sofrer reparos. A intersecção dessa linha de separação com a linha de frequência acumulada igual a zero determina a vida útil do componente.





As curvas apresentam inflexões, que representam as variações na velocidade de degradação, uma vez que há um processo inicial mais lento, seguido por uma velocidade normal de degradação, face aos mecanismos próprios do material ou componente sob as condições de exposição a que está sujeito, apresentando na parte final uma velocidade menor face aos efeitos dos reparos executados. Para que essa variação não distorça a estimativa da vida útil adota-se a intersecção da reta tangente à segunda parte da linha que separa ID = 7 de ID = 8 com a linha de frequência acumulada igual a zero. Essa forma de determinação da vida útil tem por princípio que a vida útil termina quando não exista mais qualquer componente sem necessidade de reparos. Esse critério, porém, não está de acordo com os conceitos de vida útil e durabilidade já apresentados, nos quais relaciona-se a capacidade de desempenhar as funções para as quais o componente ou elemento foi projetado ao limite de tempo que determina a vida útil.

Nos conceitos de durabilidade e vida útil das edificações está implícito o conceito de "manutenção", uma vez que se pressupõe que a edificação/produto sofrerá

operações dessa natureza a fim de manter os patamares de desempenho desejados e adequá-los às novas solicitações dos usuários (JOHN; CREMONINI, 1989).

Relaciona-se ainda às atividades de manutenção os termos: substituição - para componentes de vida útil limitada e de valor inferior à vida útil da própria edificação; limpeza - atividade de descontaminação das edificações e componentes; retificação - correção de defeitos originados em qualquer etapa do processo de produção; renovação - atividades que visam recuperar ou alterar o desempenho inicial, sendo chamadas também de recuperação ou restauração.

As atividades de manutenção são também classificadas segundo seu planejamento: manutenção planejada preventiva - atividades realizadas de forma a antecipar-se à ocorrência de defeitos; manutenção planejada corretiva - atividades realizadas de forma programada no tempo para recuperar o desempenho perdido pela edificação ou parte dela; manutenção não planejada - atividades realizadas para recuperar o desempenho em função de ações externas imprevisíveis.

Ao longo da vida útil da edificação desenvolvem-se ainda as atividades relacionadas ao tipo de uso a que ela está sujeita envolvendo os serviços de operação da edificação e suas partes, tais como: operação de sistemas/equipamentos de iluminação, transporte vertical/horizontal, condicionamento de ar, elevação mecânica de água, aquecimento de água (inclusive chuveiros elétricos), operação de equipamentos elétricos de um modo geral, operação de aparelhos hidrosanitários; administração e proteção da edificação.

#### **4.5 Custos em uso ou custos ao longo da vida útil e a metodologia de custo global**

Os conceitos relacionados aos custos em uso e custos ao longo da vida útil das edificações ("costs-in-use" e "life-cycle costs") são, na realidade, mais antigos do que o próprio emprego do conceito de desempenho na construção civil. Os primeiros registros de trabalhos relacionados ao tema são de P. A. Stone, economista e pesquisador inicialmente da University of Cambridge e, posteriormente, do Building Research Establishment que, já em 1960, apresentava esses conceitos em artigos e

conferências e em 1962 escreveu o primeiro livro " Building Design Evaluation - costs-in-use" sobre o assunto (STONE, 1980). Ainda na década de 50, alguns trabalhos analisavam as conseqüências das decisões de projeto sobre os custos, voltando-se, no entanto, para os aspectos geométricos do edifício sem enfatizar os custos de operação e manutenção (GRIMM; GROSS, 1958; WOOLARD, 1956, apud STONE, 1980). Ainda na década de 60, outra obra relevante na utilização do conceito de custos em uso como instrumento de planejamento de custos foi publicada por D. J. Ferry - Cost planning of buildings (1964) (FERRY,1980).

A comissão W 55 - Building economics - do CIB criada em 1960, ocupou-se a partir de então da disseminação e troca de trabalhos que exploravam a aplicação dos conceitos, sendo apresentados em seus seminários vários trabalhos relacionados ao tema nas sessões especialmente dedicadas aos métodos de avaliação econômica.

Nas décadas de 70 e 80 multiplicaram-se no panorama internacional os trabalhos de pesquisa voltados ao desenvolvimento de metodologias de aplicação dos conceitos de custos em uso e custos ao longo da vida útil na produção de edificações, os quais tiveram várias motivações: 1. o desenvolvimento de programas públicos de construção - especialmente na área habitacional e de saúde ;2. a elevação dos custos de energia e a necessidade de avaliação das repercussões das decisões de projeto sobre o consumo energético das edificações, especialmente nos países que necessitam de sistemas de calefação e condicionamento artificial; 3. a elevação do número de ocorrências de manifestações patológicas que elevavam significativamente os custos de manutenção, especialmente em edificações em que estes custos têm repercussões econômicas mais abrangentes como as edificações comerciais e industriais.

Os métodos específicos de aplicação dos conceitos desenvolvidas, tanto na Europa como nos Estados Unidos, abordaram o projeto como um todo ou partes específicas, como os sistemas de condicionamento de ar, as vedações verticais e horizontais, caixilhos, e metodologias mais abrangentes também foram desenvolvidas visando à conservação de água e de energia, a avaliação de sistemas construtivos, o controle de ruídos.

Destacaram-se alguns grupos de pesquisadores em centros europeus e americanos como o grupo da University of Reading, liderado por Roger Flanagan; o grupo da Portsmouth Polytechnic liderado por Peter S. Brandon posteriormente liderando o grupo da University of Salford; o grupo do National Institute of Standards and Technology (anteriormente National Bureau of Standards) liderado por Harold E. Marshall, nos Estados Unidos, o grupo do Stichting Bouwresearch, coordenado por J. A. Kooren na Holanda, e vários outros trabalhos de pesquisadores que se dedicaram à aplicação do conceito de custos em uso e metodologia de custos ao longo da vida útil em diversos centros de pesquisa. Também na iniciativa privada, especialmente em empresas britânicas de consultoria e projeto, várias metodologias próprias foram estabelecidas para aplicação em empreendimentos. Nesse sentido destaca-se a existência de entidades britânicas que disseminaram a utilização dos conceitos e viabilizaram a organização de bancos de dados para a aplicação da metodologia, como a "Royal Institution of Chartered Surveyors - RICS" e o "Institute of Quantity Surveyors in Building Economics and Cost Planning". Tais entidades, voltadas à investigação dos fatores que influenciam os custos de edificações, em especial da interação entre as variáveis de projeto, reúnem uma classe de profissionais existentes no Reino Unido, os "quantity surveyors" cuja função é "a de assegurar que os recursos da indústria da construção sejam utilizados de forma a resultar na melhor condição possível para a sociedade, provendo o gerenciamento financeiro e serviços de consultoria em custos ao cliente e ao projetista durante todo o processo de construção" (SEELEY, 1976).

A disseminação do emprego de computadores de pequeno porte, propiciou o acesso a capacidades de memória necessárias ao armazenamento de dados e viabilizou a manipulação de séries de dados históricos sobre custos de operação e manutenção. Várias instituições desenvolveram estudos aprofundados sobre a aplicação da metodologia de custos ao longo da vida útil, destacando-se "The Royal Institution of Chartered Surveyors" (1983) com pesquisadores da University of Reading, "American Institute of Architects" (1977), "The Royal Institute of British Architects" (1986) e os grupos de pesquisa já mencionados.

Em 1984, um seminário realizado na Portsmouth Polytechnic abordou os fatores envolvidos na questão dos métodos de avaliação econômica explicitados no

próprio título do seminário " Design: Quality: Cost: Profit" e apresentou uma sessão específica sobre a metodologia de custos ao longo da vida útil (BRANDON, 1984).

Em 1987, já sob a égide das possibilidades que o uso disseminado de computadores de pequeno porte trouxe, novo seminário se realizou, desta vez na University of Salford, sob o tema do planejamento de custos e sua modelagem, com uma sessão especificamente dedicada à abordagem de custos ao longo da vida útil - "Building Cost Research Conference on building cost modelling and computers" - (BRANDON, 1987).

Com o desenvolvimento de um referencial conceitual de desempenho, os conceitos de custos em uso foram incorporados à metodologia de desempenho, sob a forma de exigências de economia traduzidas como as exigências relativas aos requisitos referentes à taxa de degradação, deterioração da capacidade de prover os serviços ("serviceability") e confiabilidade, gastos e frequência de manutenção e/ou reposição, consumo de energia e outros recursos (CIB, 1982).

No Brasil o conceito de custos em uso e a metodologia de custos ao longo da vida útil ou metodologia de custo global também foram introduzidos pelo Prof. Teodoro Rosso nos cursos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, ainda na década de 70. Apesar de sua incorporação à metodologia de desempenho que passou a ser objeto de atuação prática do IPT na década de 80, não se registrou um desenvolvimento correspondente desses conceitos, seja a nível teórico-acadêmico seja a nível prático. Os profissionais/pesquisadores que introduziram as aplicações práticas da metodologia de desempenho, o faziam exclusivamente segundo sua formação voltada aos aspectos físicos e mecânicos dos materiais, componentes e sistemas.

O início de uma linha de estudos voltada para a pesquisa e desenvolvimento de metodologias de avaliação da durabilidade de materiais e componentes, como parte da aplicação da avaliação de desempenho abriu então a necessidade de avaliar as repercussões econômicas, uma vez que a durabilidade era entendida como uma exigência essencialmente voltada às necessidades econômicas do usuário (FLAUZINO, 1983). A associação do conhecimento da durabilidade à possibilidade

de prever a vida útil das edificações e suas partes levava naturalmente à necessidade de estabelecer metodologias de estimativa dessa vida útil e dos custos incorridos ao longo da mesma. Segundo FLAUZINO, " o conhecimento da vida útil das partes constituintes de uma edificação tem importância para a estimativa dos custos de manutenção, por exemplo frequência de reparos e/ou reposição de componentes, essenciais para a previsão do custo final da edificação, que é constituído pelo custo inicial acrescido dos custos de manutenção e/ou reposição ao longo da vida útil do edifício. Com isto poder-se-á optar por uma alternativa técnica, em detrimento de outra, em função do custo final do produto, e não levando em conta somente o custo inicial, como é feito atualmente" (FLAUZINO, 1983).

Ao longo dos anos 80 muitos foram os estudos que avançaram na identificação dos mecanismos de degradação e deterioração que definem a vida útil, especialmente na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, no IPT e Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Vários eventos voltados ao debate e troca de experiências sobre tais aspectos foram realizados, abordando o desempenho, as manifestações patológicas e durabilidade de materiais e componentes. No entanto, somente a partir de 1987, com o trabalho desenvolvido por JOHN na Universidade Federal do Rio Grande do Sul é que foram estabelecidas, de forma explícita, as bases de abordagem dos conceitos de custos em uso e custos ao longo da vida útil. O autor explicita as razões práticas para a necessidade de quantificar a durabilidade de materiais e componentes: " a) para permitir a utilização destes dados em cálculos econômicos, principalmente em estudos de viabilidade econômica baseados na avaliação do custo global dos edifícios, uma vez que a durabilidade do edifício como um todo, e de seus componentes, vai ter influência direta sobre estes custos; b) para permitir que sejam comparados entre si, em termos de durabilidade, componentes tipo e materiais diferentes que disputem um mesmo uso, de maneira que seja selecionado o mais adequado para cada situação em estudo" (JOHN, 1987). A este trabalho seguiu-se uma série de trabalhos voltados para os custos em uso, com especial tratamento aos custos de manutenção.

Outra forte vertente para o emprego de métodos de avaliação de custos em uso é a dos trabalhos voltados para a conservação de energia em edificações, cujas principais preocupações estão relacionadas com os aspectos econômicos decorrentes

das opções de projeto, especificamente a redução dos padrões de consumo energético das edificações comerciais, industriais e outras. Embora esta também seja uma preocupação para as edificações habitacionais, o consumo energético destas é de ordem de grandeza inferior e as preocupações quanto aos custos ao longo da vida útil referem-se a assegurar o desempenho térmico adequado (LAMBERTS, 1991). TINKER (1993) analisa o impacto da operação de edifícios de um modo geral sobre as necessidades de geração de energia no Reino Unido estimando que cerca de 47% da energia primária gerada é utilizada com esta finalidade, destacando especialmente a operação de edifícios comerciais.

O objetivo da metodologia de custos em uso ou custos ao longo da vida útil é proporcionar ao projetista e planejador uma forma conveniente para estabelecer o valor para os recursos monetários e comparar este valor com outras alternativas em um determinado projeto (STONE, 1980).

Tanto quanto as máquinas e equipamentos, as edificações permanecem em funcionamento até que se tornem obsoletos. A obsolescência pode ser atingida de três formas distintas: obsolescência física, funcional ou financeira. A obsolescência física provem da deterioração dos materiais, componentes e/ou elementos do edifício e para evitá-la ou retardá-la são necessárias operações de manutenção adequadas. A obsolescência funcional é atingida quando o edifício não proporciona mais o desenvolvimento de qualquer atividade de forma economicamente eficiente. O retardamento da obsolescência funcional exige a adaptação do edifício a novos usos. A obsolescência financeira reflete a situação em que é mais econômico demolir o edifício e construir outro em seu lugar.

As edificações comportam-se economicamente de acordo com as relações entre custos e benefícios que proporcionam no período de tempo correspondente ao seu ciclo de vida (vida útil), como abrigo, função produtiva, conforto, segurança, etc. O método de avaliação baseado nos custos ao longo da vida útil manuseia os custos das edificações, de modo a poder estabelecer parâmetros quantitativos para essas relações. Na medida em que a metodologia relaciona a decisão econômica aos aspectos de desempenho ao longo do ciclo de vida, proporciona uma avaliação custo-qualidade.

Para edificações nas quais são desenvolvidas as atividades econômicas, como edifícios de escritórios e instalações industriais, os custos de operação e manutenção vem sendo objeto de atenção especial dos projetistas. Estimativas de projetistas que atuam neste tipo de empreendimento avaliam que os custos de operação e manutenção podem ser significativamente menores em edifícios com tecnologia incorporada para tal fim (MONTEIRO, 1993). O custo de operação e manutenção tem sido usado como indicador de mercado para a avaliação de imóveis comerciais (Revista OBRA, 1994).

Ao analisar os custos incorridos na produção e uso das edificações ao longo de sua vida útil, é possível identificar diferentes componentes do custo que ocorrem em diferentes momentos do processo (STONE, 1980):

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

Entre estes componentes de custo apenas os custos de construção ocorrem num horizonte de tempo pré-determinado, enquanto os demais distribuem-se ao longo do ciclo de vida da edificação. A tomada de decisão com respeito às alternativas que têm conseqüências sobre estes custos requer o conhecimento da repercussão da decisão sobre todos os custos envolvidos. Isso equivale a dizer que é preciso conhecer o custo global da edificação que constitui-se do somatório: custos de construção + custos de operação + custos de manutenção.



No entanto, esse somatório não pode ser feito de forma direta, uma vez que envolve custos que ocorrem em datas diferentes. Como o valor real do dinheiro decresce com o tempo, o somatório só é possível a partir da aplicação de taxas de desconto (juros) sobre os valores futuros, fazendo-se então a equivalência entre valores que são incorridos em diferentes momentos.

Assim, os custos são convertidos aos seus valores equivalentes em termos de um valor presente, isto é, referente a uma determinada data ou em termos de custos periódicos (anuais, semestrais, etc). Em geral, os custos de operação e os custos de manutenção são referidos à base anual, uma vez que envolvem quase sempre operações periódicas.

Os custos de adaptação e de demolição são os elementos necessários à análise e tomada de decisão num determinado momento da vida útil da edificação em que é necessário: a. evitar ou retardar a obsolescência funcional adequando a edificação às necessidades dos usuários; b. decidir se é vantajoso economicamente adotar medidas de adaptação ou demolir a edificação.

Em termos equivalentes os custos de operação e manutenção ("running costs") são, em geral, menos representativos do que os custos iniciais (custos de construção), mas esta relação depende do tipo de edificação. As diferentes funções, padrões de uso, tipo de usuários, características de projeto, condições de exposição, etc., determinam diferentes condições de operação, como a necessidade de equipamentos, intensidade de iluminação artificial, etc. e diferentes condições de manutenção, decorrentes de fatores como a durabilidade de materiais e componentes.

De acordo com o tipo de edificação e suas finalidades o emprego de metodologia de custo global justifica-se com maior ou menor intensidade, mas de qualquer forma através dela a tomada de decisão é subsidiada com:

- análise de alternativas de projeto (nº de pavimentos, tipologia, localização no terreno, etc);

- análise de alternativas de materiais, componentes e elementos (durabilidade, facilidade de operação/manutenção, consumo energético, etc.);

- análise de opções de adaptação ou nova construção;
- análise de inovações em materiais, componentes e elementos;
- análise de programas de manutenção de conjuntos de edificações (conjuntos habitacionais, rede escolar, rede hospitalar, etc.).

Esses diferentes tipos de análise propiciam a avaliação de alternativas através da consideração dos custos resultantes do desempenho da edificação ao longo de seu ciclo de vida.

Existem, no entanto, dificuldades para a aplicação da metodologia do ponto de vista de sua composição. A metodologia de custo global consiste de um sistema em que se exige um conjunto de dados referentes a: custos de construção; padrões de uso; frequência de limpeza; características de demanda de água e energia, etc; custos de operação; previsões sobre ocorrências futuras como vida útil, necessidades de manutenção, inflação, taxa de juros, período de análise; alternativas a serem consideradas. A obtenção destes dados é complexa, em virtude de uma série de fatores entre os quais pode-se enumerar os principais: a inexistência de métodos padronizados para coletar e armazenar dados de custo e desempenho das edificações; o longo período de separação entre a fase de projeto e de uso, quando passam a estar disponíveis os dados de custos de operação e manutenção; o dinamismo da fase de uso, já que ocorrem alterações nos padrões de ocupação em intervalos frequentes; a elevada variabilidade dos dados entre diferentes edificações; a existência de custos para coletar os dados, que acabam desestimulando sua apuração.

A elevada vida útil das edificações, quando comparada à vida útil de outros bens, introduz a necessidade de fazer previsões sobre eventos que ocorrerão no futuro. A própria vida útil constitui-se num dado a ser previsto e para efeito de metodologia esta é considerada a partir do período de tempo em que se espera retorno do investimento, o que na maior parte das edificações situa-se entre 40 e 80 anos.

A vida útil considerada tem pouco efeito sobre as relações entre os custos iniciais e os custos de operação e manutenção, a menos que represente um período excessivamente curto.

Os custos de manutenção podem ser calculados em termos das operações necessárias a cada ano para assegurar o funcionamento do componentes ou elemento ou para evitar a deterioração. Os custos de manutenção estão diretamente relacionados à incidência de manifestações patológicas, cuja causa pode estar situada na fase de projeto, execução ou uso, e à durabilidade dos materiais e componentes que determina o processo de deterioração. Os custos de manutenção possuem ainda uma parcela indireta decorrente da paralisação de utilização de um determinado componente, elemento ou área da edificação em virtude da realização de operações de manutenção. Alguns destes custos são mensuráveis, principalmente no caso de edificações comerciais e industriais, e outros constituem-se em custos intangíveis.

Os custos de operação podem ser previstos a partir dos dados de padrões de uso da edificação, constituindo-se em taxas anuais ou periódicas (de 5 em 5 anos, por exemplo).

Na medida em que a metodologia baseia-se em dados comparativos, as análises não são afetadas significativamente com mudanças nos preços, a não ser quando se alteram os preços relativos. Se, no entanto, os efeitos de um cenário de elevada taxa de inflação acarretam diferentes impactos sobre os custos envolvidos a avaliação de custo global pode ser distorcida.

Em geral, o efeito da inflação é considerado inserindo-a na taxa de juros, uma vez que esta tende a elevar-se em períodos inflacionários. A forma de considerar esse efeito é a utilização dada por (STONE, 1980):

$$R = \frac{1 + i}{1 + e}$$

onde: R = taxa de juros reais

i = taxa de juros

e = taxa de inflação

A adoção de uma taxa de desconto adequada depende do setor da economia em que se insere o proprietário, podendo ser a taxa de juros com que este obtém crédito no mercado ou a taxa média de retorno sobre o investimento.

Os custos de construção quando comparados aos demais itens apresentam um baixo grau de incerteza, uma vez que se referem a um curto prazo. No entanto, quando são elaboradas hipóteses e previsões sobre eventos futuros (custos de limpeza, energia, manutenção, etc.), o grau de incerteza eleva-se, tendo em vista a extensão do ciclo de vida da edificação. Exige-se, assim, em determinadas situações análises de sensibilidade capazes de revelar o efeito de alterações nas hipóteses e previsões sobre os resultados a serem comparados.

Desde 1985, a ASTM - American Society for Testing and Materials vem se ocupando em elaborar normas relativas aos procedimentos de avaliação econômica de empreendimentos de construção de edificações. Em 1987, foi publicada a norma E 1185 -87, "Guide for selecting economic methods for evaluating investments in buildings and building systems". (ASTM, 1992).

A norma E 917-89 "Standard practice for measuring life-cycle costs of buildings and building systems", apresenta os métodos de medição em termos de valor presente ou valores anuais. Ressalta a norma que a premissa básica do método de avaliação pela estimativa de custos ao longo da vida útil é de que, para um investidor ou tomador de decisões, todos os custos envolvidos são potencialmente importantes para o processo de tomada de decisão, tanto os custos presentes quanto os custos

futuros. A norma apresenta todas as condições necessárias para o cálculo dos custos ao longo da vida útil, considerando a base anual ou de valor presente, o período de estudo, as taxas de juros a serem utilizadas, as taxas de inflação, a necessidade da consideração de risco e incerteza e todas as formas que os dados podem assumir. A norma E 1369-90 "Standard guide for selecting techniques for treating uncertainty and risk in the economic evaluation of buildings and building systems" apresenta os vários métodos de análise de incerteza e risco de forma a propiciar a seleção do método mais adequado a cada tipo de avaliação.

#### **4.6 Metodologia de análise do valor/engenharia do valor**

Em paralelo ao desenvolvimento do emprego dos conceitos relacionados aos custos em uso, uma metodologia afim foi também disseminada no meio técnico internacional - a metodologia de Análise do Valor - que se utiliza dos conceitos de custos ao longo da vida útil para avaliar alternativas de projeto. A análise do valor foi inicialmente desenvolvida por Lawrence D. Miles, engenheiro da General Electric Company, em fins da década de quarenta, que a definia como "um sistema de ação disciplinado, voltado para uma necessidade específica: atender as funções que o consumidor necessita e deseja..." (O'BRIEN, 1976). Em 1954 o Departamento de Defesa dos Estados Unidos desenvolveu um programa formal de aplicação da Análise do Valor, denominando-a então de Engenharia do Valor, que refletia a ênfase à Engenharia atribuída pelo "Navy Bureau of Ships". Seguiu-se a aplicação da Análise do Valor nas Forças Armadas americanas ao longo da década de 50, inclusive como parte da formação curricular obrigatória.

A partir da década de 70 a Análise do Valor passou a ser utilizada na Construção Civil, especificamente para obras públicas, em que a Análise do Valor constituiu-se em cláusulas de incentivos em contratos. Com uma resolução do Senado norte-americano a Análise do Valor passou a ser adotada amplamente em programas de conservação de energia (CSILLAG, 1988).

Na produção de edificações a Análise do Valor tem sido incorporada pela comissão W 55 do CIB entre os métodos de avaliação de projeto (avaliação custo-

benefício; avaliação de desempenho; custos ao longo da vida útil; viabilidade de investimento) com o objetivo de adaptar às características próprias do processo, a experiência de outras indústrias e discutir/estudar os problemas metodológicos de aplicação. Um primeiro levantamento sobre o uso da Análise do Valor na construção civil foi realizado pela comissão em 1976 nos doze países que a integravam então, e um segundo em 1978-79 através de circular enviada a todos os membros do CIB e organizações afins, obtendo-se respostas de 25 países. Constatou-se que em poucos países a metodologia era utilizada na construção civil de forma sistemática - Estados Unidos, Canadá, Japão, Holanda e Irlanda. Nos demais países investigados utilizava-se a Análise do Valor apenas esporadicamente, com alguma representatividade maior nos países escandinavos. Na França, uma introdução inicial ligada aos planos governamentais de construção não teve continuidade, exceto pela aplicação ao método Qualitel, desenvolvido especialmente para a construção de indicadores de custo na construção, os quais são utilizados para fins de seleção tecnológica de projetos para unidades habitacionais, analisando-se um conjunto de critérios considerados essenciais e os custos de operação e manutenção. Na Suíça um sistema equivalente ao Qualitel também foi criado com o mesmo objetivo ( Wohnungs - Bewertungs - System - WBS). Nos países investigados pelo trabalho de levantamento a Análise do Valor teve seu emprego voltado aos seguintes objetivos (SZOKE; DANDRI, 1980):

- seleção de propostas técnicas em licitações a fim de propiciar a seleção da proposta de melhor valor;
- busca de otimização das soluções de projeto;
- busca de otimização do emprego dos recursos existentes na fase de gerenciamento dos empreendimentos;
- desenvolvimento de sistemas construtivos economicamente eficientes, de novas técnicas ou de técnicas racionalizadas no campo da construção industrializada;
- desenvolvimento de produtos seriados competitivos na fabricação de materiais e componentes.

A não aplicação da metodologia em vários países estudados tinha na própria organização da indústria os empecilhos a tal emprego, como a diluição de responsabilidades entre vários agentes intervenientes no processo, desenvolvendo-se as várias fases de forma independente e seqüencial, sem integração entre os agentes que determinam o "valor" final.

Em termos de atividade de pesquisa é possível destacar a partir de trabalhos publicados alguns grupos que vem desenvolvendo estudos acerca da aplicabilidade da análise do valor à produção de edificações e à construção civil de um modo geral: Stichting Bouwcentrum - Holanda; Norwegian Building Research Institute; Danish Building Research Institute - Dinamarca.

A Análise do Valor é por si só uma metodologia de seleção, enquanto a metodologia de custos ao longo da vida útil para se constituir em metodologia de seleção, deve ser composta com a metodologia de desempenho, uma vez que, abordando apenas uma exigência entre as exigências identificadas pela metodologia de desempenho, torna-se parcial se não trabalhar a seleção através da análise dos demais requisitos. Pode - se distinguir a metodologia de custos ao longo da vida útil como uma abordagem conceitual antes que uma metodologia de seleção, quando comparada à Análise do Valor.

No Brasil credita-se a introdução da Análise do Valor à Cia. Industrial Palmeiras, depois Singer do Brasil S.A., que promoveu em 1964 o primeiro seminário sobre o tema. À General Electric coube a primeira utilização da metodologia no Brasil em 1965. A Análise do Valor tem sido, desde então, difundida na indústria de transformação e de bens de capital de forma moderada, não podendo-se afirmar que sua utilização seja intensiva.

Na construção civil registra-se poucos estudos sobre o tema, destacando-se o trabalho de TIBIRIÇÁ (1988) que estabelece uma metodologia que integra os conceitos de desempenho à metodologia de Análise do Valor de forma conceitual. O emprego da metodologia na construção civil vem ocorrendo pontualmente, de forma predominante em projetos industriais e em casos isolados para outros tipos de edificações. A prática de utilização é a de reavaliar o projeto inicialmente concebido

introduzindo alterações a partir da análise de alternativas com base no desempenho das mesmas funções, considerando-se os custos ao longo da vida útil. No entanto, a análise dos custos ao longo da vida útil não é realizada a partir de um conjunto de informações sistematizado, mas em geral a partir de informações do fabricante dos materiais e componentes sobre o período em que se exige a reposição. A Análise do Valor, neste caso, não se constitui em instrumento de planejamento de custos nas fases mais precoces do desenvolvimento do projeto, mas partem de um projeto base já estabelecido. As equipes que desenvolvem esse trabalho não são as equipes que desenvolveram o projeto originalmente, mas equipes do contratante da obra ou equipes de assessoria/consultoria que representam o mesmo ou da empresa executora. Em alguns casos os resultados são discutíveis, pois geram a eliminação ou substituição de produtos sem assegurar desempenho semelhante, como é o caso da substituição de azulejos em banheiros por tintas que não têm as mesmas características de estanqueidade e requerem custos de manutenção superiores pela necessidade de renovação da pintura com maior frequência do que os reparos necessários em revestimentos cerâmicos.

A Análise do Valor (AV), termo sinônimo à Engenharia do Valor (EV), é uma abordagem que está fundamentada em dois conceitos - valor e função. O valor procurado é entendido como " o equivalente em dinheiro do desempenho apropriado desses produtos " (CSILLAG, 1988). O valor representa o custo mínimo de uma peça ou produto acabado, que irá desempenhar confiavelmente as funções, sem prejuízo das especificações requeridas. O valor de um produto indica o custo do seu desempenho. A definição do valor de um produto significa estabelecer os limites em que o desempenho satisfatório excede as exigências dos usuários.

O valor econômico utilizado na AV pode ser ainda segmentado em valor de uso; valor de custo; valor de troca. O valor de uso é uma medida relacionada a alguma unidade que representa as propriedades ou características que aferem o desempenho do produto em uso. O valor de custo representa a soma dos recursos necessários na produção e o valor de troca representa a medida das propriedades ou características que viabilizam a troca de um produto por qualquer outro. O valor pode ser interpretado sob a ótica do usuário e do produtor, segundo a capacidade do produto gerar satisfação às funções em contraposição ao preço pago e às condições dos



produtos alternativos existentes e segundo a capacidade de gerar lucro face aos custos totais incorridos para produzi-lo.

A função na Análise do Valor corresponde aos requisitos estabelecidos a partir das exigências dos usuários na abordagem de desempenho, sendo definida como a finalidade específica a que se destina o produto em relação às necessidades do usuário (CSILLAG, 1988).

A AV parte da premissa básica de que o valor do produto pode ser incrementado/aperfeiçoado sem mudança no custo, mantendo a mesma utilidade por menor custo ou combinando uma utilidade aperfeiçoada com decréscimo no custo.

A aplicação da AV consiste em proceder à análise funcional, empregar técnicas de criatividade de forma multidisciplinar e empreender esforços para a aceitação das soluções propostas.

A análise funcional é realizada através de um plano de trabalho que visa responder a questões sobre o produto, da seguinte natureza:

- o que é isto?
- o que isto faz?
- o que é necessário fazer?
- quanto isto custa?
- qual é seu valor?
- o que mais isto poderia fazer?
- quanto esse mais significa em termos de custo?
- como isto pode satisfazer as necessidades dos usuários? E dos produtores?
- o que é necessário para implantar essas medidas?

O plano de trabalho envolve a coleta e análise de informações, a análise funcional, a geração/seleção de idéias e a implementação.

As funções são identificadas, descritas e classificadas segundo critérios de importância. A complexidade de funções pode exigir a utilização de instrumentos como o diagrama FAST que a partir de um processo lógico de raciocínio apresenta de forma gráfica as inter-relações entre as funções de um produto, segundo sua ordem de importância para o desempenho.

Na construção civil as fases típicas do processo de produção são passíveis de aplicação da AV/EV, porém é na fase de projeto, ainda em suas decisões básicas que a metodologia possibilita a obtenção de benefícios mais significativos. Para a AV/EV o momento do processo em que as alterações decorrentes da sua aplicação podem ser praticadas é muito importante. O'BRIEN (1976) ressalta que o papel do interveniente que conduz a AV/EV no processo delimita seu interesse em obter ganhos a partir das alterações a que a metodologia leva.

O autor também considera que é difícil atualmente utilizar na AV/EV, os conceitos de custos ao longo da vida útil face às dificuldades na coleta e tratamento de dados. A prática tradicional de realizar uma estimativa de custos quando o projeto já está suficientemente detalhado não é adequada à AV/EV uma vez que o processo de análise funcional, idealmente desenvolvido nos estágios iniciais da concepção de projeto, requer meios de valoração das soluções examinadas.

No Brasil a análise de valor tem sido utilizada na construção industrial para a seleção de alternativas tecnológicas em projetos em que os custos futuros têm papel importante na tomada de decisão. SOUSA (1990) e BERTACHINI (1991) apresentam casos de aplicação em obras de fábricas do setor de metalurgia e bebidas.

## **5. METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA: CARACTERIZAÇÃO E MODELO**

### **5.1 Introdução**

As alterações ocorridas nos padrões de competição industrial no final dos anos 80 e nesta primeira metade dos anos 90 exigem novos enfoques estratégicos por parte das empresas em todos os aspectos da gestão empresarial.

A tecnologia de processos e de produtos, a gestão da qualidade, a gestão ambiental, as relações humanas no trabalho e vários outros fatores passam a exigir um elevado esforço de conhecimento e atuação por parte das empresas e profissionais no sentido do desenvolvimento e aperfeiçoamento de metodologias de trabalho adequadas às novas necessidades. Novas habilitações são requeridas, novas estruturas organizacionais são estabelecidas e alterações significativas vêm se introduzindo na divisão do trabalho nos vários segmentos dos setores industrial e de serviços.

As transformações no processo de produção da indústria da construção civil, analisadas no Capítulo 2, ocorrem nos vários pontos da cadeia produtiva e apresentam características distintas segundo as partes do processo de trabalho em que se inserem. Essas transformações estão modificando a divisão do trabalho de forma que os diversos intervenientes assumem novos papéis e as responsabilidades passam a ser compartilhadas possibilitando um tratamento sistêmico aos processos para a elevação da qualidade e produtividade. Essas mudanças, ainda que não sejam transformações radicais do processo de trabalho, introduzem mudanças incrementais que modificam as relações e papéis de todos os intervenientes.

Por outro lado, as transformações tecnológicas em vários campos do conhecimento, mais cedo ou mais tarde, afetam os processos de trabalho dos setores industrial e de serviços, respeitadas as particularidades de cada um.

A tradução dessas mudanças tecnológicas para cada setor exige investimentos no desenvolvimento de abordagens e metodologias apropriadas, as quais devem estar

minuciosamente aderentes às características do processo de produção em todos os seus aspectos.

Na indústria da construção civil inúmeras possibilidades podem ser delineadas no sentido do aperfeiçoamento do processo de produção, envolvendo a tecnologia de processos e de produtos em todas as fases, a organização e divisão do trabalho, a gestão da qualidade e da produtividade.

Neste universo de possibilidades de aperfeiçoamento este trabalho focaliza um problema específico do processo de produção, *a seleção de materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas construtivos*, para estabelecer um modelo de metodologia que contribui para a gestão da qualidade, abrangendo os vários agentes intervenientes que se colocam como “clientes internos” e os clientes externos, que são, os usuários finais.

Este capítulo apresenta o modelo metodológico que visa dotar o processo de tomada de decisão para a seleção de produtos de critérios técnicos adequados a cada situação na produção de edificações residenciais.

Tal modelo, denominado “metodologia de seleção tecnológica” consiste de um conjunto de métodos de obtenção e tratamento de informações e dados, métodos de atribuição de valor e de avaliação comparativa de alternativas, bem como de métodos de retroalimentação através da avaliação do efeito das decisões tomadas com o suporte da metodologia. Entende-se que o principal fator de contribuição da metodologia é a incorporação de métodos de avaliação da dimensão econômica sob o ponto de vista do desempenho ao longo da vida útil, dimensão esta que ainda não foi tratada desta forma em trabalhos desenvolvidos no âmbito da pesquisa na área de tecnologia do ambiente construído. Por outro lado, considera-se que esta vertente da economia da construção só se torna passível de incorporação ao processo produtivo a partir de um cenário de competição industrial, segundo um arcabouço conceitual estabelecido nos anos 80 que começa a chegar à indústria da construção civil somente a partir do início dos anos 90.

## 5.2 Caracterização do problema

A hipótese principal do trabalho é de que, diante das inúmeras alternativas existentes no mercado para os materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas que constituem uma solução de projeto, a seleção ocorre, sobretudo, através de critérios econômicos, os quais, por falta de instrumentos adequados, não incorporam a análise de custos ao longo da vida útil. Assim, não é possível fazer escolhas que assegurem efetivamente o atendimento de necessidades de todos os envolvidos no processo, sacrificando-se, em geral, o comportamento em uso do produto final entregue ao usuário em benefício de um custo inicial mais baixo, que atende apenas uma parte das necessidades de toda a cadeia produtiva e do usuário. Configura-se, então, a necessidade de avaliação multicritério, visando estabelecer uma estrutura de suporte à tomada de decisão.

HEIDJEN (1991) caracteriza a necessidade de instrumentos para avaliação multicritério, tendo em vista a subjetividade e tendenciosidade que, em geral, estão embutidas nos processos de tomada de decisão na produção de edificações. Segundo o autor o desenvolvimento do projeto de edificações requer a integração de uma variedade de informações quanto aos requisitos de desempenho, impactos ambientais, planejamento, custos e retorno dos investimentos.

As diferentes bases de análise entre os requisitos de desempenho quanto à economia e quanto aos demais aspectos do desempenho esperado, com indicadores de natureza física como limites de resistência, absorção de água, coeficientes térmicos etc. confrontados com indicadores de custo apenas nas fases de aquisição e execução das obras são obstáculos à tomada de decisão integrada a partir de todas as necessidades. Por outro lado a ausência de indicadores que possam medir a satisfação do cliente e revelar os fatores que, segundo seu julgamento, agregam valor ao produto impede que o processo de seleção tecnológica esteja inserido num sistema de gestão da qualidade em que o objetivo central é a satisfação do cliente externo. Assim, este processo decisório requer sistemas de informação e avaliação capazes de manusear simultaneamente dados quantitativos e qualitativos.

Entende-se que o estabelecimento de uma metodologia que permita avaliar o impacto das decisões do ponto de vista econômico ao longo da vida útil tenha um potencial significativo de contribuição para reduzir a ocorrência de manifestações patológicas. Este potencial decorre da efetiva tradução em termos monetários do impacto das alternativas sobre o desempenho ao longo da vida útil, permitindo que requisitos que determinam a durabilidade sejam analisados a partir de uma mesma base de dados e informações que os requisitos de custos iniciais.

Para os produtos em que as características de estética e “design” de um modo geral, fazem parte de forma mais intensa do processo decisório de projeto, a metodologia de seleção representa um instrumento de apoio à tomada de decisão entre alternativas em que tais aspectos possam se mostrar equivalentes mediante o julgamento do projetista, contratante ou usuário. Isto significa que nestes casos os critérios de desempenho deverão ser estabelecidos não só quanto às características físicas e de comportamento econômico, mas também quanto ao desempenho estético esperado (LEUSIN, 1995).

Este, no entanto, também não pode ser o fator preponderante num processo de seleção e do ponto de vista arquitetônico a seleção com predominância dos aspectos estéticos leva a problemas como o que se pode observar com dois exemplos de seleção de revestimentos.

No primeiro caso, descrito por MEDEIROS (1995) a seleção inicial entre várias alternativas de revestimentos para as paredes das estações do Metrô de São Paulo determinou o emprego de cerâmica levando-se em consideração “a manutenção mais fácil e barata comparada à do concreto aparente, que anualmente é limpo com jateamento de areia, operação complexa que implica o fechamento da estação”. No entanto, “ao consultar vários fabricantes os especificadores do Metrô acabaram optando por um fornecedor que ofereceu a tonalidade desejada”. As áreas revestidas passaram a apresentar descolamento das placas cerâmicas e, após a realização de avaliação de desempenho por meio de ensaios, constatou-se que a principal causa era o não atendimento aos requisitos de norma quanto à expansão por umidade, embora outros problemas tenham sido identificados. Cerca de 6.100 m<sup>2</sup> de revestimentos

foram trocados pelas construtoras responsáveis, utilizando-se então produtos de outro fornecedor.

No segundo caso a opção pelo revestimento de fachadas em placas cerâmicas de pequenas dimensões (5x24 cm) representou uma grande contradição em termos de produtividade, em obra de “shopping center” executada em São Paulo. Os demais elementos e subsistemas foram selecionados com o objetivo de proporcionar elevado nível de produtividade, introduzindo-se alternativas de projeto estrutural como o emprego de telas soldadas, sistema estrutural em concreto protendido, sistema de formas e escoramento com elevado grau de racionalização, lajes niveladas executadas através de técnicas mecanizadas, placas pré-moldadas para a vedação, além de um sofisticado sistema de planejamento e gerenciamento da obras. Este enfoque, que partiu de um conceito de introduzir o mais alto grau de industrialização possível, determinou a execução da obra em prazo recorde, 18 meses, quando o porte e características da obra justificavam a execução em até 30 meses. No entanto, a execução dos serviços de revestimento consumiu aproximadamente 4 meses de trabalho de uma equipe de 30 operários, num total de 2 milhões de placas cerâmicas assentadas uma a uma (CORBIOLI, 1995a, 1; O EMPREITEIRO, 1995).

A opção por produtos que atendam às necessidades dos usuários, em parte asseguradas quando atendidas as normas técnicas pertinentes, coloca-se também como uma questão de posicionamento competitivo para fabricantes dos produtos intermediários e construtores/projetistas. A realidade do mercado brasileiro de produtos para a construção civil, em que a não conformidade às normas técnicas tornou-se uma forma de competição predatória em muitos setores, faz com que a falta de critérios adequados para a seleção por parte dos clientes chegue a expulsar alguns fabricantes de parcelas significativas de mercado. Setores como o de produção de tubos e conexões de PVC, cerâmica para revestimentos, blocos cerâmicos e cal hidratada possuem grande número de fabricantes e alta incidência de produtos em não conformidade no total da produção (MUNDO CERÂMICO, 1995; SANTOS ; SILVA, 1995, IPT, 1995; IPT, 1993; IPT 1994). Por outro lado, a entrada de competidores de origem estrangeira se faz sentir em vários segmentos da construção civil e se, os produtos muitas vezes apresentam custos iniciais, mais elevados do que

os produtos brasileiros, apresentam diferenciação em outros aspectos como o “design”, o desempenho e a produtividade na aplicação<sup>39</sup>.

O afastamento entre os elos da cadeia produtiva envolvidos neste processo - fabricantes, projetistas e construtores - tem por consequência um grande desconhecimento das necessidades de cada parte pelas demais e, especialmente, das necessidades do cliente externo ao processo de produção como um todo, isto é, o usuário final (CORBIOLI, 1995b).

Desta forma, muitos recursos são despendidos em várias fases que envolvem a concepção e desenvolvimento de produtos (materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas e o próprio edifício resultante, “marketing” e distribuição, assistência técnica), sem que existam instrumentos de identificação de requisitos de desempenho esperado ao longo de toda a vida útil e os respectivos fatores críticos de sucesso do ponto de vista dos produtos. Especialmente no que diz respeito aos fatores que têm impacto sobre os custos que serão suportados pelos usuários/proprietários ou administradores das edificações, não existem entre os fabricantes, projetistas e construtores, instrumentos de identificação da natureza e estimativa da ordem de grandeza destes custos, que possibilitem avaliar os atributos necessários aos produtos ao longo de todo o período em que devem desempenhar suas funções. Esta prática afeta a rentabilidade de produtos (inclusive os produtos finais, edifícios) em função do julgamento do cliente, a partir do qual pode haver um nível de vendas que não justifica, economicamente e do ponto de vista de vantagens comparativas em relação aos concorrentes, o investimento realizado.

Mais recentemente promotores e administradores de empreendimentos comerciais têm procurado metodologias de monitoramento da operação e manutenção

---

<sup>39</sup>Foi possível identificar por meio de contatos com revendas de materiais e entidades de classe: o aumento da participação de grupos estrangeiros produtores de cimento no mercado brasileiro; a entrada de produtos estrangeiros de cerâmica para revestimento, argamassas industrializadas, metais sanitários, ferragens, vidro, painéis de vedação. Também estão se instalando no Brasil grupos estrangeiros de revendas de materiais de construção, consultorias imobiliárias e, por meio de alianças com empresas brasileiras, empresas construtoras estrangeiras que atuam na produção de edificações. Observa-se também a participação de projetistas estrangeiros em empreendimentos brasileiros (MUSA, 1996)



de edifícios, utilizando-se de ferramentas desenvolvidas especialmente para este fim em outros países, especialmente nos Estados Unidos (BALARIN, 1996d).

Para as obras residenciais a escolha de determinados subsistemas é totalmente dependente de avaliação do impacto dos produtos sobre os custos ao longo da vida útil, como é o caso de revestimentos de fachada, cuja periodicidade de renovação/reposição de algumas alternativas representam custos elevados para os usuários e os produtos que conferem maior durabilidade são também de maior custo inicial (SindusCon-SP, 1996a).

A diferenciação de produtos como estratégia competitiva de fabricantes, construtores e até mesmo dos projetistas enquanto fornecedores, deve ser cada vez mais baseada num profundo e detalhado conhecimento das necessidades dos clientes e usuários dos produtos e serviços (GONÇALVES ; GONÇALVES FILHO, 1995; McKENNA, 1993). Para produtos de vida útil longa, os bens duráveis, as empresas dispõem de maior margem de diferenciação em relação aos bens de consumo não duráveis, na medida em que o produto permanece por mais tempo em julgamento pelo cliente. O produto edifício, dada a sua complexidade como resultado da composição de um grande número de itens de produtos e técnicas empregadas, aliado ao potencial criativo do processo de desenvolvimento do projeto, possui uma elevada margem de diferenciação entre os competidores - empresas incorporadoras/construtoras - através de fatores que agregam valor segundo a percepção dos clientes. Parte destes fatores estão relacionados à seleção de materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas construtivos, uma vez que de seu desempenho depende o atendimento de necessidades de várias naturezas.

Não se conhece ainda estudo específico (ao menos já publicado) para a produção de edificações, com o caráter de pesquisa de abrangência suficiente para caracterizar os fatores que agregam valor às edificações residenciais segundo a percepção do cliente. No entanto, vários estudos de avaliação pós-ocupação ou pesquisa de mercado demonstram a relação existente entre a seleção tecnológica e o valor atribuído pelos clientes/usuários ao produto edifício, na medida em que revelam aspectos relacionados às características de desempenho do edifício como

determinantes de suas preferências e de sua satisfação em relação aos imóveis (KNAPP, 1992; CTE, 1993; JOBIM et al., 1995).

Do ponto de vista da avaliação econômica pertinente para uma metodologia de seleção, as normas da American Society for Testing and Materials, consolidadas na coletânea “ASTM standards on building economics” (ASTM, 1992), inicialmente publicada em 1990, apresentam a natureza das decisões envolvidas, os métodos possíveis e necessários, com as diretrizes para a aplicação segundo a natureza do problema em questão.

A norma E 1185-87 “*Standard guide for selecting economic methods for evaluating investments in buildings and building systems*” (ASTM, 1992), classifica os problemas relacionados à avaliação econômica em quatro tipos de decisão de investimento em empreendimentos de edificações: aceitação/rejeição; projeto; tamanho/dimensões e prioridade.

A decisão caracterizada pela *aceitação/rejeição* é apropriada para avaliar os méritos de uma solução individualizada para atingir os objetivos de custos do empreendimento. Neste caso a solução é perfeitamente definida e única, analisada sem preocupação comparativa.

A decisão de *projeto* diz respeito a escolhas entre soluções que competem entre si para resultar num único edifício, empreendimento ou sistema construtivo, quando apenas uma solução deve ser aplicada.

A decisão relativa a *tamanho/dimensões* refere-se a escolhas entre diferentes tamanhos ou níveis de investimento que competem entre si para um edifício ou empreendimento.

Quando existe um conjunto de empreendimentos ou projetos de investimento em questão e não existem recursos disponíveis para a realização simultânea de todos, o problema é de hierarquização das necessidades, estabelecendo a necessidade de uma decisão que defina a ordem de *prioridade*.

A natureza destes problemas é ilustrada na norma citada pelos exemplos apresentados a seguir:

QUADRO 5.1 - EXEMPLOS DE DECISÕES DE INVESTIMENTO EM EMPREENDIMENTOS DE EDIFICAÇÕES

TIPO DE DECISÃO	EXEMPLOS
Aceitação ou rejeição	Um determinado sistema de aquecimento de água é efetivamente econômico*?
	O sistema de “sprinklers” para combate a incêndio é efetivamente econômico?
Projeto	Um determinado sistema de controle é econômico para gerenciar um equipamento de ar condicionado, ventilação e aquecimento?
	Um sistema de aquecimento solar de água é efetivamente econômico?
	O que é mais econômico: um sistema de envidraçamento simples, duplo ou triplo?
	Qual sistema de aquecimento é mais econômico?
	Qual a orientação solar para um edifício que se apresenta mais econômica?
	Qual o sistema de abastecimento/distribuição de água é mais econômico?
	Que tipo de sistema de vedação é mais econômico?
	Que tipo de sistema de revestimento de pisos é mais econômico?
	Que tipo de sistema de isolamento térmico é mais econômico?
	Um determinado produto com baixo custo inicial é mais econômico do que um produto substituto que apresente maior durabilidade porém custos iniciais mais elevados?
Tamanho/dimensões	Qual é o nível de isolamento térmico economicamente eficiente para os elementos de vedação vertical e horizontal (coberturas)?
	Qual a área de coletores a serem instalados num sistema de aquecimento por energia solar (para a eficiência econômica)?
	Qual o nível de eficiência de um sistema de bombas que resulta em sistema mais econômico?
	Qual o nível de eficiência de caldeiras para um sistema de aquecimento de água mais econômico?
	Qual o nível de eficiência para que um sistema de ar-condicionado seja mais eficiente?
Prioridade ou “ranking”	Qual a combinação de investimentos em um dado empreendimento é preferível do ponto de vista econômico quando cada possibilidade é justificável, mas existem restrições de recursos para executar todas simultaneamente?

Fonte: ASTM E 1185 - 87. Standard guide for selecting economic methods for evaluating investments in buildings and building systems.

\* O termo “econômico” refere-se ao original inglês “cost effective”, cujo significado é o de algo que se apresenta vantajoso quando se avalia os benefícios resultantes em relação à soma despendida para sua construção, aquisição, etc.

O tipo de decisão focalizado neste trabalho é a decisão de projeto, em que promotores, investidores/proprietários dos empreendimentos e projetistas se vêem diante da necessidade de escolher entre alternativas existentes para uma mesma solução possível, a partir de múltiplas necessidades a serem atendidas.

O agente que efetivamente se utiliza da metodologia como instrumento é por natureza o projetista, levando-se em conta que qualquer planejamento sobre o desenvolvimento do empreendimento do ponto de vista da escolha da tecnologia deverá estar baseado em estudos de projeto. O contratante/proprietário, público ou

privado, poderá no entanto se utilizar da metodologia para definições de caráter abrangente e não vinculadas a uma obra específica, como, por exemplo, na avaliação de uma política de substituição de chuveiros elétricos por aquecimento de água com sistemas a gás natural, conforme proposta por ILHA et al. (1993).

Esquemáticamente pode-se representar o problema da seguinte forma:

***DECISÃO DE INVESTIR******NUM DETERMINADO TIPO******DE EMPREENDIMENTO/EDIFICAÇÃO***

- residencial (unifamiliar; multifamiliar)
- comercial (shoppings; escritórios; restaurantes, lojas, etc.)
- industrial (indústria automobilística; farmacêutica; alimentícia; etc.)
- equipamento social (creche; escola; etc.)
- institucional (administração pública e privada)

***DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS******DO PRODUTO***

- características sócio econômicas da localização;
- características sócio econômicas do segmento de mercado;
- volume/características dos recursos do investimento
- características da comercialização (preço, prazo, etc.)



### ***DESENVOLVIMENTO DO PROJETO***

- Sistema de informações de suporte ao projeto: variáveis psicográficas e econômicas dos usuários-alvo (segmento de mercado); variáveis econômicas dos proprietários; estratégias competitivas das empresas; relações entre estas variáveis e as características físicas do produto; características do processo de produção (execução da obra); características do processo de uso; requisitos de desempenho a serem atendidos; características de desempenho das alternativas de produtos; indicadores de custos ao longo da vida útil
- Metodologia de desenvolvimento de projeto: modelo cognitivo próprio dos projetistas que desenvolvem a análise, síntese e avaliação para a decisão em vários estágios de concepção do produto, constituindo um “modelo” de pensar, conceber e desenvolver soluções de projeto. A seleção tecnológica é parte deste modelo no estágio em que as soluções já foram concebidas e devem ser viabilizadas do ponto de vista construtivo.

A seleção tecnológica ocorre a partir da necessidade já especificamente delineada de atender a uma determinada concepção de projeto, em que o projetista (de Arquitetura, estruturas, instalações, etc.) já está trabalhando com determinadas características estabelecidas previamente para viabilizar a concepção do produto.

As decisões necessárias no processo de projeto do ponto de vista da seleção tecnológica referem-se às escolhas entre *alternativas de concepção projetual* de sistemas e subsistemas que dão forma à uma concepção de projeto, e/ou às *escolhas de produtos* (materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas construtivos) que compõem os subsistemas e sistemas construtivos, disponíveis no mercado.

A realidade do mercado brasileiro atualmente, em termos de produtos e práticas de projeto coloca o problema em três níveis:

1. da escolha de alternativas de concepção projetual para alguns subsistemas, para os quais a escolha do produto em si está relacionada à metodologia de concepção de projeto que ocorre para o subsistema como um todo. Este é o caso dos sistemas prediais<sup>40</sup> de um modo geral, da estrutura que está associada à infra-estrutura e às vedações. Neste nível encontram-se as decisões que envolvem a conservação de energia e de água, os sistemas de automação predial, as soluções relacionadas ao conforto higrotérmico e acústico (SOUSA, 1994; GONÇALVES, 1994);

2. da escolha de alternativas de produtos que devam se adequar a uma concepção projetual pré-definida, da qual não faz parte uma definição prévia de uma única alternativa de produto: é o caso dos produtos para revestimentos; dos aparelhos e equipamentos de sistemas prediais; dos produtos para impermeabilização (PICCHI, 1986; MEDEIROS, 1994);

---

<sup>40</sup>O termo “sistemas prediais” segundo GONÇALVES (1994) é mais adequado e deve substituir o termo “instalações prediais”, no sentido de atribuir o enfoque sistêmico, requerido por essa área do conhecimento. Os sistemas prediais são “sistemas físicos, integrados a um edifício e que têm por finalidade dar suporte às atividades dos usuários, suprindo-os com os insumos prediais necessários e propiciando os serviços requeridos”.

3. da escolha de alternativas de sistemas construtivos, concebidos a partir de um processo de desenvolvimento que resulta na solução integral da edificação mediante o projeto de todos os subsistemas e suas interfaces (SOUSA, 1995).

Em função destas características da realidade da indústria brasileira a metodologia não é construída de forma a restringir a aplicação à seleção de um nível específico de produtos, componentes ou sistemas. Procurou-se desenvolver uma concepção metodológica que permita a aplicação da metodologia às várias situações de escolha com que se deparam os projetistas e construtores.

É preciso ressaltar, no entanto, que algumas situações próprias do “modus operandi” da indústria da construção civil brasileira representam distorções metodológicas do ponto de vista da seleção tecnológica. Por exemplo, o subsistema vedações é, por natureza, intimamente relacionado ao subsistema estrutura e a seleção tecnológica das vedações deveria estar associada integralmente à seleção do subsistema estrutural. No entanto, não é esta a prática corrente na construção civil brasileira, que após o desenvolvimento de um projeto estrutural define um subsistema de vedações que não foi estudado conjuntamente à seleção do subsistema estrutural do ponto de vista do dimensionamento das peças e coordenação modular.

Analisando-se os diversos subsistemas das edificações pode-se resumir as necessidades atuais por que passam projetistas e contratantes de obras quanto às decisões relacionadas à seleção tecnológica conforme apresentado a seguir:



QUADRO 5.2. - PRINCIPAIS DECISÕES NECESSÁRIAS NO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS NO BRASIL QUANTO À SELEÇÃO TECNOLÓGICA

SUBSISTEMA	TIPO DE DECISÃO
Infra-estrutura	Alternativas que apresentam diferenças em custos iniciais, porém têm implicações/ benefícios relacionados ao prazo de execução e características do sistema estrutural, como possibilidades de vãos. Apresentam como restrições/condicionantes as características de topografia do terreno e características do solo. Sua principal função é a segurança estrutural, mas influem também sobre a estanqueidade e durabilidade do edifício como um todo. Principais alternativas: fundações diretas (sapatas e "radiers") ou profundas (estacas escavadas; estacas cravadas)
Estrutura	Alternativas que apresentam custos iniciais diferentes, e têm como principal função a segurança estrutural e implicações sobre a concepção arquitetônica (vãos, elementos especiais, etc), durabilidade (características dos materiais e dos critérios de projeto), prazo de execução, racionalização das etapas posteriores como vedações e revestimentos, conforto térmico e acústico, estanqueidade. Principais alternativas: sistemas estruturais em concreto armado; sistemas estruturais em concreto protendido; sistemas estruturais em concreto de alto desempenho; sistemas estruturais em concreto pré-moldado; sistemas estruturais em aço; sistemas estruturais em alvenaria.
Vedações verticais	Alternativas que têm custos iniciais diferentes e também diferentes repercussões sobre os custos de operação e manutenção. Suas principais funções são relacionadas à estanqueidade e conforto (térmico e acústico) e têm implicações sobre a concepção arquitetônica, durabilidade, segurança estrutural e ao fogo, adaptação à utilização, prazo de execução e racionalização de outras etapas, como instalações e revestimentos. Principais alternativas: alvenaria tradicional* em blocos cerâmicos; alvenaria racionalizada** em blocos cerâmicos; alvenaria tradicional em blocos de concreto; alvenaria racionalizada em blocos de concreto; painéis (concreto, gesso, tipo sanduíche); fachadas em pele de vidro; paredes moldadas "in loco".
Vedações horizontais	Alternativas que têm custos iniciais diferentes e também diferentes repercussões sobre os custos de operação e manutenção. Suas principais funções são relacionadas à estanqueidade, conforto térmico e acústico e têm implicações sobre a concepção arquitetônica, durabilidade, segurança estrutural e ao fogo, prazo de execução, racionalização sobre outras etapas, como instalações e revestimentos. Principais alternativas: lajes maciças em concreto armado, lajes mistas, sistemas de cobertura em laje impermeabilizada, telhas de cimento amianto, telhas em materiais plásticos, telhas cerâmicas, cobertura em vidro ou policarbonato.

SUBSISTEMA	TIPO DE DECISÃO
Revestimentos para vedações verticais***	Alternativas que apresentam custos iniciais e repercussões sobre os custos de operação e manutenção diferentes. Fazem parte do desempenho das vedações verticais contribuindo para o atendimento dos mesmos requisitos. Deve-se enfatizar o papel dos revestimentos na estanqueidade, conforto tátil e durabilidade. Principais alternativas: revestimentos argamassados com sistemas de pintura diversos; pedras naturais; cerâmica; madeira; produtos têxteis ou de origem plástica; aço inoxidável; alumínio.
Revestimentos para vedações horizontais*	Alternativas que apresentam custos iniciais e repercussões sobre os custos de operação e manutenção diferentes. Fazem parte do desempenho das vedações horizontais contribuindo para o atendimento dos mesmos requisitos. Deve-se enfatizar seu papel na estanqueidade, conforto tátil e durabilidade. Principais alternativas: sistemas compostos por contrapiso e acabamento nivelado com pintura; madeira; produtos vinílicos e de borracha; cerâmica; pedras naturais; peças de concreto; produtos têxteis;
Impermeabilização***	Alternativas que apresentam custos iniciais e repercussões sobre os custos de operação e manutenção diferentes. Faz parte do desempenho da infra-estrutura, estrutura e vedações e está relacionada à estanqueidade à água e durabilidade.
Sistemas prediais****	Alternativas que representam custos iniciais e repercussões em relação aos custos de operação e manutenção diferentes, especialmente no que diz respeito à conservação de água e energia. Os requisitos principais que atendem são o de higiene, conforto acústico, estanqueidade, durabilidade. Têm impacto sobre a racionalização do projeto e execução de vedações. Principais alternativas: consistem de alternativas quanto à concepção de projeto antes que a alternativas de produtos, porém em produtos destaca-se - sistemas de tubulações, conexões e dispositivos para água quente em cobre e CPVC Poli(Cloreto de Vinila) Clorado; sistemas de aquecimento de água - eletricidade em unidades individuais (chuveiros elétricos); eletricidade em sistemas centralizados (aquecedores); gás em sistemas centralizados individuais ou coletivos (na unidade habitacional ou no condomínio); sistemas especiais para redução do consumo de água; sistemas centralizados e individuais de condicionamento de ar e outros.

- (\*)- O termo alvenaria tradicional refere-se ao projeto e execução desta parte da edificação segundo “uma organização tal que as operações seguem uma ordem já conhecida, onde as equipes conhecem os procedimentos de antemão sem necessidade de instruções detalhadas” (SILVA, M.A.C, 1986)
- (\*\*)- O termo alvenaria racionalizada refere-se às mudanças que podem ser observadas num determinado grupo de empresas construtoras quanto ao projeto e execução dos serviços de alvenaria tais como: a modulação de vãos segundo o tamanho dos componentes; a utilização de componentes com “design” diferenciado em relação aos componentes tradicionalmente empregados; a previsão e detalhamento da passagem dos componentes de instalações hidráulicas e elétricas; a eliminação do encunhamento com o uso de expansores; o fornecimento e transporte dos componentes em “pallets”; a utilização de bisnagas e outras novas ferramentas no assentamento, entre outras medidas.
- (\*\*\*)- Embora os revestimentos e a impermeabilização possam ser considerados parte das vedações são destacados em função da representatividade que atingem no custo inicial, seu papel nos custos de operação e manutenção e pela variedade de alternativas disponíveis no mercado.
- (\*\*\*\*)- Os sistemas prediais consistem de: suprimento de energia elétrica, gás combustível, água, esgotos, segurança e proteção contra incêndio e segurança patrimonial, conforto (por exemplo, condicionamento de ar e iluminação), transporte mecanizado (elevadores/escadas rolantes), transporte pneumático, comunicação interna, telecomunicações, automação de escritórios e predial (GONÇALVES, 1994)

Assim como na produção industrial, o produto edifício deve ser concebido a partir de um conhecimento das características a serem atendidas, segundo o segmento

de mercado a ser atingido e das características econômico-financeiras do empreendimento. A seleção trata do problema que se coloca para o projetista no momento em que ele deve dar forma à sua concepção e para o contratante no momento em que deve avaliar com o projetista as soluções alternativas com a visão do valor resultante segundo sua estratégia competitiva.

Num nível de planejamento abrangente, como é o caso do planejamento de programas habitacionais ou de construção de equipamentos sociais urbanos a seleção tecnológica é objeto de análise de alternativas de inserção das edificações num planejamento maior que requer a avaliação de aspectos sociais, políticos e econômicos envolvendo toda a comunidade a ser atendida. SANTANA (1995) estabeleceu uma metodologia específica para a seleção de tecnologias apropriadas<sup>41</sup> ao atendimento de determinadas comunidades, considerando fases de em que obrigatoriamente se promove a organização comunitária para a participação dos usuários na análise das tecnologias em julgamento.

### **5.3 Caracterização da metodologia segundo o processo de produção de edificações no Brasil**

O desenvolvimento de uma metodologia de seleção tecnológica que vem atender a problemas da natureza identificada no item anterior é motivado por expectativas de aplicações que repercutam no processo de trabalho da produção de edificações englobando vários intervenientes em toda a cadeia produtiva.

Basicamente espera-se fornecer um instrumento de gestão da qualidade do processo de produção de edificações para uso residencial em que, através da adoção coordenada da metodologia, os intervenientes neste processo de tomada de decisão compartilhem um objetivo comum de atender as necessidades dos usuários finais no que diz respeito ao desempenho do produto edifício.

---

<sup>41</sup>O termo “tecnologia apropriada” é utilizado pelo autor para designar a tecnologia “que utiliza todos os recursos disponíveis no local e tem soluções simples e acessíveis, de acordo com as condições econômicas, técnicas, sócio-culturais e políticas da comunidade-alvo e que só pode ser selecionada com a participação desta” (SANTANA, 1995).

Embora seja um instrumento do processo de desenvolvimento do projeto, a metodologia de seleção tecnológica não depende unicamente do projetista para sua efetiva implementação. A metodologia é também uma forma de induzir novos padrões de relacionamento entre fabricantes dos produtos que competem entre si ou se complementam, projetistas e promotores e proprietários/construtores/administradores dos empreendimentos, que passam a interagir quanto aos dados, informações e procedimentos de atuação no mercado envolvidos no processo de desenvolvimento do projeto e, particularmente na seleção tecnológica. Também não se restringe a um receituário a ser seguido, mas estabelece um modelo sistematizado para adequação à realidade de cada caso de aplicação possível.

LEUSIN (1995) discute a necessidade de integração da cadeia produtiva a partir da descentralização do processo de elaboração do projeto, num modelo que denomina “concepção compartilhada”. O autor ressalta que um modelo “não é uma representação completa da realidade mas, sim, um objetivo num dado instante e deve ser considerado como um vetor que será continuamente alterado, em função da dinâmica do processo de renovação”.

Vários autores apresentam a necessidade de desenvolvimento de métodos de seleção individualizados para os diversos subsistemas, ou desenvolvem metodologias especializadas em determinadas partes da edificação - sistemas de aquecimento de água, por exemplo; ou para determinados requisitos de desempenho, como o conforto higrotérmico, por exemplo (ROMERO, 1993; KOWALTOWSKI ; LABAKI, 1993; DENADRIN et al., 1993). Fabricantes de produtos para a construção civil também têm desenvolvido sistemas de seleção para a escolha adequada segundo as variáveis que devem ser consideradas do ponto de vista do desempenho esperado (ROCHA, 1995). A abordagem que se pretende atingir com uma metodologia geral é fundamentalmente a instrumentalização de um processo decisório em que se possa visualizar e resolver adequadamente as relações de interface, entendendo-se que os métodos especializados podem e devem ser integrados a esta abordagem. O avanço do conhecimento científico e tecnológico em termos dos produtos utilizados em cada subsistema construtivo e de suas interfaces ocorre em áreas específicas de pesquisa e desenvolvimento e é a partir delas que métodos e sistemas individualizados de seleção tecnológica poderão ser desenvolvidos e aperfeiçoados.

MARTHUR; McGEORGE (1991) enfatizam que as dificuldades decorrentes da fragmentação de modelos que manuseiam os fatores relacionados a custos e qualidade devem ser superados pelo compartilhamento de um sistema de informações que dê suporte ao processo decisório, envolvido em todo o ciclo de produção. Segundo estes autores os diferentes objetivos dos participantes do processo de produção têm levado a procedimentos isolados que não auxiliam a busca das melhores soluções globais e a especialização extremada fez proliferar métodos e instrumentos que subsidiam decisões isoladas.

A abordagem pretendida neste trabalho é a de estabelecer um modelo fundamentado na realidade da indústria brasileira da construção civil - o que se contrapõe à uma abordagem de abandono das práticas atuais para um novo modelo de trabalho que requeira profunda reestruturação o do “modus operandi” no mercado - com aderência às tendências e metodologias que estão sendo implantadas e aceitas pelo mercado na sua reestruturação competitiva. Por outro lado, procura-se respeitar no estabelecimento da metodologia os “processos” envolvidos no desenvolvimento do projeto, segundo os diferentes aspectos cognitivos envolvidos tendo em vista a formação, o papel e experiência acumulada dos vários atores - projetistas, construtores, fabricantes de materiais, componentes e sistemas, usuários.

Neste sentido entende-se que a metodologia consiste num instrumento de gestão da qualidade, na medida em que está fundamentada num sistema de informações de suporte ao processo de projeto e incorpora métodos e conceitos que permitem dar apoio às decisões que determinarão o atendimento às necessidades dos clientes internos e externos.

Esta visão do processo de projeto com maior incorporação das necessidades dos usuários é anterior à abordagem da gestão da qualidade neste campo. LAWSON (1986) contrapõe o papel tradicional e conservador do projetista, em que há uma separação absoluta entre quem projeta e quem executa o produto, a um novo papel em que “o projetista permanece como um profissional especialista, qualificado, mas tenta envolver os usuários dos produtos no processo de desenvolvimento”. O autor apresenta essa tendência dentro de uma abordagem que requer novas técnicas, desde levantamentos diretos com os usuários até a simulação de procedimentos por meio de

sistemas informatizados. Isto implica identificar os aspectos cruciais do problema, torná-los explícitos e considerar alternativas de ação, abandonando-se a idéia tradicional de que um projetista individualmente domina o processo.

CORNICK(1991) destaca que os problemas existentes nas edificações modernas (ou contemporâneas) parecem estar muito mais relacionados a deficiências de comunicação na fase de projeto do que a fatores meramente tecnológicos. É preciso considerar que a realidade em que o autor se baseia (Reino Unido) é bastante diferente da realidade brasileira quanto ao padrão tecnológico dos produtos intermediários e finais, e quanto às exigências de atendimento às normas técnicas e padrões preestabelecidos de qualidade, como os padrões do sistema de seguro garantia do NHBC- National Housing Building Council (JOHNSON, 1991). Isto significa que no Brasil esta consideração pode não ser assim tão absoluta, devendo-se considerar que os aspectos tecnológicos também desempenham um papel relevante na qualidade do produto final.

A realidade atual do processo de projeto, identificada através dos processos de contratação e desenvolvimento de projeto de empresas construtoras atuantes na produção habitacional em São Paulo, levou à identificação do fluxo apresentado a seguir, na figura 5.1.

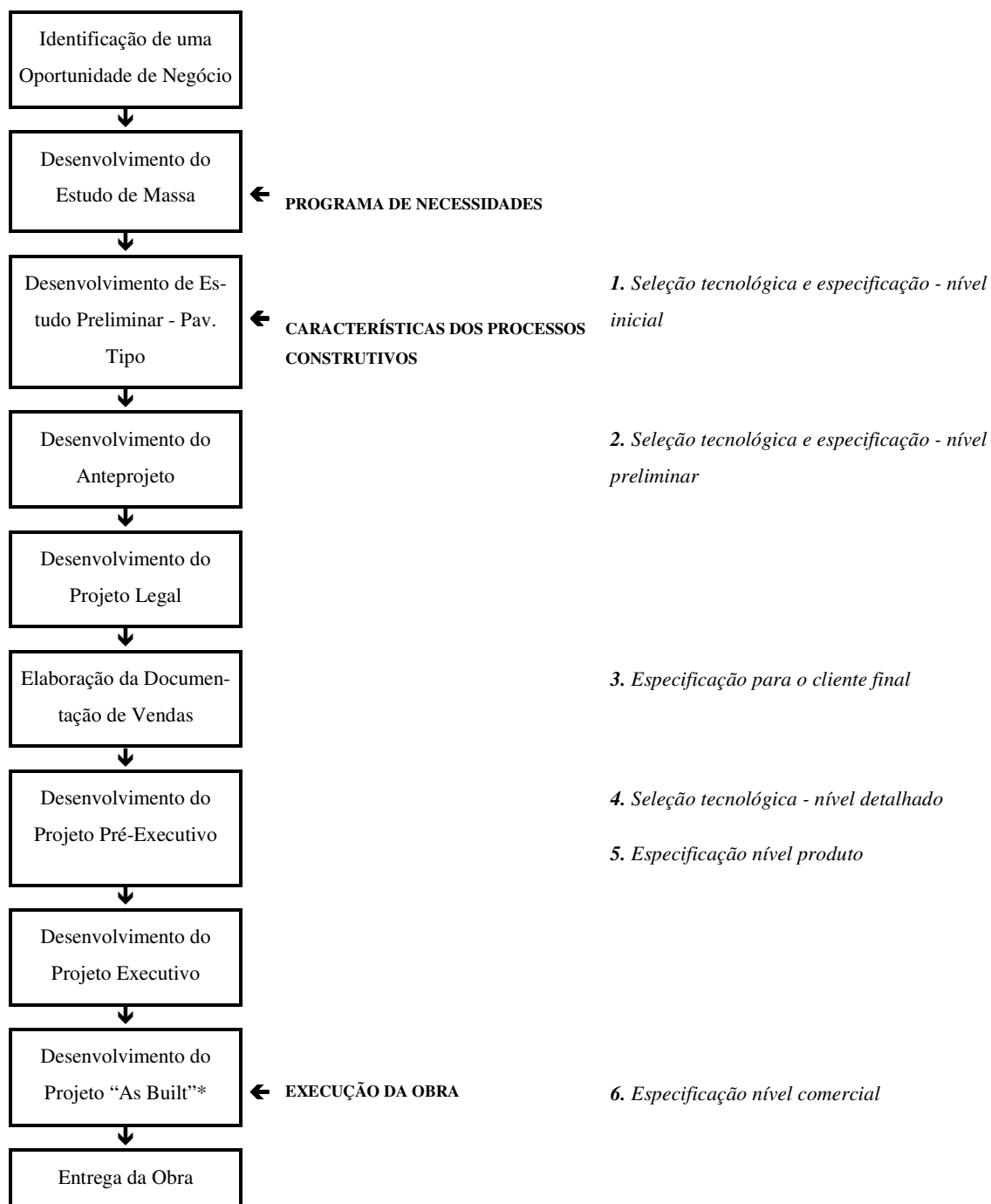


FIGURA 5.1 FLUXO GERAL DE PROJETO EM EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS - INCORPORAÇÃO

Este fluxo demonstra a inexistência de uma metodologia formal de seleção, mas uma metodologia baseada no conhecimento e experiência de atuação do projetista e da empresa contratante do projeto. Observa-se que o processo de seleção de materiais, componentes e sistemas construtivos ocorre em vários momentos distintos do processo de produção, através da especificação de materiais que se confunde com a própria seleção.

Cabe então distinguir a seleção tecnológica da especificação de materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas. A *seleção* tal como definida no capítulo 2 consiste do “*processo de escolha de uma alternativa entre várias alternativas possíveis*”, enquanto a *especificação* consiste da “*descrição das características de um produto previamente escolhido*”. Esta descrição é composta por um conjunto de dados/informações que permitam a completa caracterização dos produtos, contendo as exigências prescritivas e de desempenho (ABNT, 1995). Com esta distinção verifica-se que o processo de produção tal qual se apresenta atualmente no mercado da indústria da construção civil brasileira não se detém sobre a seleção de modo completo, efetivamente considerando um universo de alternativas possíveis. A inexistência de instrumentos adequados para a seleção e as dificuldades de obter as informações e acompanhar o surgimento de produtos no mercado faz com que projetistas e empresas construtoras mantenham-se por muito tempo trabalhando com as mesmas soluções (CORBIOLI, 1995a).

Segundo CORNICK (1991), todos os requisitos para o edifício devem ser estabelecidos na fase de projeto, o que significa que nas fases subseqüentes do processo de produção nada mais deve ser adicionado aos requisitos fundamentais estabelecidos pelo projeto. Desta forma, a gestão da qualidade na fase de projeto é uma estratégia que possibilita elevar a produtividade, pois nas fases seguintes - programação da execução e execução propriamente ditas - trata-se de meramente controlar o que foi estabelecido em projeto, que detém assim o potencial de assegurar o máximo retorno possível para os recursos a serem empregados.

No modelo proposto por LEUSIN (1995) o projeto deve ser estendido até a fase de execução, definindo-se nas fases iniciais determinados parâmetros de desempenho esperado (inclusive estético), transferindo-se para outros momentos o



detalhamento, a especificação e permitindo assim o compartilhamento de decisões entre projetistas, construtores e fabricantes.

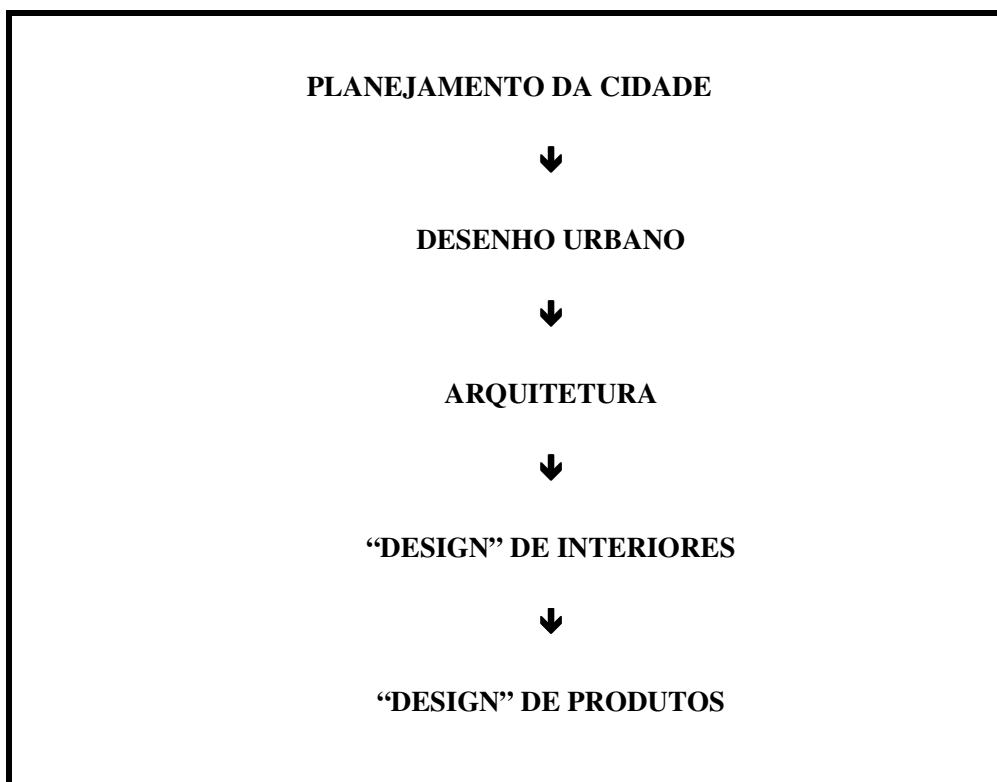
Para CORNICK (1991) um sistema de gestão da qualidade na fase de projeto pressupõe o estabelecimento de uma disciplina no desenvolvimento de cada processo, a qual assegura:

- que os requisitos que o arquiteto ou engenheiro deve satisfazer sejam claramente definidos, com o registro documentado de que eles devem ser atingidos;
- as fontes de informações que dão suporte a qualquer decisão de projeto sejam claramente definidas e integralmente documentadas;
- as responsabilidades entre o arquiteto ou engenheiro e todos os demais participantes no projeto para atingir a qualidade total sejam claramente definidas e apresentadas.

Neste sentido a metodologia de seleção tecnológica é uma parte do sistema de gestão da qualidade do processo de elaboração do projeto, a partir da qual assegura-se o suporte necessário ao processo de tomada de decisão quanto aos produtos do processo de construção.

A seleção tecnológica passa a ser neste contexto uma linguagem comum de tradução das necessidades dos usuários para a concepção dos produtos no que diz respeito a todos os agentes da cadeia produtiva.

- conhecimento necessário ao desenvolvimento de produtos segue uma hierarquia nos campos do “design” voltado ao ambiente construído, que é apresentado por LAWSON (1980):



Essa hierarquia demonstra que o processo de desenvolvimento de cada nível de “produto” - a cidade, o edifício, os ambientes do edifício e os produtos que o compõem mantém uma interligação em que as decisões tomadas nos níveis superiores condicionam o desenvolvimento nos níveis inferiores. Assim, por exemplo, os materiais e componentes estão “subordinados” à concepção de ambientes, estes à concepção do edifício e este à cidade. As necessidades a serem atendidas seguem, portanto, esta hierarquia.

Todo o processo de desenvolvimento de novos produtos na indústria da construção civil brasileira, seja o desenvolvimento de materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas construtivos ou das próprias edificações ressen-te-se da falta de planejamento adequado partindo de princípios ligados à administração de “marketing” e estratégia competitiva que, posteriormente, resulta numa grande dificuldade de penetração no mercado e baixa rentabilidade. Alguns produtos

desenvolvidos pela indústria de materiais e componentes permanecem por longo tempo com baixa taxa de utilização pelos construtores e pelo usuário final em obras desenvolvidas por iniciativa própria em função de não atenderem adequadamente suas necessidades. Ainda na década de 80, identificava-se a falta de incorporação de métodos de projeto e desenvolvimento de produtos na construção civil baseados nos princípios de engenharia de produto (IPT, 1988).

Considerando-se à parte as deficiências internas das empresas sob estes aspectos, isto se deve às próprias deficiências de integração da cadeia produtiva, que não permitem a efetiva identificação da inserção dos produtos na tecnologia construtiva, e no desempenho do produto final no processo de uso (MAWAKDIYE, 1995b; CORBIOLI, 1995b).

Esta integração pode ser caracterizada a partir do conceito de alianças estratégicas, ou seja, arranjos de relacionamento entre empresas que “cooperam em nome de suas necessidades mútuas e compartilham dos riscos para alcançar um objetivo comum” (LEWIS, 1992). Estes arranjos podem assumir vários formatos: a cooperação informal - sem vínculo contratual; alianças formais ou contratuais e as alianças de capital - investimentos, consórcios, “joint ventures”. As redes estratégicas se constituem de um ou mais tipos de alianças entre um grupo de empresas e/ou instituições de um modo geral. Os objetivos das alianças entre duas empresas e/ou das redes estratégicas são os mais diversos envolvendo a troca de “know-how” sobre aspectos da produção e comercialização; a cooperação para o desenvolvimento tecnológico; a complementaridade de produtos e serviços para atingir um determinado nível de “market-share”; a redução de custos de todos os participantes e vários outros.

Os principais tipos de redes que se observa na construção civil brasileira são:

- as redes de integração vertical: consistem do relacionamento entre fornecedores e clientes internos ao processo de produção de edificações. A integração vertical ocorre a partir de alianças que podem se estabelecer para as mais diversas finalidades entre um fabricante e outro para o qual o produto gerado pelo primeiro constitui-se num insumo. Cada membro da cadeia assim constituída agrega valor ao produto final. Estas relações na cadeia produtiva podem ser exemplificadas a partir de

experiências da indústria brasileira: relações entre os produtores de resina de PVC - Poli(Cloreto de Vinila) - e fabricantes de tubos e conexões de PVC, para ações no campo da qualidade e desenvolvimento tecnológico (IPT, 1994); relações entre fabricantes de perfis de alumínio e fabricantes de esquadrias para ações de desenvolvimento tecnológico visando a qualidade do produto final (FINESTRA BRASIL, 1995), a atuação cooperativa entre fabricantes de carpetes e seus fornecedores para ampliar seu “market-share” em relação aos demais produtos para revestimentos de pisos (INDRIUNAS, 1996) ou alianças entre os diversos fabricantes e os construtores para a promoção de ações visando a qualidade, como foi o caso dos acordos de cooperação técnica firmados entre o SindusCon-SP e as entidades representativas dos fabricantes de cerâmica para revestimentos, cal, cimento, esquadrias de alumínio, serviços de concretagem, tubos e conexões de PVC (Revista OBRA, 1996).

- as redes de integração horizontal: consiste do relacionamento entre fabricantes cujos produtos se complementam e cuja cooperação resulta do fato de que as estratégias de posicionamento no mercado são beneficiadas com uma atuação conjunta. Este é o caso de aliança entre um fabricante de cerâmica para revestimentos e um fabricante de metais sanitários cuja estratégia de diferenciação de produtos consiste em fornecer a solução completa para banheiros e cozinhas, entre fabricantes de esquadrias e de vidros, cuja estratégia de diferenciação de produtos consiste em oferecer uma solução racionalizadora - esquadrias fornecidas com vidros colocados - pela eliminação da etapa de colocação dos vidros no canteiro<sup>42</sup>, ou o projeto cooperativo a ser desenvolvido entre escritórios de projeto de Arquitetura, de estruturas e de sistemas prediais com a colaboração de empresas construtoras e incorporadoras em São Paulo para o desenvolvimento de uma metodologia de gestão da qualidade visando a competitividade dos escritórios por meio do atendimento das necessidades de seus clientes<sup>43</sup>. Vários outros tipos de redes são analisados por CUNHA et al. (1995) revelando iniciativas de cooperação em termos de

---

<sup>42</sup>Estas informações foram obtidas mediante entrevistas realizadas com as empresas envolvidas.

<sup>43</sup>Conforme protocolo assinado entre o SindusCon-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de São Paulo e a AsBEA - Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura; ABECE - Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural e a Divisão de Instalações Prediais do Instituto de Engenharia de São Paulo.

desenvolvimento tecnológico, gestão da qualidade, parcerias para a viabilização financeira de empreendimentos.

Para a compreensão adequada sobre estas ocorrências é preciso estabelecer o conceito de *produto* segundo a conceituação utilizada pelas áreas do conhecimento de “marketing” e qualidade.

O quadro a seguir resume esta conceituação segundo quatro autores selecionados em função de caracterizarem as linhas principais encontradas na literatura:

QUADRO 5.3. - CONCEITOS DE PRODUTOS E SERVIÇOS SEGUNDO AUTORES SELECIONADOS

AUTOR	NÍVEIS DE PRODUTOS E SERVIÇOS
KOTLER (1993)	1. “Core product” = necessidades básicas do consumidor / usuário 2. Produto tangível = características físicas do produto 3. Produto ampliado = características físicas + serviços
LEVITT ((1990)	1. Produto genérico = produto básico 2. Produto esperado = produto genérico + expectativas mínimas do cliente 3. Produto aumentado = nível 1 + nível 2 + fatores de diferenciação 4. Produto potencial = todas as possibilidades latentes em todos os níveis anteriores
RUST et al.(1994)	1. Produto físico = parte tangível do processo de produção 2. Produto do serviço = parte que pode ser planejada e programada 3. Ambiente do serviço = cenário da realização do serviço 4. Entrega do serviço = forma como o serviço é passado ao cliente
McKENNA (1989; 1993)	1. Produto tangível = aspectos mensuráveis do produto como especificações técnicas; preço; 2. Produto intangível = aspectos do produto e dos serviços que não podem ser quantificados de forma absoluta, tais como: confiabilidade; garantia da qualidade; assistência técnica; 3. Produto total = produto tangível + produto intangível

Verifica-se que os “produtos” são entendidos por todos os autores analisados como uma somatória de características físicas, econômicas e de serviços agregados, as quais influem sobre a decisão de compra dos consumidores de forma diferenciada, podendo se constituir em fatores competitivos diferentes segundo as características do segmento de mercado em que se está atuando.

FUSCO (1995) discute os enfoques de GARVIN e ENGEL e de , BLACKWELL e MINIARD, os quais apresentam as dimensões de necessidades dos clientes, enfatizando que “um consumidor com certo perfil próprio de necessidades

peçoais, para atender a determinadas exigências ditadas pelo contexto em que vive, irá exigir produtos ou serviços que possuam também certo perfil próprio de características que lhe pareçam harmônicas ou que sejam percebidas como tal”. No entanto, o autor destaca que as dimensões da qualidade segundo a percepção do cliente são traduzidas para as dimensões competitivas da fabricação e respectivas estratégias de operações, quando são submetidas às necessidades e limitações do processo fabril. É justamente quando estas limitações se mostram inibidoras do atendimento aos usuários com o comprometimento da competitividade que constata-se a necessidade da pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Neste contexto as alianças ou redes estratégicas se estabelecem, na medida em que muitos produtores percebem que podem atingir as necessidades de seus clientes de forma diferenciada em relação aos seus concorrentes com a incorporação do “know-how” que aborda uma ou mais dimensões dos produtos.

Os fatores competitivos que, segundo o julgamento dos clientes, se transformam em vantagem competitiva devem ser identificados mediante metodologias apropriadas de levantamento diretamente junto aos clientes/usuários dos produtos, considerando os vários conjuntos de clientes que constituem os segmentos de mercado.

PAULINO et al. (1995) apresentam uma metodologia que hierarquiza os atributos imobiliários segundo a visão de valor dos clientes. Os autores consideram as várias fontes de obtenção de informações que possibilitem delimitar o valor atribuído pelo cliente aos atributos dos imóveis através dos requisitos de desempenho, das necessidades dos usuários que extrapolam o desempenho, das características que motivam o cliente a buscar o imóvel, das variáveis formadoras de valor perante o mercado imobiliário, dos “briefings” de projeto, de avaliação pós-ocupação, de variáveis utilizadas na técnica de preferência declarada e variáveis macroeconômicas.

Os segmentos de mercado para os produtos industriais de um modo geral são estabelecidos em função de uma análise de características comuns de comportamento mediante o produto. Para esta análise um grande número de variáveis pode ser utilizado, tais como as variáveis apresentadas no quadro a seguir:

QUADRO 5.4. - PRINCIPAIS VARIÁVEIS UTILIZADAS PARA O ESTABELECIMENTO DE SEGMENTOS DE MERCADO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS

VARIÁVEIS	POSSIBILIDADES DE DESDOBRAMENTOS
• GEOGRÁFICAS	
Região	Norte; Sul; Recôncavo Baiano; bairro; etc
Tamanho dos municípios	Classes de municípios: pequeno porte; médio porte; etc
Tamanho da área metropolitana	Menor que 5.000 habitantes; $\geq 5000$ e $\leq 20.000$ ; etc
Concentração urbana	% da população nas zonas urbanas
Clima	Quente e úmido; semi-árido; frio e úmido, etc
• DEMOGRÁFICAS	
Idade	Abaixo de 6 anos
Sexo	Masculino e feminino
Tamanho da família	1 a 2 pessoas adultas; mais de duas pessoas adultas; duas crianças até 7 anos; etc
Ciclo de vida da família	Jovem solteiro; casal jovem, sem filhos; mulher jovem solteira; mulher acima de 30 anos solteira; casal acima de 30 anos com até dois filhos menores que 7 anos; etc.
Renda	Abaixo de dois salários-mínimos; $\geq 2$ salários mínimos; etc.
Ocupação dos adultos da família	Liberal (engenharia, medicina, advocacia, etc) ; funcionalismo público;
Educação	1º grau completo; 2º grau; universitário/graduação/pós-graduação, etc
Religião	Católica, budista, judaica, etc
Raça	Branco, negro, orientais
Nacionalidade	Brasileira, inglesa, francesa, etc
• PSICOGRÁFICAS	
Classe social	Miseráveis, pobres, classe operária, classe média, etc
Estilo de vida	Esportistas, sedentários, intelectuais, workaholics, sofisticados, "low profile"
Personalidade	Impulsivos, autoritários, participativos, ambiciosos
Hierarquia de valores relacionados	Saúde, ecologia, democracia, etc
Ocasões	Normais; especiais
Benefícios	Qualidade; serviços agregados; economia
Condição do usuário	Não usuário; ex-usuário; usuário em potencial; usuário principiante; auto-aplicador; contratante de serviços
Taxa de uso	Pequena, média, grande
Grau de lealdade	Nenhum, médio, forte
Atitude em relação ao produto	Entusiástica; positiva; indiferente; negativa; hostil
Estágio de aptidão	Inconsciente; consciente; informado; interessado; desejoso; disposto a comprar

\*Elaboração com base em KOTLER, 1993.

Através do estabelecimento de segmentos de mercado segundo este tipo de análise para a produção de edificações é possível estabelecer entre outros aspectos:

- a estratégia competitiva que direciona a atuação da empresa;
- os fatores críticos de sucesso que direcionam a metodologia de desenvolvimento de produtos.

Os fatores críticos de sucesso são os fatores que, segundo as necessidades dos clientes são considerados decisivos para que uma empresa atinja a preferência do seu consumidor mediante os concorrentes (PORTER, 1992).

A metodologia de seleção tecnológica é condicionada por estes dois aspectos, na medida em que a estratégia competitiva do agente promotor define o “peso” que os critérios de seleção podem assumir, segundo a necessidade da empresa obter vantagens competitivas e os fatores críticos de sucesso definem como obter estas vantagens competitivas, a partir do julgamento do cliente.

CARDOSO (1995) em análise da estratégia genérica de competição pelos custos estabelece um paralelo entre empresas brasileiras e francesas. Nestas últimas a competição requer a melhoria do desempenho do produto edifício em termos de custos de operação e manutenção, observando que este “nem sempre é um critério essencial no Brasil”.

Assim, a avaliação econômica na seleção tecnológica com o enfoque de custos ao longo da vida útil se coloca como parte de uma estratégia de competição por custos. Analisando por outra ótica, pode-se verificar que opções de produtos que privilegiam os custos ao longo da vida útil, reduzindo o impacto do custo inicial sobre as decisões de projeto e compra, se apresentam como diferenciação em relação a alternativas de efeito inicial similar em termos de desempenho e custos. PORTER (1992) destaca que em muitas situações o cliente só percebe a diferenciação do produto após uma ampla experiência no seu uso, necessária para uma compreensão sobre a forma como o produto físico afeta o custo ou desempenho.

A seleção tecnológica parte então das necessidades dos clientes externos (usuários) segundo uma lógica de segmento de mercado, em que o primeiro estágio de caracterização destas necessidades é a identificação das variáveis que definem os grupos de consumidores, segundo seu comportamento perante o produto edificação.

Algumas empresas incorporadoras desenvolvem trabalhos de pesquisa de mercado para desenvolver seus produtos e de alguma forma definem seus segmentos de atuação. Observa-se, porém, que as variáveis utilizadas para esta definição não são



suficientemente abrangentes para definir conjuntos de consumidores segundo seu comportamento perante o produto “habitação”<sup>44</sup>.

Por meio de entrevistas realizadas com diretores de empresas construtoras/incorporadoras identificou-se que, na prática, apenas os seguintes fatores são analisados, ainda que de forma heterogênea entre as empresas:

1. Renda familiar - definindo-se três classes genéricas de renda no mercado imobiliário: A, B e C sem uma caracterização precisa dos limites entre uma e outra classe.

2. Características da família - apenas no que diz respeito ao número de pessoas, visando identificar o tamanho em termos de área e número de dormitórios.

3. Preferências quanto às características do produto - alguns aspectos de projeto, restritos aos equipamentos coletivos em sua maioria, localização e poucos aspectos quanto às características da unidade autônoma.

Estes fatores são analisados em estudos desta natureza com um caráter microeconômico, de forma localizada em zonas urbanas pré-delimitadas. JANUZZI (1995) analisa os dados censitários para identificar mudanças na estrutura etária, na composição familiar e na distribuição geográfica da população brasileira, demonstrando o impacto dessas mudanças sobre a demanda de bens e serviços. Os dados analisados demonstram nitidamente a tendência de “envelhecimento” da população, diminuição de tamanho das famílias e aumento da expectativa de vida da população. Isto resulta em mudanças como a maior intensidade de demanda por bens de consumo duráveis, viagens, seguros, e outros. O autor destaca, por exemplo, que “famílias menores requerem apartamentos, mobiliário e eletrodomésticos mais compactos”.

---

<sup>44</sup>O arquiteto Siegbert Zanettini destaca: “Nessa área habitacional, que é marcante, eu pergunto aos empresários: quem investiu um pouco para saber que existem variações no tamanho da família nas várias faixas sociais? Quem sabe que uma fatia da população, cerca de 10%, mora sozinha? Alguém pensou em algum tipo de habitação para pessoas sozinhas, por exemplo? Nunca. Então um apartamento padrão, de 45 m<sup>2</sup>, 50 m<sup>2</sup>, é vendido para qualquer faixa. Faltam produtos mais bem direcionados à necessidade do usuário”(CORBIOLI, 1995b).

PAULINO et al. (1995) manifestam a necessidade de avaliação do impacto dos custos de operação e manutenção para as pesquisas mercadológicas, os quais representam a ligação entre o espaço físico, sua funcionalidade e utilidade nas preferências dos usuários.

No caso de empreendimentos habitacionais promovidos pelo Poder Público, a variável determinante da segmentação de mercado é a renda familiar quando então são definidos limites mais precisos do que no mercado imobiliário. Estes limites estão vinculados ao sistema de financiamento, mas são determinantes do processo de seleção tecnológica que ocorre neste tipo de empreendimento. A partir da classe de renda a ser atingida são definidas as características do produto, ligadas essencialmente ao custo inicial. Assim a seleção tecnológica é associada a uma variável de segmentação de mercado que determina a capacidade de pagar das famílias e à disponibilidade de recursos, o que a faz estar baseada fundamentalmente em custos iniciais.

No entanto, a tendência de mudanças no sentido de uma maior possibilidade de basear a seleção tecnológica em requisitos que afetam os custos de operação e manutenção podem ser constatados a partir do movimento pela qualidade e produtividade que atinge também os processos de contratação de obras públicas. Exemplo significativo desta tendência pode ser constatado pelo Programa de Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo, estabelecido pela Resolução SH-89, de 10 de novembro de 1994. Entre os objetivos do Programa coordenado pela CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo está o de atingir elevado grau de satisfação do usuário final com o menor dispêndio financeiro possível, por meio da maximização da relação benefício/custo, considerando-se o custo inicial e os custos de manutenção e operação (CDHU, 1994).

O problema que se coloca do ponto de vista da seleção tecnológica é, pois, diferente para cada segmento de mercado em função das características do cliente externo e das características de promoção dos empreendimentos. Na produção conduzida no âmbito do mercado imobiliário, o atendimento às necessidades dos usuários pode requerer uma avaliação do valor atribuído pelos clientes a determinados

aspectos no sentido da troca que estão dispostos a fazer entre custos iniciais e futuros, conforme resultados apresentados por JOBIM et al., 1995.

Deve-se considerar ainda que a própria essência da metodologia de seleção pressupõe que todos os envolvidos - projetistas, construtores e fabricantes, sejam orientados para o cliente, ou para o mercado. Essa posição é antagônica a uma posição de orientação para a produção que ainda está presente em muitas áreas e empresas da cadeia produtiva da construção civil. Exemplos dessa orientação para a produção podem ser observados no mercado nas empresas construtoras que desenvolvem vários meios de racionalizar o processo de produção, elevando a produtividade e reduzindo custos, mas mantendo por outro lado baixa flexibilidade de atendimento às necessidades do cliente, como a personalização do acabamento, modificações em planta, e serviços relativos a compra como o cumprimento de condições contratuais. Muitos casos desta natureza só são resolvidos através da intervenção do PROCON (Serviço de Proteção ao Consumidor) e da Justiça (PASTOR, 1993; DUARTE, 1993).

Entre os fabricantes, um exemplo pode ser a tendência atual da indústria de cerâmica para revestimento em que a diversidade de formatos oferecida é considerada fator de diferenciação entre os competidores, no entanto, projetistas e construtores manifestam insatisfação com relação a estes produtos, pois os formatos existentes no mercado em sua maioria não atendem as necessidades de racionalização do projeto e execução (SindusCon-SP, 1996a).

Um exemplo contrário é a tendência de agregação de valor que vem sendo registrada entre os fabricantes de cimento - produto considerado homogêneo ou “commoditie” - que num movimento mundial vem sendo produzido segundo usos específicos e os respectivos fabricantes vêm constituindo áreas de negócios relacionadas a produtos que utilizam o cimento como matéria-prima e/ou oferecem serviços agregados<sup>45</sup>.

---

<sup>45</sup>Pode-se constatar atualmente um crescimento do número de tipos de cimento disponíveis no mercado e empresas produtoras de cimento investindo na constituição de empresas coligadas fabricantes de argamassas, incluindo o serviço de fornecimento por meio de silos, e fornecedores de serviços de concretagem.

A identificação das reais necessidades dos clientes de todo o processo de produção - até o momento em que se atinge o cliente externo - é uma fase anterior à metodologia de seleção, que está relacionada à estratégia comercial do empreendedor e à concepção do projeto, mas estas informações são necessárias e fundamentais para a metodologia. Este levantamento deve seguir metodologia própria, fundamentada em técnicas de “marketing” e de avaliação pós-ocupação, mas está intimamente relacionado à segmentação de mercado e estratégia competitiva definida.

FRANCHI (1991) estudou as características que contribuem para a formação do valor de apartamentos na cidade de Porto Alegre através de modelos estatísticos de análise de correlação entre 11 variáveis escolhidas e o valor de venda dos imóveis. O estudo concentrou-se nos segmentos de mercado relacionados à classe de renda média e alta e utilizou variáveis como bairro, localização, características do prédio, características da unidade (padrão de acabamento, instalação de água quente, instalação de ar condicionado, número de garagens, orientação solar, etc), área, tempo de permanência no mercado, data de conclusão da obra, natureza da informação quanto à comercialização, tempo, percentual financiado, preço. Os resultados obtidos demonstraram elevada correlação entre o valor de venda dos imóveis e sua área e, entre as demais variáveis, apenas a localização do imóvel apresentou significância suficiente para ser mantida no modelo de formação de valor. Estes resultados, no entanto, não estão relacionadas aos fatores que definem a compra, ou seja, os requisitos que os usuários querem ver atendidos e que se constituem nos fatores críticos de sucesso. O “valor” neste caso refere-se ao valor de mercado, conforme definido no Capítulo 2, que é uma estimativa do valor mais provável de uma variável aleatória para a qual contribuem muitos fatores relacionados ao bem propriamente dito e fatores subjetivos definidos pelos consumidores.

Para que uma metodologia de seleção tecnológica na fase de projeto resulte em decisões que efetivamente se incorporem ao processo de produção, deve ser concebida com mecanismos que permitam considerar a estratégia competitiva da empresa contratante/proprietária da obra e as implicações desta estratégia para o processo decisório.

Uma estratégia perfeitamente definida e estabelecida como diretriz da empresa exige um acompanhamento contínuo dos fatores críticos de sucesso, permitindo analisar sua posição competitiva mediante o julgamento do cliente. Avaliações desta natureza relativas ao produto devem constituir um processo sistemático de retroalimentação da própria metodologia, na medida em que os “pesos” a serem atribuídos aos requisitos e critérios da metodologia devem ser resultantes dos valores dos clientes.

Este é um aspecto essencialmente novo da abordagem da avaliação de desempenho e seleção tecnológica na produção de edificações, que afeta de forma significativa todo o processo de desenvolvimento do projeto e gestão da qualidade deste processo. Incorpora-se assim uma abordagem pela qual as necessidades dos clientes internos a todos os processos - fabricantes de materiais e componentes, projetistas, empresas construtoras - são situadas num contexto de competição empresarial.

Esta abordagem decorre da constatação possível a partir da aplicação do modelo de PORTER (1991), conforme apresentado no Capítulo 3, de que a extrema lentidão com que os agentes de produção começaram a atribuir importância aos custos de operação e manutenção (em comparação à construção civil em países desenvolvidos) pode ser associada às características da competição da indústria da construção civil vigentes até o início dos anos 90.

Sob esta ótica pode-se relacionar os aspectos do desenvolvimento de produtos para a construção civil com a situação que caracteriza a seleção tecnológica da seguinte forma:

QUADRO 5.5 - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL E SUAS CONSEQUÊNCIAS PARA A SELEÇÃO TECNOLÓGICA<sup>46</sup>

CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	CONSEQUÊNCIAS PARA O PROJETO, SELEÇÃO TECNOLÓGICA E ESPECIFICAÇÃO
<p>Falta de distinção adequada entre os papéis dos clientes e canais de distribuição.</p> <p>Parte da indústria de materiais, componentes, subsistemas e sistemas não percebe o cliente final de forma adequada segundo os vários fluxos de produção de edificações possíveis, dando o tratamento de “cliente” aos canais de distribuição - revendedor e construtoras. Agentes de especificação - projetistas e as próprias construtoras não recebem uma abordagem compatível com o seu papel no processo de utilização dos produtos. Há uma ênfase ao consumo por parte do usuário final através de obras novas ou reformas, porém as estratégias para atingir este consumidor são da responsabilidade quase exclusiva dos revendedores.</p>	<p>Não havendo metodologia adequada de segmentação de mercado, não há metodologia adequada para identificação das necessidades dos clientes internos e externos ao processo de uso dos produtos e de seus respectivos procedimentos de projeto, seleção e especificação, aplicação, uso e manutenção. O resultado é que muitos produtos não têm aceitação compatível com o esforço de desenvolvimento e outros apresentam desempenho inadequado ao longo da vida útil.</p>
<p>Emprego insuficiente de metodologias de avaliação dos produtos previamente à colocação no mercado.</p>	<p>Produtos colocados no mercado sem avaliação não apresentam os dados necessários para a caracterização do comportamento ao longo da vida útil e, conseqüentemente, podem ser usados erroneamente ou efetivamente não terem desempenho adequado.</p>
<p>Baixo conhecimento por parte de fabricantes sobre a tecnologia de aplicação dos produtos e interfaces dos mesmos com outros produtos.</p>	<p>Os produtos resultantes não incorporam assim todos os requisitos de desempenho no seu desenvolvimento. Destaca-se neste sentido que aspectos que determinam os custos decorrentes da produtividade e os custos ao longo da vida útil não são adequadamente considerados no processo de desenvolvimento do produto.</p>

<sup>46</sup>Para esta caracterização foram utilizados estudos desenvolvidos no âmbito da interface entre fabricantes e construtoras/projetistas e com usuários finais através de: visitas, entrevistas e reuniões com profissionais de escritórios de projeto de São Paulo, Fortaleza, Recife, Porto Alegre; empresas construtoras em São Paulo, Porto Alegre, Fortaleza, Salvador, Curitiba; revendedores de materiais de construção em São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Curitiba, Salvador, Fortaleza, Recife e Porto Alegre; fabricantes de materiais e componentes dos setores de: cerâmica para revestimentos; cal; cimento; tubos e conexões de PVC; aço para concreto; louças e metais sanitários; ferragens; esquadrias de alumínio; produtos para impermeabilização; serviços de concretagem; componentes elétricos para a construção civil; argamassas industrializadas em várias localidades brasileiras. Foram realizadas ainda entrevistas com usuários finais e com fabricantes de origem italiana, alemã, norte-americana, francesa e espanhola de cerâmica para revestimentos e de louças e metais sanitários, bem como fabricantes de origem italiana e norte-americana de argamassas industrializadas. Foram mantidos contatos através de questionários com fabricantes de cimento de origem japonesa e suíça.

CARACTERÍSTICAS DO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	CONSEQUÊNCIAS PARA O PROJETO, SELEÇÃO TECNOLÓGICA E ESPECIFICAÇÃO
Elevado teor de “cópia” de produtos de outros países decorrente da ausência de uma capacitação para efetivo desenvolvimento de novos produtos e da falta de legislação eficiente em termos de patentes.	As condições da tecnologia construtiva brasileira e as condições de exposição não são adequadamente consideradas, resultando em problemas de desempenho quando os produtos são colocados em uso. Por outro lado, impõe-se ao mercado determinados padrões que não são compatíveis com a realidade do País em termos de cultura dos consumidores e características econômicas do mercado, deixando de atender necessidades próprias do mercado brasileiro.
Em alguns setores, presença muito acentuada de fabricantes, cuja estratégia competitiva é deliberadamente a não conformidade às normas técnicas, ou fabricantes que não tem capacitação cultural/técnica para atingir o grau de desenvolvimento necessário para atender as exigências de normas.	Dificuldades de seleção entre produtores de setores que possuem grande número de empresas concorrentes, prejuízos à construtora e usuário, necessidade de procedimentos de controle rigorosos e concorrência predatória que reduz as possibilidades de atuação das empresas que produzem em conformidade às normas técnicas nos segmentos de mercado de baixa renda.
Falta de acompanhamento do desempenho dos produtos em uso.	Ausência de mecanismos de retroalimentação do desenvolvimento de produtos a partir de medidas da satisfação das necessidades dos usuários.
Baixo poder aquisitivo e cultura da compra pelo mais baixo preço entre os clientes internos e externos.	Baixa atratividade para o desenvolvimento de produtos com maior teor de tecnologia incorporado ou para a entrada de novos competidores (especialmente os competidores estrangeiros com capacitação tecnológica mais elevada).

#### 5.4 Aplicações e usuários da metodologia

A metodologia de seleção tecnológica é por excelência um instrumento do desenvolvimento de projeto, no entanto, pode ser empregada de várias formas no processo de produção como um todo.

QUADRO 5.6 - APLICAÇÕES, USUÁRIOS E OBJETIVOS DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA

APLICAÇÃO/USUÁRIO	OBJETIVO DA APLICAÇÃO
<p>Processo de definição das características do “produto” edifício; análise de viabilidade e detalhamento do produto e processos construtivos em obras novas e reformas - Incorporadores e proprietários de obras em geral</p> <p>Definição e planejamento de programas habitacionais promovidos pelo Estado</p>	<p>Levantar as necessidades a serem atendidas pelo “produto” edifício sob a ótica do usuário final e clientes internos do processo através de instrumentos metodológicos compatíveis com a seleção tecnológica.</p> <p>Fornecer o conjunto de informações capaz de dar suporte ao projetista para a concepção do produto segundo as características do segmento de mercado e estratégia competitiva da empresa.</p> <p>Considerar o universo de alternativas possíveis à solução de projeto pretendida e avaliar em conjunto com os projetistas, ou individualmente, a adequação das mesmas segundo o valor diante das necessidades caracterizadas.</p>
<p>Desenvolvimento do projeto - Projetistas: Arquitetura; Estruturas; Vedações; Sistemas prediais; Paisagismo; Impermeabilização</p>	<p>Selecionar materiais, componentes, elementos, subsistemas ou sistemas num conjunto de alternativas possíveis para a concepção de projeto estabelecida segundo critérios que considerem o comportamento do edifício em uso ao longo de sua vida útil.</p>
<p>Desenvolvimento dos produtos, “marketing” e assistência técnica - Fabricantes de materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas construtivos</p>	<p>Conhecimento detalhado das necessidades dos clientes internos e externos quanto ao desempenho dos seus produtos (incluindo os serviços associados aos mesmos) segundo o segmento de mercado, para definição de estratégias de desenvolvimento de produtos, assistência técnica, “marketing” e serviços de um modo geral.</p>

O enfoque da metodologia é de estabelecimento de condições para comunicação e integração do processo produtivo visando um “domínio coletivo”, conforme a análise do processo de produção desenvolvido por CARDOSO (1995), para o caso da construção civil na França.

Assim, a metodologia é instrumento para qualquer um dos agentes intervenientes envolvidos, mas sua finalidade central é a de seleção entre alternativas por parte do(s) agente(s) que detem o poder de decisão sobre esta escolha. O emprego da metodologia é, por excelência, voltado à assegurar a satisfação dos usuários no que diz respeito às características do produto decorrentes das opções tecnológicas.

Uma particular aplicação se dá nos programas habitacionais promovidos pelo Estado, em que o poder de compra e a possibilidade de trabalhar com bases de dados amplas para compor o sistema de informações acarretam facilidade de adoção da metodologia. Nestes casos a seleção de tecnologia com a avaliação de custos ao longo da vida útil se torna especialmente necessária, tendo em vista que os segmentos de mercado atendidos têm limitações significativas de ordem técnica e econômica para



arcar com custos ao longo da vida útil. Estas dificuldades fazem com que o usuário não realize os serviços que permitam manter o desempenho das edificações em níveis adequados e geram a deterioração precoce parcial ou integral. Por outro lado, escolhas não fundamentadas nas necessidades de economia ao longo da vida útil geram outros custos como os custos decorrentes do excessivo consumo de energia ou de água tendo em vista a política de despojamento das unidades habitacionais e baixo incentivo a que fabricantes de materiais e componentes introduzam inovações tecnológicas voltadas a estes aspectos.

A metodologia de seleção tecnológica quando utilizada pelo Poder Público permite ainda a adoção de critérios adequados às necessidades regionais/locais, ao contrário de uma metodologia de parâmetros fixos, muitas vezes propostas pelos contratantes públicos.

### **5.5 O modelo geral da metodologia de seleção tecnológica**

O modelo geral da metodologia de seleção tecnológica está fundamentado nas abordagens apresentadas no Capítulo 3 e contextualizado pelas considerações dos itens anteriores deste capítulo que delimitam o papel da metodologia na gestão do processo de produção da construção civil, segundo a dinâmica da competição empresarial. A metodologia consiste de um modelo que visa dotar o processo decisório envolvido na definição dos itens que compõem a tecnologia construtiva de uma estrutura de suporte constituída de métodos de identificação de necessidades a serem atendidas, de organização e tratamento dos dados e informações, de atribuição de valor, de comparação entre alternativas e de retroalimentação.

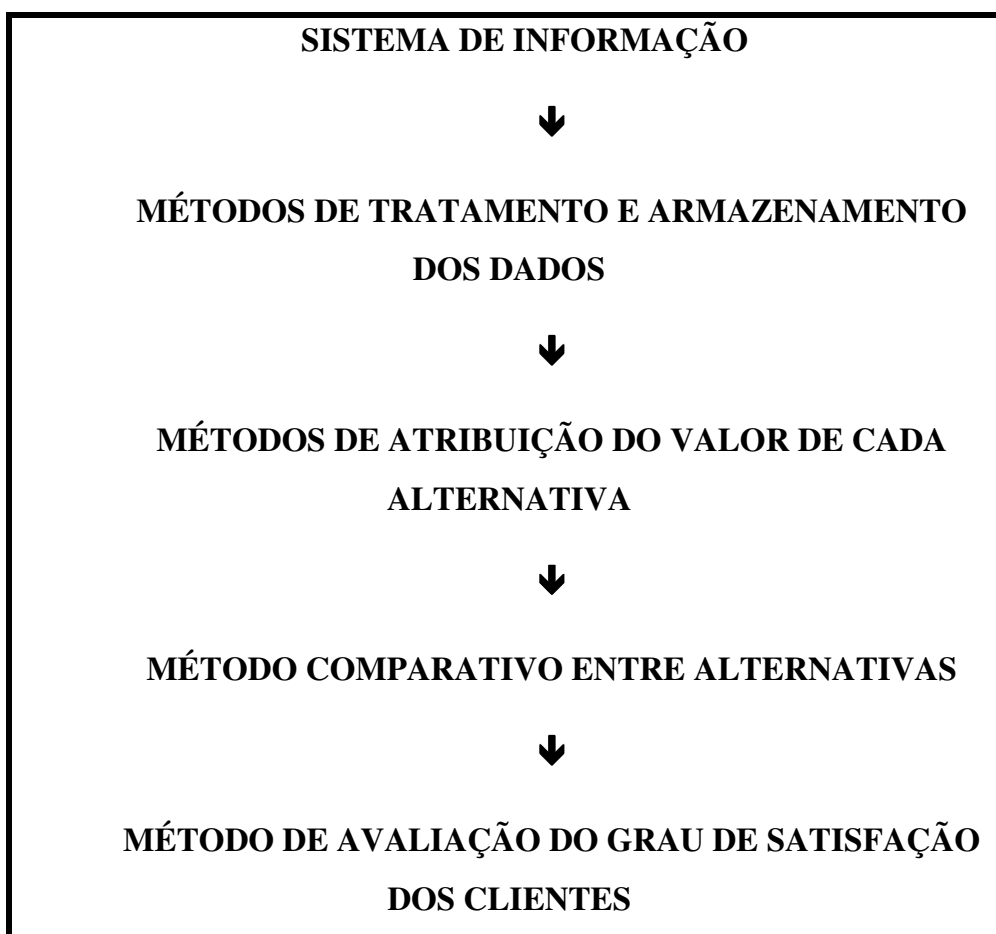
A bibliografia utilizada na elaboração dos capítulos 2 e 4 demonstra a existência de vários trabalhos em outros países que procuram estabelecer métodos para as questões relativas à seleção tecnológica a partir de avaliação multicritério ou sistemas de informação. A proposta deste trabalho é a de incorporar num modelo único aspectos novos do tratamento até então atribuído ao problema os quais são apresentados a seguir:

- a incorporação de um tratamento da seleção tecnológica como uma questão de estratégia competitiva;
- a inserção da seleção tecnológica como parte de um sistema de gestão da qualidade do projeto;
- a utilização do modelo elaborado para uma visão de gestão da qualidade e para a competitividade na cadeia produtiva por meio da idéia de compartilhamento de decisões ao longo do processo produtivo;
- a incorporação efetiva de métodos de avaliação econômica capazes de captar as necessidades em termos de economia não só dos agentes de produção, mas sobretudo dos clientes;
- o estabelecimento de um modelo aberto, isto é, um modelo cuja essência principal é conceitual sem a preocupação exacerbada com a instrumentalização (por exemplo, por meio de sistemas informatizados) dadas as inúmeras possibilidades de arranjos dentro do estágio atual e tendências da tecnologia de informação.

Os pressupostos básicos do desenvolvimento da metodologia são:

- ⇒ o modelo é baseado em fluxos de informação, antes que em uma estrutura estática do tipo banco de dados;
- ⇒ o modelo é construído sobre uma base comum de dados e informações provenientes dos processos internos dos vários intervenientes, que requer o compartilhamento de responsabilidades sobre o levantamento e tratamento;
- ⇒ o modelo é fundamentado nas necessidades dos clientes externos ao processo de produção de edificações residenciais, as quais serão atendidas mediante estratégias competitivas dos agentes de produção que geram necessidades nas relações clientes-fornecedores internos;
- ⇒ o modelo estabelece terminologia e estrutura comum de conceitos para o desenvolvimento de produtos e serviços em todos os níveis do ambiente construído.

Esquemáticamente pode-se representar o modelo da seguinte forma:



O modelo assim representado utiliza-se dos conceitos e abordagens do capítulo 4, estabelecendo mecanismos de constituição da metodologia a qual, no entanto, é passível de adequação à realidade de cada usuário ou de um conjunto de usuários. Assim por exemplo, uma “rede” eletrônica pode ser composta entre contratantes de obras, projetistas e construtores, à qual podem ser conectados fabricantes de materiais, componentes e sistemas segundo necessidades específicas de cada agente.

Já existem em funcionamento algumas redes com esta natureza na forma de BBS - Bulletin Board System integrando-se diversos fabricantes - louças e metais sanitários, divisórias e forros, cerâmica para revestimento - cujos catálogos eletrônicos e serviços de assistência à especificação estão disponíveis para projetistas e empresas construtoras. Estes serviços ainda não integram um número suficiente e uma

organização adequada das informações para a seleção tecnológica, no entanto, desempenham um importante papel de dar início a uma nova cultura de comunicação entre os agentes intervenientes. Esta mudança se incorpora às alterações nos meios e métodos de trabalho de projetistas, a partir das quais a informação na forma eletrônica é mais compatível com a nova realidade do processo de desenvolvimento do projeto (CORBIOLI, 1995c)

Os elementos constituintes da metodologia podem ser assim descritos:

#### **Sistema de informação:**

- consiste de um conjunto organizado e interligado de informações e dados que são necessários para caracterizar o problema em questão sob todos os aspectos envolvidos e para estabelecer os critérios que resultarão na atribuição de valor das alternativas em julgamento.

O sistema é composto por um modelo que permite identificar as informações e dados necessários através de níveis de informação e níveis/famílias de produtos e da descrição da forma de obtenção dos dados, que remete às fontes e responsabilidades pela obtenção, bem como às interligações necessárias.

#### **Métodos de tratamento e armazenamento dos dados:**

- consiste do estabelecimento das características de manuseio dos dados e informações para que sejam apresentados na forma necessária para serem usados na aplicação de métodos de atribuição de valor.

#### **Métodos de atribuição do valor de cada alternativa:**

- consistem dos métodos de avaliação econômica englobando todos os custos ao longo da vida útil e métodos de atribuição de valor decorrentes do desempenho segundo o julgamento dos vários clientes.

**Método comparativo:**

- consiste da forma de comparar as alternativas segundo os valores atribuídos, isto é, a contextualização da análise necessária para a escolha da alternativa.

**Método de avaliação do grau de satisfação do cliente:**

- refere-se à avaliação do efeito da escolha realizada no projeto com o emprego da metodologia sobre a satisfação do cliente e à forma de incorporação desta avaliação à metodologia com retroalimentação contínua.

Este conjunto de métodos requer um forte inter-relacionamento entre os envolvidos no processo de construção em virtude do compartilhamento de responsabilidades pela implantação da metodologia.

O detalhamento da metodologia apresentado no Capítulo 5 demonstra o papel de cada agente interveniente no processo de implantação, com implicações para os processos internos de cada agente que podem ser induzidos a partir das necessidades intrínsecas ao processo de seleção tecnológica.

## 6. A ESTRUTURA E APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA

### 6.1 Introdução

A metodologia de seleção tecnológica é um instrumento de suporte ao processo decisório envolvido na fase de planejamento e projeto de edificações, no que diz respeito à escolha de materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas construtivos.

Assim como todos os demais processos decisórios, a seleção tecnológica envolve *risco e incerteza*<sup>47</sup>. A metodologia tem por função básica propiciar uma modelagem em que as alternativas que os agentes tomadores de decisão deverão analisar estejam contidas num conjunto de procedimentos que permita reduzir o grau de subjetividade da avaliação que leva à seleção.

Desta forma as repercussões que estas alternativas podem ter sobre os principais fatores que contribuem para os objetivos a serem alcançados podem ser avaliadas objetivamente num momento em que a possibilidade de intervir sobre os resultados é alta.

A natureza destes fatores requer uma metodologia *flexível*, no sentido da capacidade de poder fornecer respostas diversas em função das necessidades de cada agente e, *dinâmica*, no sentido de incorporar de forma ágil as alterações decorrentes de mudanças de objetivos e outros fatores relevantes.

A metodologia de seleção tecnológica foi estruturada a partir de “módulos” gerados no sistema de informações que, uma vez podendo ser tratados de forma individual, identificam-se com cada agente, possibilitando que sejam atribuídas a cada

um as responsabilidades pela alimentação de dados e informações necessários para que a metodologia seja efetivamente implantada. Os módulos são ainda instrumentos de orientação para cada agente que, respeitados os seus processos de trabalho e a sua linguagem, podem ter assim indicadores de desempenho que apoiam a busca da melhoria contínua do seu posicionamento competitivo.

A aplicação da metodologia neste trabalho é voltada às edificações para uso residencial, com o intuito de focalizar o desenvolvimento dos “módulos” dentro de objetivos e fatores direcionados.

## **6.2 A estrutura geral da metodologia a partir de módulos**

Conforme apresentado no Capítulo 5 a metodologia é composta por: sistema de informações, métodos de tratamento e análise dos dados e informações, métodos de tratamento e armazenamento dos dados, método de atribuição de valor de cada alternativa, método comparativo entre alternativas, método de avaliação do grau de satisfação dos clientes.

Essa estrutura foi construída a partir dos fundamentos da teoria de modelagem quantitativa de apoio às decisões, ramo da pesquisa operacional que teve grande desenvolvimento a partir da década de 60. Com o sucesso de técnicas para decisões baseadas num único atributo essa área do conhecimento voltou-se para os problemas relacionados a decisões que envolvem muitos atributos e, portanto, pressupõem a elaboração de múltiplos critérios<sup>48</sup>.

---

<sup>47</sup>Segundo a norma ASTM E 1369 “Standard practice for Selecting techniques for treating uncertainty and risk in the economic evaluation of buildings and building systems”, o conceito de risco refere-se à exposição ao risco e atitude perante o risco. A exposição ao risco é “a probabilidade de investir num empreendimento/projeto que terá um resultado menos favorável do que o desejado ou esperado”. A atitude perante o risco, “também chamada preferência de risco, é a disponibilidade de um tomador de decisão para apostar num investimento de resultado incerto”. A incerteza corresponde ao estado de conhecimento sobre as variáveis de entrada de uma análise econômica (ASTM, 1992).

<sup>48</sup>O termo “critério” corresponde na Teoria de Análise das Decisões aos fatores que determinam a escolha. No capítulo 4, o termo critério de desempenho referiu-se aos fatores ou métodos pelos quais se escolhe entre um conjunto de requisitos de desempenho aqueles pelos quais se dá o processo decisório. Utiliza-se, portanto, o termo critérios no sentido mais amplo referindo-se ao significado atribuído pela Teoria de Análise das Decisões.

EHRLICH (1996a) apresenta uma avaliação crítica das técnicas desenvolvidas então, demonstrando que “o processo teoricamente correto se revelou de difícil implementação prática, tendo em vista a complexidade da modelagem matemática envolvida”. Com essa constatação, técnicas e ferramentas simplificadas passaram a ser construídas segundo necessidades específicas, visando atender as características dos processos decisórios da produção industrial com a agilidade necessária à incorporação imediata a esses processos .

O modelo a ser construído para a tomada de decisão é sempre uma representação da realidade, que visa identificar e evidenciar os elementos mais importantes para o processo decisório. Segundo EHRLICH (1996a) pode-se classificar os elementos constituintes de um modelo em: “variáveis de controle ou decisão; variáveis de estado ou da natureza; estrutura do modelo; parâmetros; critérios de decisão ou preferência; objetivos ou metas”.

HEIDJEN (1991) apresenta a aplicação dos métodos de modelagem para avaliação multicritério no âmbito da produção de edificações, a partir das primeiras pesquisas sobre a aplicabilidade desses métodos a essa área ainda no início dos anos 80 no Reino Unido. O autor analisa os principais objetivos do estabelecimento de modelos dessa natureza: estruturar e reduzir informação; organizar a estrutura de escolhas; incorporar diferenças qualitativas entre alternativas na sua avaliação; criar uma visão abrangente e sistemática das vantagens e desvantagens das alternativas; fazer julgamentos e explicitar sua influência nas decisões; reduzir incertezas.

HEIDJEN (1991) observa ainda que a análise multicritério deve ser considerada como uma ferramenta para ordenar os processos de decisão e não para tomar decisões. Um aspecto importante considerado pelo autor e enfatizado por outros autores e, inclusive, pela norma E 917-89 “Practice for measuring life-cycle costs of buildings and building systems” (ASTM, 1992), é de que os critérios e métodos de atribuição de valor devem ser construídos, levando-se em conta que, “geralmente, é impossível quantificar todas as diferenças entre alternativas” e esta quantificação “não é sempre desejável, pois causa a exclusão de atributos e impactos que influem implicitamente sobre o processo de tomada de decisão, mas são pouco mensuráveis”.



Os módulos da metodologia seguem a lógica da organização do mercado e dos processos de trabalho dos agentes envolvidos, introduzindo os devidos elos de ligação, que possibilitam a integração segundo as competências requeridas. A partir de modelos desenvolvidos em trabalhos de outros países a metodologia foi desenvolvida com base na identificação das necessidades de todos os envolvidos e o modelo de atribuição de valor é voltado à possibilidade de revelar o grau de intensidade com que as alternativas atendem a diferentes agentes.

Assim, a estrutura geral está composta pelos seguintes módulos:

MÓDULO 1 - SEGMENTO DE MERCADO

MÓDULO 2 - ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS

MÓDULO 3 - NECESSIDADES DOS CLIENTES EXTERNOS

MÓDULO 4 - NECESSIDADES DOS CLIENTES INTERNOS

MÓDULO 5 - CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO EDIFÍCIO (segundo todos os fatores condicionantes externos)

MÓDULO 6 - CARACTERÍSTICAS DAS ALTERNATIVAS

O **Módulo 1** tem por objetivo a delimitação das características dos consumidores/usuários a serem atendidos.

A seleção tecnológica assim como todo o processo de desenvolvimento do projeto só faz sentido a partir da identificação do(s) segmento(s) a ser(em) atendido(s), uma vez que toda a noção de valor em que está baseada pressupõe um julgamento do cliente.

O **Módulo 2** visa delimitar os objetivos e condicionantes da seleção tecnológica no âmbito da competição entre os agentes produtores ou promotores do empreendimento. Caracterizando-se a estratégia competitiva em jogo, estabelece-se os objetivos maiores aos quais a seleção tecnológica deve estar subordinada. Esta caracterização deve seguir os fundamentos apresentados no capítulo 3.

A caracterização das estratégias é desenvolvida de forma a revelar a influência das estratégias de todos os agentes intervenientes sobre o processo de seleção. A partir desta identificação é possível verificar se existem conflitos logo na base do processo, os quais devem ser resolvidos de modo a não inviabilizar a desejada integração entre os agentes para a seleção tecnológica.

O **Módulo 3** é composto de método próprio para a identificação e apresentação das necessidades dos clientes externos segundo as características da metodologia. Esta identificação tem como ponto de partida a análise das características do segmento de mercado, com a posterior tradução desta caracterização quanto às necessidades a serem atendidas pelos produtos intermediários e pelo produto final. Inclui-se neste módulo as condições de exposição a que os requisitos devem estar condicionados.

O **Módulo 4** transforma as estratégias conjugadas às necessidades dos clientes externos em necessidades dos clientes internos - isto significa que as necessidades do processo de produção em todas as suas interfaces que delimitam a qualidade e produtividade são incorporadas, mediante a identificação sobre a forma como isto é determinado ou influenciado pela seleção tecnológica.

O **Módulo 5** expressa as características do produto final pretendido após a composição de todas as decisões envolvidas, inclusive no que diz respeito ao meio físico em que está inserido. Neste módulo considera-se a concepção geral do produto estabelecida pelos projetistas, que será também definidora do processo de escolha da tecnologia.

O **Módulo 6** apresenta as características das alternativas em jogo para atender às necessidades estabelecidas nos módulos anteriores. Como é o módulo que constitui essencialmente o sistema de comparação entre alternativas na metodologia, está ligado a um método de busca das alternativas pertinentes ao problema em questão, uma vez que a comparação só tem sentido entre alternativas que cumpram as mesmas funções.

A partir destas características dos módulos, a metodologia consiste da aplicação dos elementos que a constituem aos respectivos módulos envolvidos, conforme apresentado a seguir:

## METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA - ESTRUTURA GERAL

**• FASE 1****SISTEMA DE INFORMAÇÕES****→ MÓDULOS 1 A 6****MÉTODOS DE TRATAMENTO DOS DADOS****• FASE 2****ATRIBUIÇÃO DE VALOR E COMPARAÇÃO → MÓDULOS 2 A 6****• FASE 3****AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO → MÓDULOS 1 A 4**

O desenvolvimento em fases atribui um caráter evolutivo à metodologia, isto é, a implantação pode ser feita paulatinamente por um conjunto de agentes interessados na sua implantação. Assim, por exemplo, um órgão contratante de obras residenciais para a população de baixa renda pode estabelecer com projetistas, construtores e fornecedores de produtos e serviços uma fase de desenvolvimento e implantação do sistema de informações com os respectivos métodos de tratamento dos dados. Após a consolidação, com a segurança de que todos os envolvidos alimentam adequadamente o sistema e os dados possuam continuidade e consistência suficientes, pode-se então passar à fase 2, em que são estabelecidos os métodos de atribuição de valor e assim por diante.

### 6.3 Modelo organizacional do sistema de informações

A tecnologia da informação vem se constituindo num elemento fundamental para a formulação e implantação de estratégias de competição empresarial em vários setores industriais. Inicialmente voltada à redução de custos e agilização do processamento de informações a tecnologia da informação passou a constituir-se fundamentalmente de ferramentas que as organizações desenvolvem e implantam para “viabilizar e otimizar o relacionamento com clientes e com o macroambiente, obtendo vantagem competitiva nos seus negócios” (GONÇALVES & GONÇALVES FILHO, 1995). Entende-se por tecnologia da informação “o conjunto de “hardware” e “software” que desempenha uma ou mais tarefas de processamento das informações do sistema de informações, tal como coletar, transmitir, estocar, recuperar, manipular e exibir dados” (CAMPOS FILHO, 1994). Os sistemas de informação podem ser conceituados como “uma combinação estruturada de informação, recursos humanos, tecnologia de informação e práticas de trabalho, organizados de forma a permitir o melhor atendimento dos objetivos da organização” (CAMPOS FILHO, 1994).

Os atributos que se pode discutir quanto ao impacto da tecnologia da informação sobre a organização do trabalho podem ser analisados mediante as alterações resultantes do ponto de vista da divisão do trabalho. Os fundamentos do taylorismo, em que o controle dos processos é centralizado a partir de informações coletadas junto aos trabalhadores, para gerar padrões de tarefas, são derrubados pela tecnologia da informação. A tecnologia da informação devolve às várias instâncias a capacidade de gerar e gerenciar as informações, possibilitando ainda o acesso a informações outras que não lhes eram acessíveis anteriormente. Estabelece-se assim uma nova inserção de cada área no processo de produção, ampliando o horizonte com que cada uma percebe o processo como um todo (ZUBOFF, 1994).

São muitos os recursos já disponíveis, a partir dos quais são estruturados os sistemas que atendem às necessidades específicas das organizações tais como: a computação móvel, a tecnologia de suporte ao trabalho eletrônico em grupo (groupware), as reuniões suportadas pela tecnologia da informação (EMS - Eletronic Meeting System), o trabalho conjunto à distância, os sistemas baseados em

conhecimento - sistemas de suporte a decisões, sistemas de suporte especialistas, sistemas assistentes inteligentes, sistemas consultores inteligentes, sistemas especialistas puros, redes neurais e várias outras - e a tecnologia de conexão entre computadores de duas ou mais organizações, ou EDI - Eletronic Data Interchange<sup>49</sup>.

Os sistemas de informações por sua vez podem ser constituídos para muitas finalidades de uma ou mais organizações, situando-se desde o nível decisório estratégico até o nível de operação de processos de produção. SYNOTT (1987) apresenta uma classificação dos sistemas de informações: *operativos* - quando dão suporte aos processos operacionais da produção; *gerenciais* - quando constituem-se em sistemas de apoio a processos de tomada de decisão e; *de suporte a clientes* - quando consistem de sistemas que dão suporte a processos que envolvem o relacionamento da empresa com seus clientes. Nesta última classe assumem especial importância os sistemas relacionados aos processos de “marketing”, os quais são as ferramentas que viabilizam a tendência mundial de mudança do paradigma do “marketing” de massa para o “marketing” de relacionamento, ou “marketing” um a um, em que a segmentação de mercado é pressuposto básico das estratégias empresariais e implica um conhecimento profundo do comportamento dos consumidores a partir de dados e fatos (GONÇALVES & GONÇALVES FILHO, 1995; McKENNA, 1993). O sistema envolvido na metodologia de seleção tecnológica para edificações é, portanto, um sistema de caráter gerencial, que funciona como parte do sistema de gestão da qualidade.

BOURDEAU (1994) analisa os grandes determinantes da evolução futura do processo de construção nos países ocidentais e identifica que “a disponibilidade de sistemas integrados de informação pode se constituir em um fator motor de primeiro nível na reorganização do processo de construção, com uma conseqüente integração global do processo e uma padronização dos elementos que o compõem. O autor, que relata os resultados de estudo desenvolvido pela comissão W 82 ( Future Studies in Construction) do CIB - Conseil International du Bâtiment, apresenta ainda aspectos

---

<sup>49</sup>Para um detalhamento das características destas alternativas ver TORRES, 1995.

que demonstram o que significa a tecnologia da informação para o processo da construção civil:

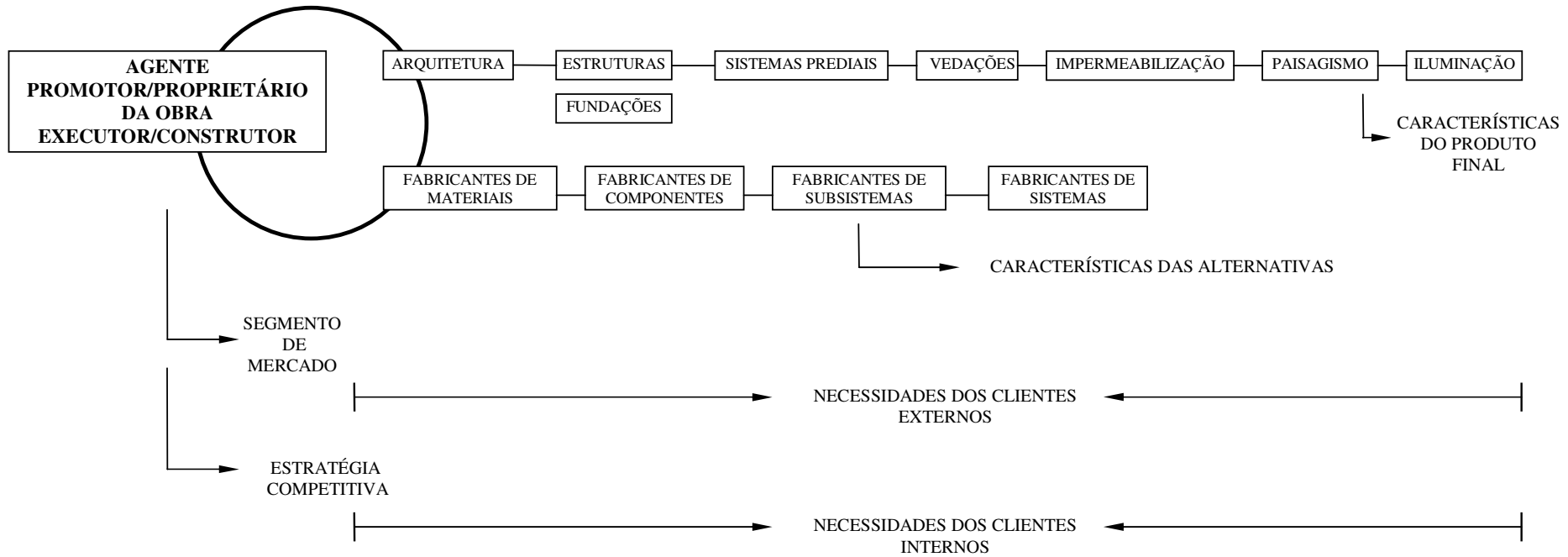
- uma contribuição lenta, mas segura para o desenvolvimento das ligações entre as diferentes fases de concepção e produção de edificações;
- a introdução da tecnologia de troca de dados e informações por meios eletrônicos entre as organizações conforme ocorre em outras indústrias (EDI), levando ao hábito de cooperar. A mais longo prazo a tecnologia EDI deverá se transformar em algo comum para a troca de dados no setor da construção;
- a operação de bases de dados de um determinado projeto ou empreendimento, que deverá ser o centro das aplicações da tecnologia da informação para a construção civil. Cada empreendimento constituirá uma base de dados para troca entre os participantes a partir de normas preestabelecidas, para a comunicação integrada e organizada. A capacidade de um determinado participante de integrar uma rede de comunicação desta natureza deverá ser um fator determinante da seleção dos participantes/parceiros, num determinado projeto.
- a possibilidade de utilizar a simulação e a visualização: a simulação e realidade virtual permitem a comunicação entre os profissionais e seus clientes, possibilitando a visualização do produto ainda não desenvolvido.
- a utilização de modelagem de produtos como base da comunicação interprofissional.
- a utilização dos recursos informatizados como fator para a segmentação de mercados: a difusão de tecnologias da informação na indústria da construção deverá ser diferenciada segundo os diversos segmentos de mercado.

Na metodologia de seleção tecnológica para cada problema específico do processo decisório necessidades também específicas se apresentam do ponto de vista dos dados e informações. O processo de concepção que antecede a seleção tecnológica possui características próprias do ponto de vista cognitivo de cada projetista e, embora, possa utilizar-se do sistema de informações que atende a seleção tecnológica

deverá apresentar particularidades que requerem a inserção de outros módulos ou outros modelos metodológicos.

Assim, o sistema de informações proposto neste trabalho concentra-se na seleção propriamente dita, daí estar fundamentado nos módulos apresentados no item anterior. O modelo organizacional em que o sistema está baseado pode ser representado pela figura a seguir:

FIGURA 6.1 - MODELO ORGANIZACIONAL DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES





Nesse modelo não existem relações de subordinação entre os agentes, que devem estar no mesmo plano hierárquico atuando em forma de fluxo de informação. O fluxo é o elo de ligação entre os agentes, cujos papéis são representados pelas linhas com setas, que definem o módulo sobre o qual cada agente detém a responsabilidade da coleta, organização, tratamento, armazenamento e emprego das informações previamente formatadas. Esta formatação deve ser feita mantendo-se em foco os objetivos de uso das informações na metodologia de seleção.

A comunicação horizontal entre projetistas e entre fabricantes visa assegurar que projetos e produtos sejam desenvolvidos através de critérios de concepção, fabricação/elaboração, aplicação e assistência pós-entrega, atuando-se sobre as interfaces num efeito de simultaneidade, contrariamente aos efeitos seqüenciais.

No modelo, uma vez estabelecido o formato, os padrões de operação (normas e procedimentos internos ao sistema) e constituídos a base de informação (estrutura de cada módulo) e os métodos de tratamento dos dados e informações, deve-se analisar os aspectos relacionados à tecnologia da informação para a definição da melhor solução técnica de integração. Para tanto, o modelo organizacional deve ser desagregado, adotando-se alguma forma de classificação das relações que se estabelecem, tendo em vista as informações contidas no sistema.

A figura a seguir apresenta uma possibilidade para essa desagregação:

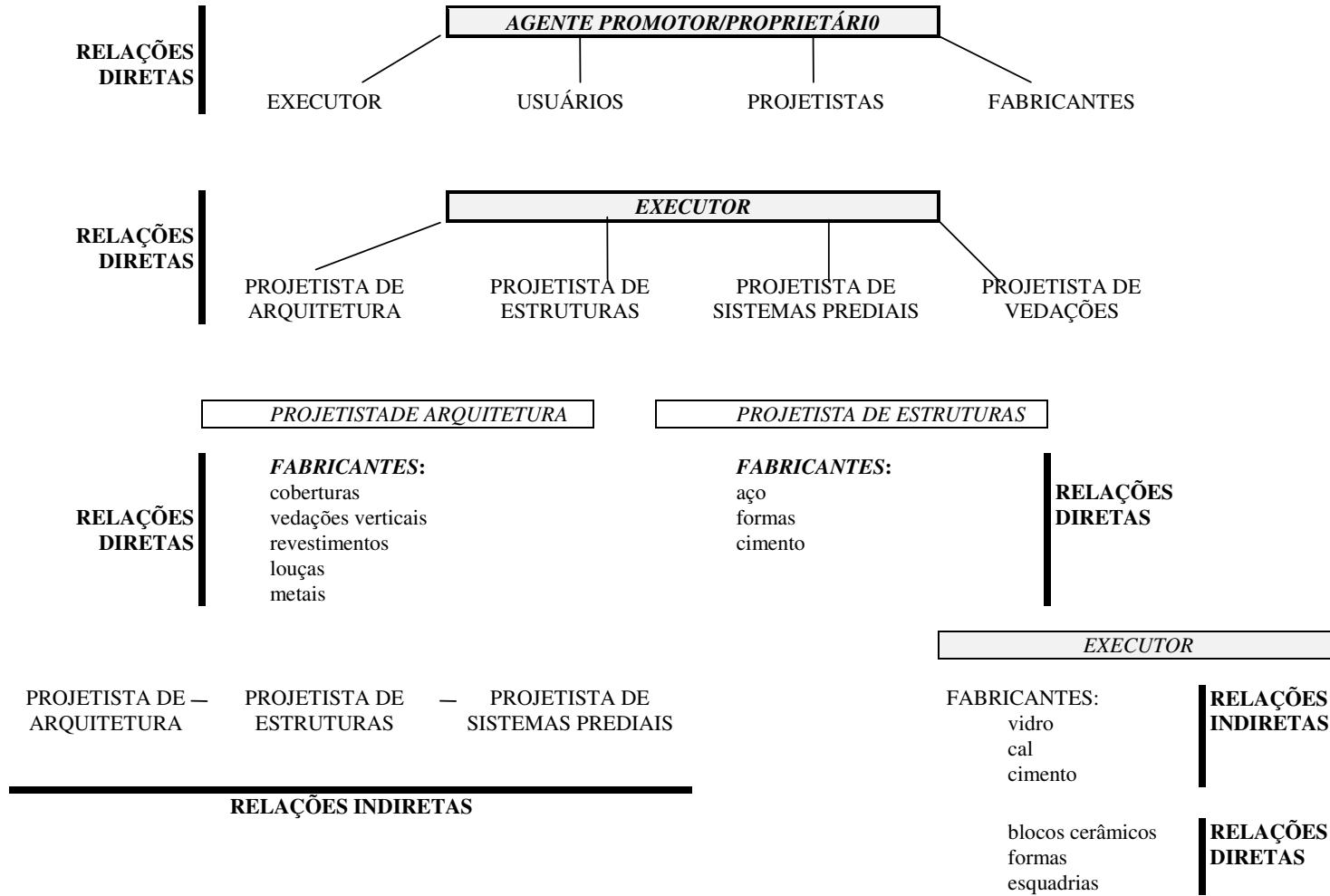


FIGURA 6.2 - EXEMPLO DE DESAGREGAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES

As relações *diretas* constituem um nível de relacionamento em que há troca de dados e informações de uso imediato na atividade de cada um dos envolvidos. O agente promotor ou proprietário da obra, se não é o próprio usuário, constitui-se no agente que capta as necessidades do usuário, e se relaciona diretamente com ele na transação comercial. O executor da obra, que pode ter ou não o papel de agente promotor, também mantém relacionamento direto com o usuário para a entrega do produto adquirido e assistência pós-venda. Neste modelo os projetistas mantêm relacionamento direto entre si e com o executor, mediante a necessidade daquele empreendimento e cada fabricante estabelece troca de dados e informações com um determinado profissional de projeto e com o executor. Observa-se que entre projetistas as relações diretas ocorrem para determinada obra, uma vez que a composição do conjunto de projetistas é prerrogativa do contratante. A troca de dados e informações entre esses agentes deve prever a flexibilidade necessária para incorporar diferenças como o grau de utilização de sistemas automatizados para a geração das peças gráficas, os diferentes prazos de execução e outros aspectos ligados às características do contratante e da obra em questão.

As relações entre fabricantes e agentes promotores num sistema de informações, visando a metodologia de seleção, e entre projetistas e fabricantes, apresentam especificidades e particularidades próprias da organização do mercado. Por exemplo, nos setores de produtos de acabamento, visíveis ao usuário, as relações com os projetistas e com o executor podem ser consideradas diretas. Nesses setores as estratégias de atuação prevêm uma crescente incorporação dos serviços ao produto com uma grande atenção às informações técnicas e assistência de profissionais com formação de Engenharia e Arquitetura para a seleção e especificação, embora nem sempre essas informações sejam apresentadas na forma adequada aos processos de trabalho dos tomadores de decisão. O mesmo não acontece, por exemplo, em outros setores em que há uma grande distância entre o construtor, o projetista e o fabricante, como é o caso do cimento, cal ou vidros. Nestes casos, pode-se dizer que as relações são *indiretas*, na medida que as informações que construtores e projetistas requerem são apenas indiretamente fornecidas pelos fabricantes, por meio de publicações ou de orientações do revendedor.

As responsabilidades de cada agente sobre determinado módulo são estabelecidas considerando-se que as informações só serão efetivamente obtidas e tratadas adequadamente, segundo as necessidades da metodologia, se fizerem parte dos processos naturais e intrínsecos da organização do trabalho daquele agente. A metodologia não está baseada numa estrutura de banco de dados com as características das alternativas centralizada nos projetistas, porque a obtenção, organização e tratamento da maioria destas informações e dados não faz parte dos processos intrínsecos à atividade de projetar, o que exigiria uma estrutura gerencial apropriada. Por outro lado, nenhum outro agente pode conhecer de forma tão completa e aprofundada as características dos produtos quanto seu próprio fabricante, ao menos teoricamente, isto é, segundo um determinado patamar de capacitação das empresas produtoras de materiais e componentes.

TONARELLI et al.(1995) apresentam esta conceituação de integração dos agentes no âmbito da Engenharia Simultânea, a qual é definida como “uma abordagem sistemática para a concepção simultânea e integrada de produtos e seus processos associados, incluindo a manufatura e apoio/suporte”. Segundo os autores essa abordagem estimula os agentes a considerar todos os aspectos envolvidos na vida útil dos produtos incluindo qualidade, custo, programação de tempo e necessidades dos usuários. O trabalho de todos a partir de uma única estrutura de dados padronizada evita a fragilidade dos sistemas tradicionais utilizados na construção civil baseados em dados estáticos, que em pouco tempo estão desatualizados e mostram-se incompletos para as necessidades do processo de execução de obras e uso das edificações.

#### **6.4 Estrutura do sistema de informações - Módulos 1 a 6**

A estrutura do sistema de informações consiste da identificação da natureza e das características das informações, fontes e métodos de coleta, padrões de apresentação compatíveis com o modelo organizacional e com o processo de trabalho do usuário desta informação/dado, no que diz respeito à tomada de decisão envolvida na metodologia de seleção tecnológica.

No âmbito deste trabalho não é possível estruturar integralmente o sistema de informações, padronizando os métodos de coleta e de apresentação. Desenvolve-se

então o sistema ao nível da identificação da natureza e características das informações, fontes, indicação de possibilidades de padrões de coleta e estrutura básica de apresentação, de modo a permitir a compreensão dos métodos de tratamento dos dados e atribuição de valor que constituem a metodologia de seleção.

O detalhamento do sistema de informações parte dos módulos identificados - módulos 1 a 6 - com a caracterização detalhada das informações que compõem cada módulo.

QUADRO 6.1. - MÓDULO 1 - SEGMENTO DE MERCADO

NATUREZA/CARACTERÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES	FONTES/MÉTODOS DE COLETA	ESTRUTURA BÁSICA DE APRESENTAÇÃO
1. Variáveis de segmentação	<p><b>FONTES:</b> o processo de definição dos segmentos de mercado deve ser desenvolvido pelo promotor do empreendimento por meio de técnicas específicas. Um processo mais amplo, que permita uma análise em base amostral mais significativa, pode ser desenvolvido por entidades de classe e/ou entidades tecnológicas setoriais.</p> <p><b>MÉTODOS DE COLETA:</b></p> <p><b>Estágio de levantamento:</b> entrevistas informais e grupos de enfoque de usuários utilizando-se a metodologia de avaliação pós-ocupação → elaboração de questionário formal aplicado em amostra de usuários do produto-edifício para coleta de dados sobre: atributos do produto e seus graus de importância; consciência e avaliação de marca ou imagem do produtor; padrões de utilização do produto; atitudes em relação ao produto; aspectos demográficos, psicográficos e hábitos dos entrevistados.</p>	1. Variáveis que após o estágio de análise se apresentam como as variáveis definidoras dos segmentos, apresentadas mediante descrição/definição de cada uma.
2. Perfis dos segmentos resultantes 3. Segmento(s)-alvo(s)	<p><b>Estágio de análise:</b> métodos de análise fatorial e conglomerado para criação de um número específico de segmentos diferenciados entre si removendo-se variáveis correlacionadas. Cada segmento deve ser internamente homogêneo e muito diferente dos demais.</p> <p><b>Estágio de desenvolvimento do perfil:</b> detalhamento de cada segmento visando a identificação de atitudes, comportamentos, fatores demográficos, psicográficos e hábitos de mídia. Cada segmento deve receber uma denominação segundo uma característica dominante.</p>	2. Segmentos definidos segundo sua denominação e descrição. 3. Segmento(s)-alvo (s) para o empreendimento em questão.

Os segmentos de mercado assim definidos extrapolam uma caracterização baseada em uma única variável, como é o caso da variável renda familiar, para delimitar grupos homogêneos de consumidores segundo suas características perante o

produto avaliado. Não é possível supor que uma quantidade de consumidores tão grande quanto as que são abrangidas por segmentação baseada em renda tenha as mesmas necessidades no que diz respeito às funções a serem desempenhadas pela unidade habitacional.

QUADRO 6.2 - MÓDULO 2 - ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS

NATUREZA/CARACTERÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES	FONTES/MÉTODOS DE COLETA	ESTRUTURA BÁSICA DE APRESENTAÇÃO
<p>1. Estratégia genérica dos agentes que influem na tomada de decisão envolvida na seleção tecnológica - agente promotor/proprietário da obra; projetista; executor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estratégias de: liderança por custo; diferenciação; enfoque</li> </ul>	<p><b>FONTES:</b> documentos resultantes de planejamento estratégico de cada agente ou definição estratégica individualizada para o empreendimento.</p> <p><b>MÉTODO DE COLETA:</b> a metodologia de condução de um processo de planejamento estratégico é variável segundo as características de gestão de cada empresa. Alguns elementos básicos levam ao estabelecimento das estratégias: definição do negócio da empresa, sua missão, valores, análise dos concorrentes, análise das capacidades, análise de cenários do ambiente externo (mercado imobiliário, perspectivas políticas e econômicas); identificação e análise dos fatores críticos de sucesso.</p>	<p>Indicação da estratégia genérica e sua descrição conforme conceituação apresentada no capítulo 2.</p>
<p>2. Estratégia detalhada segundo a estratégia genérica adotada</p>	<p>Desagregação da estratégia genérica segundo os meios para atingi-la adotados pela empresa. Por exemplo: se a estratégia é de liderança por custo, quais as áreas de custos consideradas essenciais para se atingir a liderança em custo?.</p>	<p>Liderança em custo: áreas essenciais para atingir a liderança em custo segundo uma análise de Pareto sobre a natureza dos custos;</p> <p>Diferenciação: estratégias, políticas e programas de diferenciação a partir de metodologia de identificação dos fatores críticos de sucesso (ligados ao produto edifício e suas características e aos serviços a ele associados).</p> <p>Enfoque: determinação da variável de enfoque - segmento de mercado, área geográfica, tipo de obra, etc.; determinação das estratégias e políticas para atender os clientes-alvo.</p>
<p>3. Estratégias dos principais concorrentes: genéricas e detalhadas</p>	<p>Identificação dos principais concorrentes segundo o segmento de mercado; caracterização dos seus produtos e de suas estratégias;</p>	<p>Listagem e descrição dos concorrentes segundo as características dos produtos numa classificação que permita identificar parâmetros como custos se a estratégia for de liderança em custo; principais aspectos de diferenciação do produto se a estratégia é de diferenciação; grupo de enfoque e características dos produtos se a estratégia é de enfoque.</p>

As estratégias são definidoras de diretrizes para a seleção tecnológica na medida em que determinam prioridades em termos dos aspectos a serem considerados para a atribuição de valor a partir do julgamento a ser realizado para a escolha entre as alternativas disponíveis. Assim, por exemplo, a adoção de estratégia de diferenciação

leva à atribuição de maior “peso” às características das alternativas que possibilitam esta diferenciação. Toda a estratégia de diferenciação, no entanto, está baseada na identificação dos fatores que agregam valor segundo o julgamento do cliente. Vários itens da seleção tecnológica podem ser direcionados de forma absolutamente diferente, conforme a estratégia seja de liderança em custo, diferenciação ou enfoque, especialmente os itens que estão diretamente visíveis para o julgamento dos usuários.

A análise da concorrência é aspecto fundamental para a seleção tecnológica. Essa metodologia não faz parte da formação e do processo de trabalho de projetistas e construtores, no entanto, verifica-se que o atendimento das necessidades dos clientes é o objetivo de todas as empresas no mercado e a tomada de decisão do consumidor no sentido da compra é comparativa. Essa análise comparativa do consumidor do ponto de vista das opções presentes no mercado determinará o posicionamento competitivo das empresas, na medida em que o julgamento será realizado pelo conjunto dos consumidores.

QUADRO 6.3. - MÓDULO 3 - NECESSIDADES DOS CLIENTES EXTERNOS

NATUREZA/CARACTERÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES	FONTES/MÉTODOS DE COLETA	ESTRUTURA BÁSICA DE APRESENTAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>EXIGÊNCIAS DE DESEMPENHO:</b></li> <li>1. Estabilidade estrutural</li> <li>2. Segurança ao fogo</li> <li>3. Segurança ao uso</li> <li>4. Estanqueidade</li> <li>5. Conforto higrotérmico</li> <li>6. Pureza do ar</li> <li>7. Conforto acústico</li> <li>8. Conforto visual</li> <li>9. Conforto tátil</li> <li>10. Conforto antropodinâmico</li> <li>11. Higiene</li> <li>12. Adequabilidade a usos específicos</li> <li>13. Durabilidade</li> <li>14. Economia</li> <li>• <b>NECESSIDADES DECORRENTES DAS CARACTERÍSTICAS DO SEGMENTO DE MERCADO</b></li> </ul> <p>Necessidades associadas aos fatores:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Culturais - cultura, subcultura e classe social;</li> <li>2. Sociais: grupos de referência; família; papéis e posições sociais;</li> <li>3. Pessoais: Idade e ciclo de vida; ocupação; condições econômicas - renda e poder aquisitivo; empregabilidade; estilo de vida; personalidade e autoconceito;</li> <li>4. Psicológicos: Motivação; percepção; aprendizado; crenças e atitudes;</li> </ol> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>NECESSIDADES DECORRENTES DO AMBIENTE EXTERNO</b></li> </ul> <p>Características da conjuntura econômica; sistema regulatório da atividade de construção</p>	<p>Condições de exposição: levantamento e análise de dados climáticos do local - Ministério da Aeronáutica; Ministério da Agricultura; Bancos de dados; levantamento e análise “in loco”;</p> <p>Dados históricos de avaliações pós-ocupação e assistência técnica pós-venda</p> <p>Caracterização dos consumidores por meio de pesquisa específica para esse fim, utilizando-se técnicas de pesquisa de marketing adequadas; caracterização da renda e limites de comprometimento com o pagamento da unidade habitacional</p> <p>Caracterização dos fatores críticos de sucesso por meio de pesquisas específicas</p> <p>Índices econômico-financeiros; restrições e normas que regulam a atividade de construção. Por exemplo: exigências ambientais.</p> <p>Análise dos concorrentes segundo levantamento planejado com a identificação segundo os fatores críticos de sucesso</p>	<p>Requisitos de desempenho.</p> <p>Critérios para seleção dos requisitos de desempenho - requisitos essenciais e requisitos complementares.</p> <p>Indicadores de desempenho esperado - inclusive indicadores econômicos (custos iniciais, custos de operação, custos de manutenção).</p> <p>Descrição das necessidades decorrentes das características do segmento de mercado</p> <p>Taxas de inflação geral e setorial; taxas de juros; prazos de financiamento ao usuário; prazos de financiamento ao empreendedor; evolução dos preços dos insumos por “famílias” de insumos; evolução dos preços de mão-de-obra; indicadores de preços de mercado para o produto final; indicadores da evolução da renda do segmento.</p>



Através das necessidades expressas neste módulo estabelecem-se as situações de escolha em que pode haver a incompatibilidade entre características que atendem um ou outro agente interveniente, especialmente entre os custos que interessam aos agentes produtores e os custos que interessam aos clientes externos.

As informações relativas às necessidades dos clientes externos - usuários - utilizadas na metodologia de seleção caracterizam-se assim em três grandes grupos - exigências de desempenho, características do segmento de mercado e exigências do ambiente externo - sistema econômico e sistema regulatório. A obtenção dessas informações requer um esforço de compatibilização de várias fontes e um sistema de atualização.

Tradicionalmente essas informações no processo de projeto são utilizadas na composição do programa de necessidades. Esse programa é, na maioria das vezes, estabelecido visando apenas a concepção espacial, sem que sejam estabelecidas características esperadas pelos usuários quanto ao comportamento do edifício em uso do ponto de vista do atendimento de expectativas e necessidades mais abrangentes. Assim, por exemplo, necessidades como a facilidade de operação e manutenção podem ser traduzidas em indicadores de custos de operação e manutenção admissíveis, diante das características sócio-econômicas do segmento. Ao estabelecer um indicador dessa natureza passa-se a contar com um parâmetro para ser considerado na seleção tecnológica de todos os sistemas, subsistemas e componentes que determinam a composição dos custos de operação e manutenção.

QUADRO 6.4. - MÓDULO 4 - NECESSIDADES DOS CLIENTES INTERNOS

NATUREZA/CARACTERÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES	FONTES/MÉTODOS DE COLETA	ESTRUTURA BÁSICA DE APRESENTAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CRITÉRIOS PARA A GESTÃO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE NOS PROCESSOS CONSTRUTIVOS</li> </ul> <p>Padrões de parâmetros de projeto utilizados pela empresa construtora classificados segundo os subsistemas construtivos;</p> <p>Descrição de produtos adotados de forma padronizada quando houver;</p> <p>Exigências de normas técnicas que definem restrições ou limites para a seleção tecnológica;</p> <p>Custos iniciais - aquisição, aplicação/execução dos serviços;</p> <p>Custos de operação e de manutenção - limpeza e conservação, segurança, administração, reparos, consumo de energia (eletricidade, gás), consumo de água, substituição.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parâmetros do processo de produção: indicadores de qualidade e produtividade desejados</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO PROCESSO DE ELABORAÇÃO DO PROJETO</li> </ul> <p>Necessidades de integração entre subsistemas definidos por outros projetistas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• COMPETITIVIDADE</li> </ul> <p>Características dos concorrentes</p> <p>Vantagens competitivas possíveis diante dos concorrentes</p> <p>Posicionamento competitivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE DA EMPRESA CONSTRUTORA</li> </ul> <p>Estabelecimento de parâmetros de projeto em função da tipologia a ser produzida;</p> <p>Padronização de produtos a partir de integração com fornecedores, considerando as características de tipologia e as necessidades dos clientes externos.</p> <p>Dados históricos de obras semelhantes; fornecedores de produtos e serviços;</p> <p>Dados resultantes de Avaliação Pós-Ocupação e de banco de dados de assistência técnica pós-venda</p> <p>Requisitos definidos pelos projetistas</p> <p>Levantamento sobre as estratégias dos concorrentes e características de seus produtos</p>	<p>Parâmetros descritivos e quantitativos organizados segundo os subsistemas construtivos.</p> <p>Características de produtos padronizados segundo requisitos de desempenho.</p> <p>Indicadores de custos iniciais</p> <p>Indicadores de custos de operação e manutenção</p> <p>Requisitos descritivos</p> <p>Características dos produtos dos concorrentes: identificação das características dos concorrentes quanto aos fatores críticos de sucesso; estratégias dos concorrentes quanto aos produtos</p>

As necessidades dos clientes internos referem-se às condições que asseguram a qualidade e produtividade no processo de produção e à competitividade, desde o próprio processo de elaboração do projeto até os processos de execução de obras. São, portanto, informações que se estabelecem na interface contratante -projetista-executor e devem ser alimentadas por sistemas organizados de coleta, análise e classificação dos dados. A constituição de um conjunto de dados históricos é o fundamento deste módulo, pois reflete a cultura organizacional e tecnológica do executor/promotor do empreendimento.

QUADRO 6.5. - MÓDULO 5 - CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO-EDIFÍCIO

NATUREZA/CARACTERÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES	FONTES/MÉTODOS DE COLETA	ESTRUTURA BÁSICA DE APRESENTAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipologia construtiva - número de pavimentos; número de unidades privativas</li> <li>• Áreas privativas e coletivas</li> <li>• Equipamentos coletivos e individuais</li> <li>• Padrão de acabamento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepção de projeto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fichas compostas de dados quantitativos e apresentação gráfica</li> </ul>

As características do produto-edifício são determinadas na fase de concepção do projeto, utilizando-se os dados sobre o segmento de mercado, mas resultam de um processo cognitivo próprio dos profissionais de projeto, com a incorporação de valores estéticos e de tecnologia próprios de cada subsistema.

QUADRO 6.6. - MÓDULO 6 - CARACTERÍSTICAS DAS ALTERNATIVAS

NATUREZA/CARACTERÍSTICAS DAS INFORMAÇÕES	FONTES/MÉTODOS DE COLETA	ESTRUTURA BÁSICA DE APRESENTAÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desempenho: segundo os requisitos que dizem respeito ao produto em questão;</li> <li>• Custos: de aquisição; de aplicação; de operação e manutenção</li> <li>• Produtividade: segundo as operações que os produtos geram</li> </ul>	<p>Informações fornecidas pelos respectivos fabricantes a partir de ensaios e avaliação dos produtos em uso por meio de dados históricos</p> <p>Informações obtidas junto a amostra de usuários mediante metodologia de avaliação pós-ocupação.</p> <p>Dados históricos de execução de obras</p>	<p>Indicadores de desempenho</p> <p>Indicadores de custos iniciais, de operação e de manutenção</p> <p>Indicadores de produtividade</p>

A seleção tecnológica consiste de um confronto entre as necessidades identificadas nos módulos 1 a 5, com as características apresentadas no módulo 6.

As informações do módulo 6 são da responsabilidade dos produtores de materiais, componentes, subsistemas e sistemas na medida em que se adotou o conceito de uma metodologia de seleção em que há descentralização do suporte à tomada de decisão entre os agentes intervenientes. No entanto, pode ser necessário construir uma base auxiliar de informações a partir do levantamento e verificação junto aos usuários dos produtos em questão, incluindo-se contratantes e projetistas. Este mesmo módulo deverá alimentar posteriormente a especificação dos produtos, segundo uma metodologia em que os produtos são especificados em momentos diferentes do processo de produção, correspondendo a cada momento um determinado nível de detalhamento quanto às informações e à tomada de decisão. Dessa forma procura-se respeitar a organização e divisão do trabalho quanto a este aspecto, conferindo, no entanto, uma característica de desenvolvimento e gestão para a tomada de decisão.

O sistema de informações assim constituído deverá ser utilizado em cada processo decisório segundo a natureza do problema em questão.

Se uma das características básicas do modelo decisório deve ser reduzir a abrangência da realidade para um conjunto de atributos mais relevantes dessa realidade, o sistema de informações terá sempre como base os seis módulos. O número, natureza e característica das informações envolvidas em cada situação de tomada de decisão, envolverá uma análise de cada módulo para compor as informações/dados necessários à especificidade do problema.

## **6.5 Métodos de coleta e de tratamento dos dados e informações**

Os dados e informações dos módulos 1 a 6 requerem métodos de coleta e de tratamento adequados para que sejam apresentados em condições de subsidiar o processo de tomada de decisão envolvido na metodologia.

Os métodos de coleta dos dados e informações que integram o sistema de informações estão inseridos em áreas de conhecimento específicas, como o planejamento e administração estratégicos, ou constituem-se em métodos como as pesquisas de “marketing” para a segmentação de mercado, os métodos de pesquisa para identificação dos fatores críticos de sucesso, os métodos de planejamento e controle de obras, a avaliação pós-ocupação, o planejamento e controle das atividades e operações de assistência técnica pós-venda.

### **6.5.1 Dados para a segmentação de mercado:**

Os dados para a segmentação de mercado devem ser obtidos pelo agente promotor para a sua atuação geral, isto é, independentemente do empreendimento específico. A segmentação exige a coleta de dados sobre os consumidores do produto e, na construção civil, é possível caracterizar de forma diferente os segmentos de mercado conforme se analise o produto edifício ou os produtos intermediários. Os dados resultantes para a seleção tecnológica constituem-se das variáveis que caracterizam o perfil do segmento. Este perfil por sua vez consiste de características que se colocam como diretrizes para toda a concepção do produto. Os dados da segmentação de mercado são utilizados na metodologia como subsídio à caracterização das necessidades dos clientes externos. Sua utilização, portanto, ocorrerá como “input” para o módulo 3, mas devido à especificidade da metodologia necessária para a caracterização dos segmentos de mercado é necessário constituir um módulo específico para levantamento e tratamento dos dados.

A escolha dos métodos de coleta dos dados e informações para fins de segmentação de mercado e identificação dos fatores críticos de sucesso deve, no entanto, considerar:

- ⇒ a inserção na estratégia competitiva: para que se possa integrar a metodologia de seleção à uma estratégia de competição é preciso um nível de investigação sobre as necessidades e valores atribuídos pelos clientes que permita efetivamente localizar os pontos de diferenciação, ou os pontos em que há possibilidade de redução de custo sem diminuição do valor agregado

para o cliente, ou ainda as relações de troca que o cliente está disposto a fazer em termos de valor;

- ⇒ a realização de investigação prévia para a definição dos atributos a serem investigados segundo uma análise apropriada do produto em questão (unidades habitacionais, comerciais, etc);
- ⇒ o custo do levantamento e seu prazo: devem ser compatíveis com os objetivos do empreendimento;
- ⇒ o planejamento do levantamento e garantia de rigorosa uniformidade entre os operadores do levantamento assegurando a confiabilidade dos resultados.

FREITAS (1995) estudou a aplicabilidade dos métodos de preferência declarada para “mensurar um conjunto de atributos que descrevem alternativas de produtos, segundo a visão do consumidor e estimar a importância relativa de cada atributo”. Neste estudo a autora partiu da hipótese de modelagem do comportamento do consumidor, baseando-se na utilidade que os consumidores atribuem ao produto “imóvel”. Como este método é utilizado para a avaliação de produtos que possuem poucos atributos, a hipótese considerou que era possível modelar o comportamento do consumidor com um número de cinco atributos.

Segundo KOTLER (1993) pode-se identificar duas abordagens principais para a segmentação de mercado, sendo que “alguns pesquisadores tentam formar segmentos identificando as características do consumidor, independentemente do interesse pelo produto específico. Comumente usam variáveis geográficas, demográficas e psicográficas. A seguir examinam se esses segmentos de consumidores mostram respostas diferentes ao produto”. Uma outra forma de estabelecer os segmentos de mercado é a identificação das respostas do consumidor diante do produto, tais como os benefícios procurados, ocasiões de uso e lealdade à marca. Depois da formação dos segmentos dessa maneira o pesquisador verifica se as diferentes características do consumidor podem ser associadas a cada segmento.

De acordo com as variáveis consideradas para o estabelecimento de segmentos de mercado apresentadas no Capítulo 5 pode-se estabelecer:

- a segmentação geográfica: os segmentos são representados pelos consumidores divididos em regiões geográficas desde um nível de agregação em países, por exemplo, até um nível local como bairros ou conjunto de bairros.

- a segmentação demográfica: consiste na divisão por grupos de consumidores segundo variáveis como sexo, idade, tamanho da família, renda familiar, ciclo de vida familiar, ocupação, raça ou nacionalidade.

- a segmentação demográfica por multiatributos: quando se utiliza mais de uma variável demográfica para a segmentação como, por exemplo, grupos de faixas etárias combinadas com faixas de renda;

- a segmentação psicográfica: consiste do agrupamento de consumidores em função de variáveis como a classe social e sua caracterização, estilo de vida e personalidade;

- a segmentação comportamental: os consumidores são agrupados em função de suas características de comportamento em relação ao produto, como ocasiões que provocam a compra; benefícios que buscam dos produtos; condição do usuário (ex-usuários, usuários potenciais, novos usuários e usuários regulares de um produto); taxa de uso (em volume ou frequência de uso); grau de lealdade; estágio de aptidão em relação ao produto (interessados, conscientes, com intenção de compra, decididos a comprar); atitude em relação ao produto como: entusiástica, positiva, indiferente, negativa e hostil.

Os princípios básicos para elaborar uma segmentação eficaz são apresentados por KOTLER (1993):

- mensurabilidade: representada pelo grau com que o tamanho e o poder de compra dos segmentos estabelecidos podem ser medidos.

- substancialidade: grau de abrangência e de potencial de lucratividade dos segmentos estabelecidos.

- acessibilidade: grau de acesso do produtor aos segmentos.

- operacionabilidade: o quanto se pode estabelecer programas efetivos para atingir os segmentos estabelecidos.

A análise do tipo de segmentação a ser realizada permite identificar a necessidade do emprego de dados primários ou secundários. No caso da obtenção de dados primários por meio de levantamentos específicos existem etapas a serem cumpridas para o desenvolvimento do levantamento: 1) a definição do problema e os objetivos da pesquisa; 2) o desenvolvimento do plano de pesquisa; 3) a coleta de informação; 4) a análise da informação; 5) a apresentação dos resultados (KOTLER, 1993).

O levantamento de dados primários está relacionado basicamente a: alguns aspectos da segmentação demográfica, quanto a variáveis não abrangidas por dados secundários como pode ser o caso do ciclo de vida das famílias em que se caracteriza a composição familiar e sua estrutura em termos de idade, sexo, ocupação dos componentes; segmentação psicográfica e comportamental.

Existem muitas formas de levantamento de dados a partir de pesquisas de “marketing” que possibilitam conhecer o comportamento do consumidor para fins de segmentação, segundo métodos apropriados. MATTAR (1995; 1996a) apresenta detalhadamente as metodologias de pesquisa de mercado, desde o planejamento até a análise e utilização dos dados, inserindo a pesquisa de mercado num sistema de informações de “marketing”, em que a busca dos dados sobre o consumidor é integrada a um conjunto de outros dados relevantes para o estabelecimento e monitoramento de estratégias das empresas.

Os dados primários, coletados para uma finalidade específica, podem ser obtidos por técnicas como as entrevistas individualizadas em questionários estruturados ou ainda por grupos de enfoque<sup>50</sup>. Os dados secundários provém de fontes diversas, obtidos para outras finalidades, porém adaptados às necessidades específicas por meio de tratamento adequado. Neste caso podem ser utilizados levantamentos

---

<sup>50</sup>As entrevistas são definidas mediante roteiro prévio de questionários estruturados a partir de variáveis que se quer investigar como determinantes da segmentação de mercado. Os grupos de enfoque consistem de grupos de consumidores pré-selecionados segundo algumas variáveis definidas, investigando-se o comportamento desses consumidores por meio de método de discussão coordenada.



estatísticos gerais ou levantamentos junto a amostras de consumidores realizados por terceiros<sup>51</sup>.

O plano de pesquisa para se chegar às variáveis que definem o segmento de mercado deve manter o foco na identificação de fatores que caracterizam as variáveis de segmentação, pois uma pesquisa direta junto aos consumidores pode gerar informações diversas para outros fins e é preciso evitar que a investigação seja demasiadamente detalhada gerando desconforto para o respondente e custos desnecessários.

A definição da amostra deve ser feita mediante avaliação no plano de trabalho sobre as características desejadas, em função das informações a serem obtidas. As possibilidades de tipos de amostras são apresentadas a seguir:

QUADRO 6.6. - TIPOS DE AMOSTRAS PARA O LEVANTAMENTO DE DADOS VISANDO A SEGMENTAÇÃO DE MERCADO

TIPO DE AMOSTRA	CARACTERÍSTICAS
<b>1. Amostra probabilística</b>	
1.1. Amostra simples ao acaso	Todos os componentes da população têm chances conhecidas e iguais de ser selecionados.
1.2. Amostra estratificada ao acaso	A população é dividida em grupos mutuamente exclusivos (por exemplo, por grupos de idade), e as amostras por acaso são construídas a partir de cada grupo.
1.3. Amostra por conglomerado (área)	A população é dividida em grupos mutuamente exclusivos (por exemplo por quarteirões), e o pesquisador constrói uma amostra dos grupos para entrevista.
<b>2. Amostra não-probabilística</b>	
2.1. Amostra por conveniência	O pesquisador seleciona os componentes da população mais acessíveis, a partir dos quais obtém a informação.
2.2. Amostra por julgamento	O pesquisador usa seu julgamento para selecionar os componentes da população que são mais relevantes para obter informações fidedignas.
2.3. Amostra por cota	O pesquisador seleciona e entrevista um número previsto de pessoas em cada uma das diversas categorias.

Fonte: KOTLER, 1993.

A definição da amostra para efeito de segmentação deve levar em conta a estratégia definida quanto ao tipo de segmentação. Por exemplo, a estratégia

---

<sup>51</sup>Essas formas de levantamento dos dados são apresentadas em função de experiências já realizadas no âmbito da produção de unidades habitacionais. Várias outras técnicas podem ser combinadas em função das características da situação específica que se quer estudar. Para maior detalhamento das

pretendida pode estar voltada a uma segmentação psicográfica ou comportamental a partir de um determinado mercado geográfico (segmentação geográfica) ou para um mercado que detenha poder aquisitivo que possibilite a aquisição de bens de uma determinada faixa de valor (segmentação demográfica). A amostra então deverá ser definida de forma circunscrita a esses limites.

A utilização de amostras probabilísticas permite controlar o erro amostral por meio de procedimentos estatísticos que detectam em que medida os valores obtidos na amostra diferem dos valores do universo da população em estudo. No entanto, autores da área de marketing, ressaltam que, em muitas situações relacionadas ao marketing, a única possibilidade é o emprego de amostras não-probabilísticas, as quais podem ser mais representativas do que amostras probabilísticas. Ressaltam esses autores que o erro amostral é apenas uma entre inúmeras fontes de erro que estão presentes nas pesquisas da área de marketing.

A escolha do tipo de amostra depende também de uma análise de custos e prazos do levantamento, aspectos que devem ser considerados para a definição do tamanho da amostra. O tamanho das amostras probabilísticas é estabelecido por meio de procedimentos estatísticos que consideram a variância<sup>52</sup> de uma amostra-piloto para estimar a variância da população e a precisão ou erro máximo admitido.

As técnicas tradicionais de pesquisa de “marketing” devem ser enfocadas sob as condições específicas do produto em questão, considerando-se que os aspectos relevantes para o comportamento do consumidor de uma unidade residencial que definem os segmentos de mercado são bastante distintos dos aspectos que definem os segmentos no que diz respeito aos bens de consumo não duráveis. As variáveis que estarão sendo consideradas visando a segmentação de mercado devem envolver a análise de fatores que influem sobre o comportamento dos consumidores no que diz respeito às unidades residenciais.

---

possibilidades de técnicas a serem empregadas para a segmentação de mercado ver MATTAR (1995;1996) e WEINSTEIN (1996).

<sup>52</sup>A variância é definida como o desvio quadrático médio dos dados em relação à sua média (MILONE & ANGELINI, 1993)

Entre os aspectos que caracterizam o estilo de vida em relação às investigações voltadas para os padrões de consumo estão as atividades dos indivíduos, seus interesses e opiniões. O quadro 6.7 apresenta uma lista de itens geralmente investigados em pesquisas de marketing as quais devem ser enfocadas sob os aspectos que definem o produto “unidade habitacional”.

QUADRO 6.7. - ITENS DE ATIVIDADES, INTERESSES E OPINIÕES PARA CARACTERIZAÇÃO DE ESTILO DE VIDA

ATIVIDADES	INTERESSES	OPINIÕES
Passatempos	Lar	Sobre itens sociais
Eventos sociais	Emprego	Políticas
Férias	Comunitários	Sobre negócios
Diversões	Recreação	Econômicas
Frequência a clubes	Moda	Sobre educação
Comunitárias	Alimentos	Sobre produtos
Compras	Meios de comunicação	Sobre futuro
Esportes	Aquisições	Sobre cultura

Fonte: MATTAR, 1996a

- Para este tipo de caracterização é importante utilizar também métodos próprios da construção civil como a Avaliação Pós-Ocupação, a qual no entanto deve ser aplicada num escopo adequado de levantamento de dados com a finalidade de segmentação.

O universo de aplicação deve ser previamente planejado considerando-se o direcionamento esperado. Por exemplo, para segmentação detalhada do mercado de atuação de uma companhia de habitação popular municipal o mercado geográfico e as faixas de renda atendidas são definidos pela própria característica de atuação. A investigação é assim essencialmente psicográfica e comportamental e pode ser desenvolvida em uma amostra de unidades entregues no âmbito da atuação da companhia.

Para uma empresa incorporadora, no entanto, a investigação a partir de unidades entregues pode ser apenas uma parcela da amostra, buscando-se também

avaliar outros consumidores como os ocupantes de imóveis situados em regiões geográficas em que a empresa pretende atuar.

A análise dos dados levantados deve ser feita a partir de uma série de procedimentos estatísticos que permite identificar as relações entre as variáveis investigadas. Na segmentação de mercado interessa saber quais as variáveis que determinam o comportamento do consumidor perante o produto e quando se está diante de um conjunto de variáveis é preciso identificar variáveis que possam ser eliminadas em função de um alto grau de correlação entre elas. Neste aspecto o instrumento estatístico utilizado é a análise fatorial, que permite identificar os fatores básicos que explicam as correlações existentes entre um grande número de fatores (KOTLER, 1993).

Por outro lado, é preciso analisar os dados da amostra agrupando os consumidores em segmentos que apresentem elevada diferenciação entre si de forma a justificar a constituição de um segmento diferente dos demais. Esta análise é realizada pela análise de conglomerados, que classifica os grupos por procedimentos que permitem identificar os dados que mantêm elevada semelhança entre si e os conjuntos que se opõem, apresentando diferenças significativas<sup>53</sup>.

O resultado da coleta e tratamento dos dados para a segmentação é o perfil de cada segmento encontrado no universo pesquisado. Este perfil consiste de uma descrição composta pelas características do segmento em relação às variáveis que o definem.

É importante observar que, quanto mais detalhado é o conhecimento sobre os segmentos de mercado, mais se torna possível controlar o risco de não atendimento das necessidades dos clientes e vários aspectos relacionados à organização da produção podem ser equacionados com maior produtividade. A decisão estratégica sobre os segmentos de atuação é função da análise dessas características de segmentos em relação às capacidades da empresa.

---

<sup>53</sup>Para detalhamento destes procedimentos ver MATTAR, 1995.

### 6.5.2 Dados sobre estratégias competitivas

A aplicação de métodos de planejamento e administração estratégicos é incipiente entre as empresas construtoras, que ainda não incorporam os conceitos de competitividade à sua prática de definição de estratégias de mercado. As técnicas mais atualizadas de planejamento e administração estratégica, como a metodologia de construção de cenários mencionada no capítulo 3, ainda não são utilizadas na construção, o que pode ter conseqüências de insucesso de empreendimentos que não foram planejados com a consideração do comportamento do ambiente econômico e social futuro.

A análise estratégica aprofundada para se identificar estratégias competitivas adequadas para a empresa em função de suas capacidades e da análise de seus concorrentes e clientes exige uma metodologia própria. Os dados e informações resultantes serão utilizados na metodologia de seleção tecnológica para caracterizar as necessidades dos clientes internos, isto é, agente promotor, investidores, executor, etc.

A estratégia competitiva genérica adotada pelas empresas construtoras/incorporadoras, pelos investidores e por escritórios de projeto, por produtores de sistemas, subsistemas, componentes, etc pode ser identificada mesmo que não derivada de um processo deliberado e formal de definição dessa estratégia.

Esta identificação pode ser feita através do levantamento das seguintes informações e dados:

- identificação do segmento de mercado em que a empresa atua: dados históricos que caracterizem os clientes da empresa; delimitação geográfica. É possível identificar algum “nicho” específico de mercado em que a empresa atue caracterizado pela área geográfica, classe de renda, tipologia construtiva ou outra variável?

- identificação das principais características dos produtos oferecidos pela empresa e identificação dos principais concorrentes segundo estes tipos de produto e segmento de mercado;

- identificação das posições da empresa em relação aos seguintes indicadores:

- ⇒ características do produto: existem diferenças entre os produtos da empresa e de seus concorrentes que possam caracterizar uma estratégia de diferenciação de produto (tecnologia construtiva, acabamentos, áreas, concepção de projeto, equipamentos e serviços, etc)?
- ⇒ preço: existem diferenças significativas de preço para os concorrentes que possam caracterizar uma estratégia de liderança em custo (considerando o custo para o cliente).

Uma vez identificada a estratégia genérica, deve-se caracterizar os meios que a empresa usa para transformar esta estratégia em características de produtos e serviços. Para tanto o levantamento é próprio de cada estratégia:

- estratégia de enfoque: a estratégia de enfoque pressupõe uma elevada especialização da empresa num determinado nicho de mercado. Isto significa que a empresa deve reunir uma capacidade de atender este nicho de forma mais eficiente que seus concorrentes. O levantamento de caracterização é então a busca da identificação dos fatores que determinam esta capacidade - conhecimento das necessidades dos clientes deste nicho (preferências e cultura regional, projeto e tecnologia construtiva, preço, etc);
- estratégia de liderança em custo: quais os fatores que determinam esta liderança - projeto e tecnologia construtiva, escala de produção, capacitação técnica da mão-de-obra, alianças estratégicas com fornecedores, etc?
- estratégia de diferenciação: a partir de quais aspectos a empresa se diferencia de seus concorrentes - projeto, materiais e componentes, equipamentos e serviços, promoção e vendas, etc.?

Estes itens determinam as condições necessárias para a consideração da estratégia competitiva na metodologia de seleção tecnológica. Essa identificação deve ser feita com relação ao contratante da obra, pois as características do edifício definidas pelos produtos que são objeto de seleção tecnológica estarão delimitadas pelas necessidades provenientes da estratégia de competição pretendida. No entanto, em situações em que o projetista tem maior liberdade de ação para o desenvolvimento

do produto suas estratégias também devem ser analisadas sob o mesmo enfoque, visando identificar se há algum tipo de incompatibilidade com as estratégias do contratante.

### **6.5.3 Necessidades dos clientes externos**

As necessidades dos clientes externos devem ser enfocadas na seleção tecnológica considerando-se que as características que os clientes exigem dos produtos, reportando-se à lista de exigências da norma ISO 6241 (ISO, 1984), são provenientes das características do segmento de mercado a que pertencem. Na construção civil brasileira ainda há um enfoque demasiadamente voltado às características intrínsecas do produto, dissociando-se estas características que determinam o desempenho ao longo da vida útil das necessidades geradoras das exigências de desempenho, decorrentes do comportamento do consumidor perante o bem em questão.

Este comportamento compreende: 1. a atitude perante a compra, os fatores que definem a compra, os fatores diferenciadores percebidos pelo consumidor em relação aos produtos concorrentes e uma série de aspectos relacionados à decisão de comprar; 2. o comportamento do consumidor no uso do produto.

O comportamento relativo à decisão de comprar a unidade residencial está ligado à concepção do produto e suas características aparentes, ao desempenho econômico e aos serviços agregados aos produtos. Neste sentido é preciso abordar o produto edifício, ou unidade residencial, não só do ponto de vista do produto em si, mas como produto ampliado, utilizando-se a conceituação de KOTLER (1993) ou produto total, na conceituação de McKENNA (1993), apresentadas no capítulo 5. Aspectos aparentemente intangíveis transformam-se em necessidades concretas dos clientes externos que podem ser fatores preponderantes na decisão de compra se nos demais fatores as diferenças entre produtos concorrentes forem pouco significativas.

O levantamento dos dados para caracterização das necessidades dos clientes externos é, portanto, relacionado à tradução das características do segmento de mercado em necessidades específicas em relação aos produtos e serviços.

O quadro a seguir apresenta os fatores determinados pelas variáveis de segmentação, obtidos por meio de um levantamento na bibliografia existente e no comportamento do mercado mediante informações e dados de empresas incorporadoras, entidades e instituições do setor e companhias de habitação.



QUADRO 6.8. - NECESSIDADES DOS CLIENTES EXTERNOS  
DETERMINADAS PELAS CARACTERÍSTICAS DO  
SEGMENTO DE MERCADO

VARIÁVEIS DE SEGMENTAÇÃO	NECESSIDADES RELACIONADAS À UNIDADE HABITACIONAL E AO PRODUTO EDIFÍCIO
<ul style="list-style-type: none"> <li>Demográficas: renda familiar, tamanho da família, ciclo de vida, ocupação, raça ou nacionalidade</li> </ul>	<p>Economia: Preço e condições de pagamento; custos de operação e manutenção;</p> <p>Adequação ao uso</p> <p>Segurança ao uso</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Geográficas: países, estados, cidades, bairros</li> </ul>	<p>Todas as necessidades relacionadas às condições de exposição: conforto higrotérmico, conforto acústico, conforto visual, pureza do ar, durabilidade, higiene, segurança ao fogo, segurança estrutural, segurança ao uso.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Psicográficas: - Classe social: valores sociais, status; - estilo de vida: atividades, interesses e opiniões; personalidade</li> </ul>	<p>Desempenho simbólico/estético: design e estilo</p> <p>Adequação ao uso</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Comportamental</li> </ul> <p>⇒ Ocasões que provocam a compra: casamento, nascimento de filhos, mudança de cidade, ascensão profissional e social, diminuição do tamanho da família, mudança de local de trabalho, investimento;</p> <p>⇒ Benefícios que buscam dos produtos</p> <p>⇒ Condição do usuário (investidor, usuário)</p> <p>⇒ Taxa de uso (permanência no imóvel; uso de todos os ambientes)</p> <p>⇒ Grau de lealdade</p> <p>⇒ Estágio de aptidão</p> <p>⇒ Atitude em relação ao produto</p>	<p>⇒ Adequação ao uso específico da família</p> <p>⇒ Relação entre o preço e os benefícios (serviços e produto)</p> <p>⇒ Grau de importância dos custos de operação e manutenção; importância da flexibilidade de projeto;</p> <p>⇒ Grau de importância aos requisitos de adequação ao uso e condições de exposição/ desempenho simbólico</p> <p>⇒ Satisfação com os produtos da empresa - por experiência própria ou de terceiros, mídia, etc); imagem, serviços</p> <p>⇒ Serviços agregados ao produto na compra</p> <p>⇒ Grau de atendimento às necessidades implícitas* e explícitas</p> <p><i>* necessidades como: bem-estar; atendimento adequado na compra e recebimento; serviços agregados ao produto.</i></p>

Estas relações devem ser estudadas aprofundadamente por meio de pesquisas específicas, com a aplicação de técnicas adequadas, porém a partir deste modelo é possível construir a estrutura de coleta e tratamento dos dados e informações a serem utilizados para a seleção tecnológica.

A metodologia de seleção está fundamentada em duas categorias de dados que expressam as necessidades dos clientes (internos e externos): *indicadores e requisitos*. Os dados são tratados e apresentados na forma de indicadores sempre que se pode dispor de informações quantitativas obtidas a partir de dados históricos. Os indicadores consistem em “expressões quantitativas que representam uma informação gerada, a partir da medição e avaliação de uma estrutura de produção, dos processos que a compõem e/ou dos produtos resultantes” (CTE, 1994).

O requisito consiste de um dado que reflete a necessidade identificada em forma qualitativa, expressando com clareza o objetivo a ser atingido.

Na estrutura apresentada por EHRLICH (1996a) para os modelos de apoio a decisões os indicadores constituem-se em *parâmetros*, para a modelagem mas os requisitos não fazem parte daquela estrutura uma vez que não são elementos quantitativos.

O quadro a seguir apresenta a estrutura de indicadores e requisitos propostos para a metodologia como caracterização das necessidades decorrentes do segmento de mercado:

QUADRO 6.9 - INDICADORES E REQUISITOS PARA SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES EXTERNOS NA SELEÇÃO TECNOLÓGICA DETERMINADAS PELAS CARACTERÍSTICAS DO SEGMENTO DE MERCADO

FORMATO DOS DADOS E INFORMAÇÕES	DESCRIÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>INDICADORES PARA SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES RELATIVAS À ECONOMIA</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Preços de mercado desejáveis para a unidade em função da capacidade de pagamento do segmento-alvo (comprometimento da renda);</li> <li>Impacto do preço do item específico objeto da seleção tecnológica no preço global da unidade</li> <li>Custos globais de operação, em forma de limite ou faixa desejável: custo mensal de dispêndio com a operação da unidade habitacional e do produto edifício (ver detalhamento da obtenção e tratamento)</li> <li>Custos específicos de operação, em forma de limite ou faixa de custo desejado: <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ consumo mensal de água</li> <li>⇒ consumo mensal de energia: gás; eletricidade</li> <li>⇒ custo mensal de administração</li> <li>⇒ custo mensal de segurança - equipamentos e pessoal</li> </ul> </li> <li>Custos periódicos de conservação: por exemplo - limpeza de fachadas;</li> <li>Custos de manutenção: <ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ <b>manutenção periódica preventiva</b>, em forma de limite ou faixa de custo médio mensal desejado: para os componentes/subsistemas que exigem esta atividade - elevadores, bombas, piscinas, antenas coletivas, saunas, equipamentos de lazer, equipamentos de segurança</li> <li>⇒ <b>manutenção corretiva</b>: substituição de materiais e componentes e reparos* para repor capacidade de desempenhar suas funções. Em forma de custos médios aceitáveis em períodos pré-determinados em função das características dos subsistemas/componentes específicos</li> </ul> </li> <li><b>adequação ao uso</b>: substituição/acréscimo de materiais e componentes**; acréscimo de área; conversão ***.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>REQUISITOS PARA A SATISFAÇÃO DE NECESSIDADES RELATIVAS À ADEQUAÇÃO AO USO</li> </ul>	<p>Requisitos quanto à adequação dimensional, física e formal compreendendo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>adequação à utilização: adequação dos ambientes da unidade às necessidades do usuário quanto ao número, dimensões, geometria, subdivisão, interrelação, projeto evolutivo e aparência, além de novas construções ou modificações que visam adaptar o espaço ao modo de vida dos moradores;</li> <li>segurança à utilização: segurança na circulação e movimentação na edificação, implicando limitação de inclinação e atrito de pisos, na existência de ressalto de pisos, tetos e paredes; segurança contra risco de explosões, asfixia, queima, cortes, choques, radioatividade, contato ou inalação de substâncias venenosas e infecções provocadas por equipamentos e/ou instalações; segurança contra intrusões de animais ou seres humanos.</li> <li>conforto antropodinâmico: conforto nas operações de manobra dos vários componentes da edificação - portas, janelas, torneiras, registros, equipamentos elétricos etc - assim como conforto no caminhar, implicando limitações nas dimensões de degraus;</li> <li>conforto tátil: evitando o contato da pele com superfícies demasiadamente rugosas, cortantes ou viscosas e com superfícies excessivamente quentes, úmidas ou molhadas.</li> <li>flexibilidade para ampliação e evolução da unidade habitacional: possibilidade de ampliação (horizontal e vertical); previsão de ampliações no projeto original implicando localização adequada para aberturas, pré-execução de fundações, conformação dos ambientes e serviços, de modo a não interferir na evolução da unidade.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>REQUISITOS PARA A SATISFAÇÃO DE NECESSIDADES RELATIVAS ÀS CONDIÇÕES DE EXPOSIÇÃO</li> </ul>	<p>Requisitos de desempenho relativos a:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Conforto higrotérmico</li> <li>Conforto acústico</li> <li>Conforto visual</li> <li>Durabilidade</li> <li>Estanqueidade à água</li> <li>Segurança estrutural</li> <li>Segurança ao fogo</li> </ol>

\* Utiliza-se o termo “reparo” para designar as atividades em que primordialmente são executados serviços visando à retomada de um determinado nível de desempenho, sem que o elemento construtivo seja substituído ou refeito, embora possam ser substituídos ou acrescentados materiais e componentes.

\*\* A substituição de materiais é caracterizada pela falha do material e/ou componente originalmente empregado em atender às necessidades decorrentes do uso. Por exemplo, isto ocorre quando o usuário recebe a unidade com pintura à óleo, acrílica ou outra nas áreas molhadas e providencia por si mesmo a execução de revestimento cerâmico. O acréscimo de materiais e componentes caracteriza-se quando o usuário acrescenta algo que originalmente não fazia parte do projeto como, por exemplo, a colocação de portas divisórias internas ou venezianas nas janelas.

\*\*\* A conversão consiste numa atividade que envolve uma alteração do projeto original sem que se caracterize necessariamente substituição, acréscimo ou reparo, mas que ocorre em consequência de mudanças no uso a que se destinam os ambientes, ampliações e outras alterações, como por exemplo quando o usuário muda a posição de pias, tanques, portas e janelas.

As necessidades de economia são traduzidas na metodologia por *limites admissíveis de custos* em função da caracterização da capacidade de pagar do segmento-alvo. Esses limites são estabelecidos a partir de análise das características de renda das famílias adquirentes das unidades. Esta análise pode ser feita mediante dados estatísticos provenientes dos censos ou amostragens do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, mas também de outros estudos que caracterizam a distribuição dos valores despendidos pelas famílias de cada segmento com habitação, saúde, educação, etc e suas reais necessidades quanto ao comprometimento da renda com o item habitação. Em geral, para a produção nos segmentos que constituem as camadas da população de mais baixa renda nos programas geridos pelo Poder Público essa caracterização já é parte da constituição do programa de financiamento, porém estabelecem-se limites apenas considerando o comprometimento com o pagamento referente ao preço de produção. Estes dados devem ser desagregados possibilitando estabelecer faixas ou limites admissíveis para os custos de aquisição e custos de operação e manutenção e serão representados por indicadores de custo a valor presente.

A construção dos limites ou faixas admissíveis para os custos de operação e manutenção requer a obtenção de dados históricos e a consideração desses dados

pertinentes a cada tipo de escolha, conforme o indicador seja dependente da escolha. Assim, por exemplo, do ponto de vista de atendimento de necessidades de economia, a escolha de um sistema de aquecimento de água deve considerar:

⇒ o impacto do sistema no preço inicial - maior participação percentual admissível no preço global;

⇒ custo mensal decorrente do consumo de água;

⇒ custo mensal decorrente do consumo de energia;

⇒ custo mensal de administração envolvido na operação do sistema (por exemplo, necessidade de um funcionário para medição do consumo de gás em sistemas de gás centralizado)

⇒ custos periódicos de conservação: por exemplo,

⇒ custos de manutenção preventiva periódica: por exemplo - revisões periódicas na central de gás;

⇒ custos de manutenção corretiva: decorrentes da necessidade de substituição de materiais e componentes e/ou de reparos;

⇒ custos decorrentes de adequação ao uso: por exemplo - aumento de capacidade horária de aquecimento em função de acréscimo no número de pessoas na família.

Nesse ponto do processo decisório, a escolha é voltada somente para as necessidades do cliente externo, e consistirá da comparação do somatório desses custos, proporcionado por cada alternativa, com os limites estabelecidos. Esta análise proporciona uma visualização do impacto dos diversos subsistemas sobre os custos que o cliente externo/usuário deverá estar suportando ao longo da vida útil e orienta o tomador de decisão sobre a alternativa tecnológica que proporciona melhor solução quanto a este aspecto, mediante a identificação da forma como esses custos são afetados. Assim, no caso exemplificado do sistema de aquecimento de água, o consumo de energia decorrente de cada alternativa pode ser um fator preponderante no

processo de seleção e deverá ser confrontado com os indicadores provenientes do processo de produção, a serem identificados no item 6.5.4.

O tratamento dos dados para obtenção dos custos em base mensal exige apenas a apuração de dados históricos, desagregando-os segundo a conveniência do processo decisório em questão. O tratamento neste caso deverá ser de trazer custos passados para o presente. Neste caso envolve-se a atualização financeira, considerando-se índices convenientes para medir a evolução dos preços envolvidos em função de sua natureza<sup>54</sup>. Esses dados podem ser manuseados através de projetos semelhantes executados por empresas construtoras/incorporadoras, prestadoras de serviços, projetistas e pelos próprios fabricantes a partir do acompanhamento de empreendimentos em que seus produtos são utilizados registrando-se as características do empreendimento/projeto que determinam os custos. A avaliação dos custos de operação e manutenção envolvidos pode vir da análise de custos condominiais e de amostras de usuários, podendo envolver ainda dados das empresas concessionárias de água e energia.

A Avaliação Pós-Ocupação é, por natureza, o método através do qual se faz possível conhecer os custos de operação e manutenção. No entanto, nos estudos conhecidos sobre o tema não são apresentados métodos de levantamento e tratamento dos dados e informações gerados para se chegar a esses parâmetros.

Assim como a Avaliação Pós-Ocupação os métodos de planejamento e controle de custos também não têm gerado informações com características que permitam a inserção no processo de projeto e de seleção tecnológica. Isso pode ser viabilizado se o processo de planejamento de custos for estendido às áreas de assistência técnica pós-venda nas empresas construtoras ou às áreas de assistência ao usuário nas companhias de habitação. Sistemas adequados de levantamento de custos junto aos condomínios e amostras de usuários em caráter periódico podem ser estruturados sem grande complexidade de operacionalização.

---

<sup>54</sup>Considera-se que não é necessário detalhar esse procedimento tendo em vista que a atualização do valor é prática corrente e incorporada ao planejamento de empreendimentos no Brasil.

As necessidades decorrentes do segmento de mercado são ainda relativas aos requisitos de adequação ao uso e aos requisitos que podem ser associados às condições de exposição. As primeiras podem ser classificadas no modelo da metodologia de seleção tecnológica como *variáveis de controle ou de decisão*, sobre as quais se pode atuar para atingir os objetivos da seleção (EHRlich, 1996a). As condições de exposição podem ser classificadas como *variáveis de estado ou da natureza* sobre as quais não se tem controle, mas que afetam os resultados do processo decisório.

Os requisitos a serem estabelecidos devem ser baseados em normalização técnica e no conhecimento técnico existente sobre as condições que asseguram a satisfação dos usuários. Em alguns casos pode haver indicadores que possam ser utilizados para caracterizar as necessidades de adequação ao uso e decorrentes das condições de exposição. É o caso, por exemplo, do conhecimento de dados climáticos que permitam caracterizar as temperaturas de inverno e verão admissíveis, ou outros parâmetros que possam caracterizar quantitativamente as necessidades.

Mais uma vez para a caracterização desses requisitos a partir de dados históricos que possam identificar as necessidades de um determinado segmento de mercado o instrumento adequado é a Avaliação Pós-Ocupação. Este método tem sido objeto de muitos trabalhos nos últimos anos em várias instituições de pesquisa brasileiras, os quais geram importantes resultados sobre o conhecimento do grau de satisfação dos usuários e desempenho das edificações em uso. No entanto, os métodos utilizados são ainda pouco apropriados aos sistemas de gestão da qualidade, observando-se que, neste particular, o método requer adaptações segundo os seguintes aspectos:

- ⇒ a montagem da investigação deve estar fundamentada na avaliação da satisfação do usuário segundo um planejamento prévio que considere as premissas de desenvolvimento do produto. A avaliação deve portanto ser constituída para permitir confrontar *comportamento esperado* com *comportamento observado* e, portanto, deve estar contida num processo em que, desde a concepção do empreendimento os agentes promotores, projetistas e executores programem essa avaliação. Isso é possível por meio

do estabelecimento de uma metodologia de projeto e de seleção tecnológica baseada num conjunto de requisitos, que por sua vez foram construídos a partir de um conhecimento aprofundado das necessidades dos clientes.

- ⇒ A investigação, concebida desta forma, deve estar centrada não só nas características do produto, mas também nas características dos serviços associados aos produtos, tais como a assistência pós-venda proporcionada pelo promotor, as orientações para uso.
- ⇒ A Avaliação Pós-Ocupação não tem sentido se seus resultados não forem incorporados ao processo de produção. Em muitos casos interessa conhecer os resultados de políticas genéricas, como é o caso de avaliações realizadas em empreendimentos que fazem parte de programas de habitação popular. No entanto, do ponto de vista de um empreendimento específico a avaliação deve ser desenvolvida para que os dados gerados tenham um tratamento compatível com a inserção no processo de produção, constituindo-se numa retroalimentação segundo o conceito de “processo” da gestão da qualidade. O tratamento estatístico adequado, foco de atenção de muitos trabalhos, não é suficiente para que a informação gerada seja passível de utilização.

Para a confrontação entre comportamento esperado e comportamento observado é preciso que haja um tratamento dos dados e informações sobre as necessidades dos clientes transformando-os em requisitos de desempenho esperado. Este tratamento implica uma tradução da linguagem e percepção do cliente para as condições tecnológicas dos produtos e do projeto.

#### **6.5.4 Necessidades dos clientes internos**

As necessidades dos clientes internos no processo decisório da seleção tecnológica estão relacionadas ao processo de produção envolvido. Essas necessidades decorrem das estratégias competitivas identificadas no módulo 2. Os processos de produção de todos os envolvidos estarão sendo desenvolvidos a partir de definições estratégicas explícitas ou implícitas na atuação de cada um dos agentes.



As necessidades estarão relacionadas, portanto, às características de gestão da qualidade e produtividade que levam à operacionalização das estratégias de competição e podem então ser representadas por meio de indicadores relacionados aos custos de produção, qualidade de processos e produtividade.

O tratamento dos dados e informações, neste caso, também requer dados históricos, bem como o conhecimento de valores que posicionem a empresa no mercado ou que signifiquem metas a serem atingidas. Por outro lado, existem necessidades do processo de elaboração do projeto e dos próprios produtores dos sistemas, subsistemas e componentes que estarão em jogo na avaliação que compõe o processo decisório.

O quadro a seguir apresenta os dados a serem utilizados para o processo de atribuição de valor da seleção tecnológica no que diz respeito às necessidades dos clientes internos.

**QUADRO 6.10 - INDICADORES E REQUISITOS PARA SATISFAÇÃO DAS  
NECESSIDADES DOS CLIENTES INTERNOS NA SELEÇÃO  
TECNOLÓGICA**

FORMATO DOS DADOS E INFORMAÇÕES	DESCRIÇÃO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores de custos iniciais</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Custo total máximo esperado: do edifício; da unidade (excluindo-se custos do terreno, levantamento planialt., sondagem, vendas e incluindo todos os custos de projeto e execução); dados históricos organizados por subsistemas, componentes/materiais.</li> <li>2. Custo máximo esperado para o item a ser selecionado: em função dos dados históricos de participação do item no custo total (para o caso de subsistemas e componentes)</li> <li>3. Custo global inicial esperado por unidade executada: o indicador deve expressar a unidade que melhor representa suas relações de custo para a tomada de decisão (ver detalhamento a seguir)</li> <li>4. Custo inicial esperado de mão-de-obra por unidade executada</li> <li>5. Custo inicial esperado de materiais por unidade executada</li> <li>6. Custo inicial esperado de equipamentos</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores de produtividade global, da mão-de-obra e de equipamentos</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ciclo de produção desejado</li> <li>2. Produtividade esperada da mão-de-obra: número de horas-homem por unidade produzida</li> <li>3. Produtividade esperada de equipamentos: número de horas de equipamentos por unidade produzida</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos relativos à qualidade do projeto</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Parâmetros padronizados de projeto que afetam diretamente a tecnologia em julgamento</li> <li>2. Requisitos que se constituem em condição “<i>sine qua non</i>” para o partido de projeto</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos derivados da estratégia competitiva</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Itens em que o executor/promotor deseja chegar ao mais baixo custo para atingir a liderança em custo; ou itens em que se deseja atingir elevado grau de diferenciação em relação aos concorrentes naquele tipo de produto; itens em que é preciso atingir a melhor solução de mercado para o cliente específico numa estratégia de enfoque.</li> </ol>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requisitos e efeitos indiretos esperados</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sobre as perdas de materiais</li> <li>2. Sobre o grau de industrialização do processo (ver detalhamento a seguir)</li> <li>3. Sobre a integração entre subsistemas quanto ao processo de execução</li> <li>4. Sobre a complexidade de execução</li> </ol>

Os indicadores de custo máximo esperado por subsistema ou item específico devem ser construídos a partir de uma análise da forma que melhor pode representar a realidade do processo de especificação, compra e execução. No entanto, os indicadores não podem refletir a especificidade de uma tecnologia, mas o papel no edifício como um todo, pois se constituirão em metas a serem atingidas por alternativas diferentes.

Os indicadores de produtividade devem incluir o conceito de *ciclo de produção*, ou seja, o período de tempo necessário para completar uma atividade do processo estabelecida segundo o grau de agregação previsto no planejamento. Assim, por exemplo, no processo de seleção tecnológica de sistemas de vedação mais do que a produtividade atingida para executar 1 m<sup>2</sup> de parede é importante caracterizar o período de tempo em que se espera concluir a execução de um pavimento ou uma unidade habitacional inteira (em unidades horizontais).

Os indicadores referência, ou metas a serem atingidas, serão decorrentes por um lado do desempenho da empresa executora, por meio de análise de seus dados históricos, e por outro lado de metas estabelecidas a partir das necessidades do contratante da obra ou das características de desempenho de concorrentes no mercado. OLIVEIRA et al (1995) apresenta um conjunto de valores de referência obtidos por medição em empresas construtoras do Rio Grande do Sul e Paraná. A base amostral para a obtenção desses valores tende a crescer a partir da importância da medição de desempenho para as empresas que estão implantando sistemas de gestão da qualidade e produtividade, constituindo-se condições favoráveis ao estabelecimento de metas com base no desempenho do mercado.

Os requisitos relativos ao projeto referem-se aos itens que determinam a qualidade do projeto, caracterizados por parâmetros que o executor padroniza em função das características de sua cultura tecnológica e de sua relação com fornecedores de produtos visando a racionalização do processo de produção e das características que constituem-se em condições fundamentais para a concepção de projeto. A seleção tecnológica ocorre a partir de uma etapa precedente em que a concepção maior do produto é determinada pelo partido do projeto de arquitetura e, pressupõe-se que esteja apoiada em estudos prévios sobre o partido estrutural e de

sistemas prediais. Os parâmetros padronizados envolvem a modulação de paredes e lajes, pé-direito, dimensões de vãos e outros.

Os requisitos relativos à estratégia competitiva requerem o levantamento de dados junto aos concorrentes e aos potenciais clientes, o qual pode ser realizado com a seguinte metodologia:

QUADRO 6.11. - LEVANTAMENTO DE DADOS PARA ESTABELECIMENTO DE REQUISITOS RELATIVOS À ESTRATÉGIA COMPETITIVA

ESTRATÉGIA COMPETITIVA	MÉTODO DE LEVANTAMENTO
Estratégia de liderança em custo:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificação dos principais concorrentes no tipo de produto em questão - no mesmo segmento-alvo; na mesma região geográfica;</li> <li>2. Caracterização de seus patamares de preços finais;</li> <li>3. Identificação dos itens de maior impacto no preço ao consumidor final e potencial de competição pela seleção tecnológica;</li> <li>4. Caracterização dos sistemas, subsistemas, componentes de maior potencial de obtenção de custos competitivos e hierarquização segundo o impacto em custo</li> </ol>
Estratégia de diferenciação	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificação dos principais concorrentes no tipo de produto em questão - no mesmo segmento-alvo; na mesma região geográfica</li> <li>2. Identificação dos fatores de diferenciação dos produtos dos concorrentes e caracterização dos fatores ligados à seleção tecnológica</li> <li>3. Caracterização dos sistemas, subsistemas, componentes de maior potencial de obtenção de vantagem sobre os concorrentes mediante a diferenciação para o cliente</li> <li>4. Priorização dos itens segundo o julgamento do cliente</li> </ol>
Estratégia de enfoque	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificação dos principais concorrentes no tipo de produto em questão - no mesmo segmento-alvo; na mesma região geográfica</li> <li>2. Caracterização das necessidades específicas do segmento-alvo e dos fatores com que os concorrentes atendem essas necessidades</li> <li>3. Caracterização dos sistemas, subsistemas, componentes de maior potencial de obtenção de vantagem sobre os concorrentes mediante a diferenciação para o cliente</li> <li>4. Priorização dos itens segundo o julgamento do cliente</li> </ol>

Os requisitos relativos aos efeitos indiretos esperados incluem o estabelecimento do grau de industrialização que se pretende atingir. Esses requisitos

referem-se à classificação das operações geradas por cada alternativa tecnológica. O sistema de classificação apresentado no capítulo 4, a partir da conceituação de ROSSO (1980), permite estabelecer esses requisitos com relação à distribuição das operações elementares do processo de produção, isto é, as operações que constituem a estrutura básica do processo. O quadro a seguir apresenta a classificação das operações quanto ao grau de industrialização do processo de execução, em função da qual se propõe estabelecer requisitos a serem atendidos na seleção tecnológica. O grau de industrialização assim caracterizado reflete aspectos importantes da produtividade que o produto proporciona, tais como a continuidade das operações e a redução de incidência de operações passivas como as operações de ajustagem e transporte.

O processo deve consistir da identificação/listagem das operações básicas necessárias ao processo de execução, identificando-se o tipo de operação predominante, que constitui a essência do processo de produção.

QUADRO 6.12 - GRAU DE INDUSTRIALIZAÇÃO EM FUNÇÃO DAS OPERAÇÕES QUE COMPÕEM A TECNOLOGIA

TIPO DE OPERAÇÃO PREDOMINANTE NO PROCESSO DE TRABALHO GERADO PELA TECNOLOGIA	GRAU DE INDUSTRIALIZAÇÃO
Montagem	ALTO
Associação	MÉDIO
Agregação	BAIXO
Moldagem	BAIXO
Assentamento	BAIXO

Esta classificação provém da relação entre a natureza dos produtos (materiais e componentes) que constituem os subsistemas e sistemas e as operações geradas por eles. Assim, alternativas tecnológicas cujos componentes principais podem ser classificados como componentes terminados compostos - dotados de dimensões médias, formas complexas, utilização específica, funcionalidade completa e simples - terão como operações dominantes as operações de montagem que são as operações de mais alta posição na escala de industrialização. As conseqüências desta característica

para a produtividade e para o processo de trabalho de um modo geral dependerão ainda de condições gerenciais, porém, a tecnologia em si proporciona um determinado potencial decorrente dessa concepção.

#### **6.5.5 Características do produto-edifício**

A coleta de informações e tratamento dos dados neste ítem refere-se à caracterização do partido de projeto que dá origem ao produto-edifício e que condiciona as escolhas relacionadas a tecnologia.

O levantamento dos dados requer apenas a padronização de procedimentos do processo de desenvolvimento do projeto, envolvendo a completa caracterização dos itens que devem ser objeto de seleção tecnológica, por meio de “fichas” ou formulários que registrem para todos os envolvidos na seleção os aspectos condicionantes provenientes da concepção geral do edifício. Dados descritivos de justificativas dos partidos adotados devem ser apresentados juntamente com peças gráficas que permitam a visualização da caracterização pretendida.

Esta caracterização envolve os partidos adotados no desenvolvimento dos estudos preliminares de todos os projetos - arquitetura, estruturas, vedações, sistemas prediais. No entanto, as escolhas de tecnologia para o subsistema estrutural e para os sistemas prediais muitas vezes confundem-se com a própria definição da concepção de projeto. Por exemplo, o projeto de arquitetura com a utilização de tecnologia de estruturas em aço é desenvolvido desde o princípio com essa premissa, dadas as implicações da Arquitetura para o subsistema estrutural e vice-versa. Neste caso, devem ser caracterizadas as informações então disponíveis para a concepção do edifício que condicionam a escolha tecnológica. Os padrões de apresentação dessa caracterização deverão permitir a aplicação dos indicadores dos módulos anteriormente apresentados por meio de uma quantificação “macro” dos vários subsistemas e componentes, objetos da seleção.

#### **6.5.6 Características das alternativas**

A caracterização das alternativas consiste de dados e informações que, em princípio, devem fazer parte da documentação técnica do fabricante ou detentor da

tecnologia. Estas características devem constituir-se de informações que permitam ao projetista/contratante/investidor, e até mesmo ao usuário final, confrontar o desempenho dos produtos com as necessidades/metastabelecidas.

Em países em que o processo de certificação de produtos constitui-se em exigências naturais do mercado para aceitação pelos construtores e usuários, as informações sobre o desempenho dos produtos é parte integrante da documentação e assistência técnica dos produtores, mesmo em se tratando de produtos inovadores<sup>55</sup>.

Os módulos anteriores da metodologia são por natureza orientadores daquilo que se faz necessário para caracterizar as alternativas tecnológicas, visando a que o processo decisório da seleção tecnológica seja verdadeiramente um processo de confronto entre necessidades concretamente estabelecidas e alternativas que se propõem a atender estas necessidades.

O levantamento de dados e informações sobre as alternativas tecnológicas a serem julgadas no processo decisório da seleção tecnológica constitui-se de duas naturezas de procedimentos:

1. Caracterização dos produtos por parte do detentor da tecnologia a partir de todas as características de desempenho pertinentes: por meio de indicadores provenientes de resultados de caracterização laboratorial; e por meio de acompanhamento de amostragem dos produtos em uso.

2. Avaliação do impacto de cada alternativa no produto-edifício em questão por meio de aplicação dos dados e informações pertinentes às características de projeto formatadas no item 6.5.5.

No primeiro caso espera-se que cada produtor possa analisar entre as necessidades dos clientes internos e externos as características exigidas de seus produtos, estabelecendo assim o seu próprio conjunto de informações. Os dados de custos de operação e manutenção devem ser levantados e formatados a partir do

---

<sup>55</sup>Esta constatação foi realizada mediante contato direto com produtores de segmentos da indústria produtora de materiais, componentes e subsistemas/sistemas de vários países e análise de sua documentação técnica.

acompanhamento de dados históricos de modo a se transformarem assim em indicadores de desempenho econômico. Em cada subsistema esses dados assumirão características próprias conforme seu papel no desempenho global do edifício ao longo da vida útil.

Os dados assim obtidos, em base histórica e, portanto, com a aplicação de métodos financeiros de atualização, serão aplicados ao projeto específico que é objeto de seleção tecnológica. Neste momento no que diz respeito à avaliação de desempenho econômico que essas alternativas apresentam caracteriza-se a necessidade de aplicação da técnica de custos ao longo da vida útil para trazer para o presente os custos que ocorrerão no futuro.

A aplicação da técnica é detalhada pela norma E 917-89 “Standard Practice for Measuring Life-Cycle Costs of Buildings and Building Systems” (ASTM, 1992). Apresentam-se a seguir os principais aspectos dos procedimentos preconizados pela norma e as considerações pertinentes para aplicação.

#### **6.5.7 Procedimentos para a aplicação da técnica de custos ao longo da vida útil segundo a norma ASTM E 917-89**

Os procedimentos da norma constam das seguintes etapas:

1. Identificação dos objetivos da análise que se quer elaborar, as alternativas disponíveis e as restrições de cada alternativa
2. Estabelecimento das definições básicas da análise
3. Levantamento dos dados de custos
4. Elaboração do cálculo dos custos ao longo da vida útil para cada alternativa
5. Comparação dos resultados de cada alternativa
6. Consideração de outros fatores que compõem o modelo de decisão



As definições básicas a que se refere a norma referem-se aos seguintes aspectos: a) utilização do método com custos expressos periodicamente (em base anual, por exemplo) ou como custos expressos em forma de total do período de estudo; b) período de estudo desejado; c) consideração de inflação; d) taxas de desconto a serem utilizadas; e) abrangência; f) renda ou preço de revenda proporcionado pela edificação g) dados de custos.

Para essas definições são apresentadas as seguintes diretrizes:

**a) Periodicidade e base de tempo da análise:**

⇒ segundo a conveniência do fim a que se destina o estudo, deve-se optar por custos totais ou periódicos: uma análise comparativa do ponto de vista do investidor pode levar a necessidade de obtenção dos custos em forma global;

⇒ o período de estudo pode ser ou não o mesmo da vida útil das alternativas que se quer estudar:

b) quando o estudo visa analisar as alternativas do ponto de vista de um investidor individual, o período deve refletir o seu horizonte de tempo em termos de investimento;

c) para um proprietário/usuário de edificação residencial o estudo deve ser desenvolvido para um período de tempo que reflita o horizonte em que este usuário pretende residir/usar a edificação;

d) para ocupantes de imóveis comerciais o estudo deverá cobrir a vida útil da edificação e de seus subsistemas;

e) para investidores, como incorporadores por exemplo, o período de tempo deve ser curto e adequado às características do investimento.

⇒ quando o estudo visa políticas genéricas, como, por exemplo, a adoção de sistemas construtivos para toda a política de habitação do País, o período de estudo coincide com a vida útil, mas se a vida útil for muito longa e isso acarretar incertezas que comprometem a credibilidade do estudo pode-se adotar períodos mais conservadores.

⇒ quando o período de tempo for muito inferior à vida útil é preciso adotar valores consistentes para o valor residual ou de revenda.

#### **b) Inflação**

⇒ se o estudo for desenvolvido em valores monetários correntes (sem a utilização de uma “moeda” constante) é preciso incorporar a consideração de inflação, ajustando-se, inclusive, as taxas de desconto para incorporar a inflação.

#### **c) Taxas de desconto**

⇒ a escolha da taxa de desconto deve ser feita de forma a refletir a taxa que torna indiferente para o investidor pagar ou receber uma unidade monetária no presente ou em algum ponto do futuro. A taxa de desconto é orientada pela taxa de retorno obtida para a melhor aplicação possível dos recursos. Se houver uma taxa estabelecida por instituição ligada ao empreendimento/ investimento em questão, essa tem precedência.

⇒ para comparações entre alternativas deve-se utilizar a mesma taxa de desconto na avaliação de custos de todas as alternativas.

#### **d) Abrangência**

⇒ a análise que se pretende fazer pode envolver outros aspectos que não somente a aplicação do método de custos ao longo da vida útil. A inclusão de outros fatores na análise deve ser feita mediante indicadores de valor e um sistema de ponderação para a sua consideração.

**e) Renda proporcionada pela edificação**

⇒ Para determinados tipos de investimentos ou para investimentos sujeitos a grande incidência de tributação sobre a renda, deve-se incluir o valor proporcionado pela renda gerada pela edificação ou o valor de revenda.

**f) Dados de custos**

⇒ Dados do investimento inicial: planejamento, aquisição do terreno, projeto, execução da obra; custos financeiros.

⇒ Dados dos custos ao longo da vida útil: operação, manutenção, modernização, adequação ao uso, etc; revenda; demolição.

⇒ Custos que não sejam suficientemente significativos para a análise podem ser omitidos (custos que não sejam muito afetados pelas decisões de projeto, por exemplo)

A partir destas definições o cálculo do valor presente se faz mediante a aplicação da fórmula já apresentada no capítulo 4, apresentada novamente a seguir:

$$\text{Valor presente ao longo da vida útil} = \sum \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

Onde:

$C_t$  = a soma de todos os custos relevantes ocorrendo no ano  $t$

$N$  = a extensão do período em estudo

$i$  = a taxa de desconto

Para  $t = 0$  a soma é de custos iniciais; para cada ano acrescenta-se os custos periódicos de operação e manutenção e ao final do período introduz-se o valor residual ou valor de revenda.

A taxa de desconto “i” é uma taxa nominal<sup>56</sup>. Para a elaboração de estimativas em que são usados valores a moeda constante, deve-se utilizar a taxa real de desconto<sup>57</sup>, obtida a partir da seguinte expressão:

$$r = \frac{1+i}{1+I} - 1 \quad \text{ou} \quad (1+r)(1+I) - 1$$

onde I é a taxa de inflação,

O manuseio de custos futuros envolve risco e incerteza ligados às condições do ambiente econômico e setorial. A aplicação da metodologia de custos ao longo da vida útil parte de pressupostos e hipóteses sobre a ocorrência desses custos que constituem-se em fontes de incerteza.

O procedimento preconizado pela norma E 917 inclui a análise de sensibilidade, método pelo qual a adoção de diferentes valores incrementais para as variáveis sujeitas a incerteza, permite avaliar os efeitos do comportamento destas variáveis sobre os resultados. Em casos em que se pode prever os valores dessas variáveis é possível utilizar os métodos de simulação, em que se obtém os efeitos sobre os resultados de situações que apresentam certa probabilidade de ocorrência. O método adequado de tratamento de incerteza e risco na aplicação do método de custos em uso deve ser escolhido por meio dos procedimentos da norma E 1369-90 “Standard Guide for Selecting Techniques for treating uncertainty and risk in the economic evaluation of buildings and building systems”.

Os aspectos básicos de incerteza referem-se ao comportamento de preços na avaliação de custos ao longo da vida útil. A análise de risco e incerteza se faz tanto mais necessária quanto maior for o grau de instabilidade econômica setorial, isto é,

---

<sup>56</sup>Taxa expressa em moeda corrente, sem considerar os efeitos da inflação na variação do poder aquisitivo entre a época de aplicação do capital e do desconto (CARVALHO et al, 1985).

<sup>57</sup>Taxa resultante da retirada dos efeitos inflacionários sobre a taxa nominal refletindo a remuneração do capital em valores que expressam um “poder aquisitivo constante” (CARVALHO et al, 1985).

quanto maior for a instabilidade dos preços do setor da construção civil, envolvidos na análise.

A evolução dos preços de materiais e componentes de construção civil no Brasil têm apresentado um comportamento de evolução predominantemente inferior à evolução da inflação geral da economia, o que se constitui em fato relevante tendo em vista o histórico comportamento contrário até 1994. O comportamento recente demonstra a queda do patamar de variação dos preços setoriais de materiais de construção em relação à variação dos índices de inflação com o descolamento da inflação setorial da inflação da economia como um todo em relação aos níveis do final da década de 80 e início dos anos 90<sup>58</sup>. No entanto, identifica-se ainda uma instabilidade dos preços que se constitui em fator de incerteza nas avaliações necessárias às decisões de seleção tecnológica com requisitos de desempenho econômico. O grande número de itens provenientes de muitos setores industriais com periodicidades distintas de reajuste de preço torna este comportamento pouco previsível, levando à necessidade de emprego de análise de sensibilidade.

O impacto dos preços de mão-de-obra também requer tratamento específico quanto à incerteza, tendo em vista o comportamento refletido nas séries históricas, porém há certa previsibilidade neste item, dado o momento homogêneo de reajuste e os patamares compatíveis com a inflação acumulada. Neste caso pode-se utilizar simulações para avaliar o impacto sobre a seleção tecnológica.

A análise de risco e incerteza, segundo a própria norma E 1369, é dependente das características do problema decisório em questão. Este tipo de análise tem por finalidade melhorar a qualidade das informações sobre as quais estará baseado o processo decisório. No entanto, as seguintes questões devem nortear a adoção de um método de tratamento de risco e incerteza: prazo disponível para a avaliação, estrutura de suporte para a obtenção e tratamento dos dados - profissionais, sistemas informatizados, tamanho do investimento do problema em questão em relação ao conjunto de investimentos do agente promotor/contratante, capacidade dos tomadores

---

<sup>58</sup>Séries históricas deste acompanhamento podem ser analisadas publicações mensais, Sumário Econômico, do Setor de Economia do SindusCon-SP.

de decisão para compreender os resultados da análise, atitude do tomador de decisão perante o risco. Casos em que o investimento em jogo é relativamente pequeno ou que há uma atitude neutra do tomador de decisão em relação ao risco podem dispensar uma análise sofisticada de risco e incerteza.

## 6.6 Atribuição de valor e comparação

O sistema de informações é a base fundamental sobre a qual está estruturada a metodologia de seleção tecnológica, porém o método de atribuição de valor às alternativas e comparação são os elementos inerentes à tomada de decisão.

Os critérios de decisão ou preferência para a atribuição de valor são estabelecidos à priori no processo de seleção tecnológica em função dos objetivos/metapas definidos a partir das necessidades.

No modelo de sistema de informações elaborado na metodologia os dois conjuntos de variáveis de controle ou de decisão para a escolha são:

⇒ as necessidades dos clientes externos que incorporam as características do segmento de mercado, objeto do módulo 1 do sistema de informações;

⇒ as necessidades dos clientes internos que incorporam as características das estratégias competitivas, objeto do módulo 2 do sistema de informações.

As características do produto-edifício não se constituem inteiramente em variáveis de controle ou decisão. Parte dessas características são decorrentes das condições de exposição, que estão fora do controle do projetista e/ou tomador de decisão no processo da seleção tecnológica.

O método de atribuição de valor consiste de um sistema aberto, porém metodologicamente estruturado, permitindo ao usuário da metodologia, segundo a natureza do processo decisório envolvido, compor o sistema de atribuição de valor.

EHRlich (1996 b) apresenta a estrutura conceitual básica sobre a qual estão fundamentados os modelos mais atuais de apoio às decisões multicritério. Esta

estrutura conceitual pode ser resumida nas seguintes etapas do desenvolvimento do modelo de atribuição de valor:

1. Estabelecimento dos critérios de decisão - indicadores e requisitos estabelecidos no sistema de informações;
2. Definição de uma ordem de “desejabilidade” para os critérios;
3. Caracterização das alternativas segundo os critérios definidos;
4. Seleção por suficiência e dominância: consiste de uma primeira etapa em que são eliminadas alternativas que se situam abaixo de um patamar mínimo estabelecido para cada critério;
5. Construção de um sistema de ponderação dos valores atribuídos aos critérios. O peso reflete a importância atribuída àquele critério/objetivo a ser atingido, a escala na qual este foi medido e a relação de troca entre um objeto e outro.
6. Valoração das alternativas segundo a escala de preferências para comparação das pontuações.

Existem diferentes abordagens para o método de construção do sistema de ponderação para a estrutura que apóia as decisões. EHRLICH (1996b) analisa as três principais correntes conceituais<sup>59</sup>:

- Teoria da Utilidade por Multi-atributos: cada critério assume uma “utilidade individual”, a qual é definida como o equivalente correto ou meta, e as preferências são ordenadas e quantificadas neste critério. Em seguida as diversas utilidades individuais são agregadas numa única “função utilidade” global que reflete a importância de cada critério e das relações entre eles. A

---

<sup>59</sup>Exemplos que ilustram a aplicação de cada método são apresentados por EHRLICH (1996b) e deixam de ser comentados neste texto em função de não se considerar fundamental a abordagem completa dos métodos, uma vez que a análise dos métodos de apoio à decisão ocorreu como embasamento teórico para construir o modelo a ser adotado pela metodologia de seleção tecnológica proposta. O processo analítico-hierárquico é detalhado em SAATY (1991).

escolha ocorre então a partir de uma ordenação de valores obtidos para a função utilidade global.

- **Processo analítico-hierárquico:** o objetivo global é decomposto em critérios, sendo estes ainda mais desagregados em níveis hierárquicos até o nível considerado mais básico de cada ramo. Compara-se em pares os critérios ligados a um mesmo nível hierárquico, obtendo-se assim a importância desses critérios. Compara-se então as alternativas, também em pares, obtendo-se as preferências, a partir de uma escala subjetiva que varia de “indiferença” a “preferência extrema”, sendo que a escala é constituída de 1,3,5,7,9. Os pesos relativos são estabelecidos a cada conjunto de comparações e o conjunto é agregado, resultando numa soma ponderada de preferências de cada alternativa em relação à importância do critério.
- **Apoio à decisão multicritério:** corresponde à chamada escola europeia de sistemas de apoio às decisões. O objetivo global é decomposto de forma semelhante ao método anterior, com procedimentos de comparação aos pares. O resultado, no entanto, é binário, para cada critério, construindo-se a partir de então um processo de classificação/desclassificação de alternativas em que resultam classes de alternativas que são ordenadas para a escolha.

A natureza dos requisitos e indicadores envolvidos no processo decisório da seleção tecnológica envolve um conjunto de critérios que não podem ser considerados independentes entre si. Ao contrário, os critérios estão intimamente relacionados como, por exemplo, os critérios relacionados ao preço que o segmento-alvo está disposto a pagar e os critérios que asseguram custos iniciais compatíveis com este objetivo.

A base teórica adequada para esse tipo de problema de decisão provém da Teoria da Utilidade por Multi-atributos, única abordagem que parte do princípio de que os critérios podem não ser independentes, permitindo incorporar premissas de interação entre os critérios. O grau de sofisticação do modelo é função dos recursos disponíveis para a operação. O emprego de “softwares” específicos para a análise diante de dados fornecidos permite o manuseio de um detalhado conjunto de



informações. O manuseio destas informações requeridas por estes sistemas e sua própria operação exigem habilidade e assessoria específicas ao tomador de decisão (EHRlich, 1996b).

A metodologia de seleção tecnológica proposta neste trabalho parte da premissa básica de que essa cultura de incorporação de sistemas dessa natureza ainda não é viável no processo de produção da construção civil, podendo vir a ser incorporada num estágio em que a cultura de desenvolvimento e implantação do sistema de informações e da metodologia de seleção estiver incorporada.

O método de atribuição de valor proposto não se constitui assim numa aplicação fiel da Teoria da Utilidade por Multi-atributos, mas utiliza-se de seus princípios segundo as características dos problemas de decisão envolvidos na seleção tecnológica. As etapas que constituem a atribuição de valor das alternativas de sistemas, subsistemas ou componentes construtivos são:

1. Definição dos critérios de seleção: esta definição ocorrerá mediante análise do sistema de informações, identificando-se a natureza dos objetivos desejados, a disponibilidade e/ou facilidade/custo de obtenção dos dados, o prazo disponível para análise. Deve-se escolher o conjunto de dados e informações pertinentes ao objetivo e construir os requisitos e indicadores a serem atingidos;

2. Análise dos critérios estabelecidos visando a simplificação por meio da eliminação de critérios que possam estar abrangidos em outros critérios;

3. Atribuição da “utilidade” de cada critério, ou seja, o valor do indicador ou requisito que se coloca como meta;

4. Estabelecimento da utilidade global: consiste na definição de metas/objetivos agregados por categoria de requisitos. Por exemplo, pode-se caracterizar a meta/objetivo (utilidade individual) a ser atingida quanto aos critérios de desempenho do produto; desempenho do processo; desempenho econômico inicial; desempenho econômico ao longo da vida útil. A função utilidade global terá uma forma aditiva, o que significa que será o resultado da soma dos pesos respectivos

multiplicados pelas utilidades individuais. No interior destas utilidades individuais também se pode ter a mesma forma aditiva.

Esta forma aditiva pode ser representada por:  $U(x_1, x_2, x_3) = k_1 u_1 + k_2 u_2 + k_3 u_3$  onde  $U$  é a utilidade global;  $x_i$  são os diversos critérios e  $k_i$  são os pesos de cada critério na utilidade global.

5. Atribuição da escala de pesos dos critérios que permitirá chegar à função utilidade global. Na Teoria da Utilidade por Multi-atributos o estabelecimento desses pesos ocorre mediante a comparação dos critérios de uma mesma natureza, dois a dois, com o seguinte procedimento:

Estabelece-se uma situação A, onde:  $u_1 = 1$  e  $u_2 = 0$ , isto é, a utilidade do critério 1 é máxima e do critério 2 é mínima. Isto significa que nesta situação o critério 1 é o preponderante, portanto, tem maior valor.

Numa situação B:  $u_1 = 0$  e  $u_2 = 1$ , isto é, a utilidade do critério 2 é máxima e do critério 1 é mínima, ocorrendo o contrário da situação A.

Se a situação A é preferida em relação à situação B então o critério 1 tem maior peso do que o critério 2.

A seguir procede-se a redução da utilidade do critério 1 até uma situação em que haja indiferença entre o critério 1 e o critério 2, o que deverá ocorrer com um aumento da utilidade do critério 2. Supondo que isto ocorra para uma situação em que o critério 1 assuma um valor de 40% do valor máximo e o critério 2, 80% do valor máximo. Então:

$$u_1 = 0,4 \text{ e } u_2 = 0,8.$$

Os pesos  $k_1$  e  $k_2$  correspondentes ao critério 1 e critério 2 podem compor a expressão:

$$U(x_1, x_2) = k_1 u_1 + k_2 u_2, \text{ e}$$

$$k_1 + k_2 = 1$$

Deduz-se também que, quando a utilidade global é igual a 0,  $u_1k_1 - u_2k_2 = 0$  então:  $k_2/k_1 = u_1/u_2$ .

Assim, os pesos  $k_1$  e  $k_2$  assumem os valores:  $k_1 = 0,67$  e  $k_2 = 0,33$ .

Estes valores representam a situação da chamada curva de indiferença, ou seja, com estes pesos os critérios  $C_1$  e  $C_2$  associados às utilidades  $u_1$  e  $u_2$  têm participações equivalentes na utilidade global. Quando se trabalha com mais de dois critérios deve-se escolher um critério-base, o que tiver maior utilidade, fazendo-se as comparações sempre referidas a ele.

6. Após a definição dos pesos, movendo-se entre situações construídas a partir da indiferença entre o posicionamento de cada critério e a situação limite máximo e limite mínimo para cada um procede-se o estabelecimento da escala de pontuação das alternativas. Essa pontuação deve ser contida num “ranking” relativamente limitado<sup>60</sup>.
7. Uma vez construída a escala de pesos e escala de pontuação o processo decisório requer o julgamento de cada alternativa mediante comparação dos dados/indicadores e informações sobre cada alternativa e os dados/indicadores e requisitos a serem atingidos. Estabelece-se uma pontuação geral para cada alternativa.
8. A comparação ocorre a partir da ordenação da pontuação de todas as alternativas analisadas.

## **6.7 Avaliação da satisfação dos clientes externos e internos**

Em toda a conceituação voltada para a gestão da qualidade a concepção e o desenvolvimento dos processos de todas as áreas da produção requerem mecanismos que permitam o aperfeiçoamento contínuo. Assim também o processo decisório da seleção tecnológica deve estar fundamentado em mecanismos de avaliação por parte

---

<sup>60</sup>Vários autores das áreas de “marketing” e métodos quantitativos mencionam o fato de que a percepção humana não distingue mais do que sete níveis diferentes de avaliação.

dos clientes internos e externos, visando a retroalimentação dos indicadores e requisitos que direcionam a escolha e a avaliação sobre a eficácia da modelagem.

A avaliação dos resultados obtidos do ponto de vista do grau de satisfação que os agentes intervenientes atingiram com as escolhas feitas permite aferir o quanto o modelo efetivamente representa suas necessidades. Somente a partir dessa avaliação incorporada ao processo de aplicação da metodologia é que se torna possível acompanhar o dinamismo das necessidades identificadas para a modelagem e, ao mesmo tempo, aperfeiçoar parâmetros de decisão e variáveis de controle. A avaliação deve ocorrer simultaneamente às etapas de projeto, execução e assistência pós-venda/uso da tecnologia selecionada.

A seleção ocorre em momentos em que a interação principal ainda é entre projetista e contratante/promotor/executor. O primeiro processo de avaliação da satisfação ocorrerá sobre a inserção da escolha feita no processo de desenvolvimento do projeto. Num segundo momento a avaliação estará voltada à execução dos serviços que utilizam a alternativa escolhida e, no momento em que o cliente externo, passa a interagir a avaliação estará baseada na sua percepção do desempenho da alternativa.

Assim este processo de avaliação requer os seguintes procedimentos:

1. Avaliação pelo projetista do desempenho da alternativa escolhida com relação ao processo de desenvolvimento de projeto: grau de atendimento às premissas pelas quais foi selecionada; verificação da existência de outras implicações para o processo de projeto não incorporadas pela metodologia.
2. Avaliação pelo executor e projetistas sobre o desempenho da alternativa no processo de execução da obra: grau de atendimento aos requisitos e indicadores relativos ao processo de produção.
3. Aplicação de mecanismos de retroalimentação formal aos fornecedores e agentes envolvidos.
4. Avaliação pelo usuário quanto à sua percepção sobre o desempenho da alternativa em relação às premissas adotadas para expressar suas

necessidades e a eventual constatação de outras necessidades não incorporadas e relevantes para o usuário.

5. Aplicação de mecanismos de retroalimentação aos fornecedores e agentes envolvidos - agente promotor, agente investidor, etc.

O aspecto mais importante é a incorporação efetiva desses mecanismos ao processo de decisão envolvido na seleção tecnológica nos momentos adequados.

No âmbito dos sistemas de gestão da qualidade em implantação em várias empresas construtoras, escritórios de projeto, empresas fornecedoras de produtos e serviços da construção civil cria-se procedimentos gerenciais e de gestão que podem abranger os aspectos relacionados à avaliação necessária para a metodologia de seleção tecnológica<sup>61</sup>.

No caso do projeto, o modelo em discussão no meio técnico inclui a mudança do fluxo de atividades de desenvolvimento de forma que haja uma integração natural entre projetistas e entre estes e o processo de execução, por meio de parâmetros previamente definidos e por mecanismos de acompanhamento da execução que levam o projetista a ver o produto final de seu trabalho no edifício, ao contrário de uma prática predominante de término do envolvimento do projetista na entrega do projeto executivo ao contratante da obra.

Nos processos de execução de obras a implantação de procedimentos padronizados para o gerenciamento e execução de serviços, incluindo itens de controle e recebimento entre as equipes permite a identificação e avaliação do desempenho da tecnologia escolhida. No processo de melhoria contínua por que passam as empresas que estão implantando esses procedimentos atinge-se o momento em que essa avaliação revela a necessidade de mudança para outra alternativa tecnológica.

Assim também a assistência técnica pós-venda vem evoluindo nas empresas construtoras para um sistema organizado em registros quanto às solicitações dos

---

<sup>61</sup>A constatação destes aspectos provém da atuação direta nos processos de desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras na área de projeto, envolvendo os projetistas contratados, execução de obras e assistência técnica pós-venda.

clientes e avaliações periódicas que devem então ser estruturadas segundo os quesitos necessários para a avaliação das alternativas tecnológicas escolhidas.

Este capítulo apresentou a metodologia segundo o embasamento teórico proporcionado pelos capítulos anteriores e visou, sobretudo, introduzir uma nova abordagem sobre o processo decisório envolvido na seleção de alternativas tecnológicas.

Considera-se que as maiores contribuições da metodologia, antes que um procedimento detalhado sobre “como fazer”, sejam as dimensões ainda inexploradas no setor da construção civil quanto à inserção da tecnologia numa lógica de competição e numa lógica econômica para todos os agentes envolvidos na produção de edificações habitacionais, com estendendo o desempenho econômico ao longo da vida útil.

O capítulo 7 apresenta um estudo de caso em que a metodologia é aplicada segundo as características do problema em questão procurando-se demonstrar a viabilidade e benefícios para o processo decisório envolvido.

## **7. A APLICAÇÃO DA METODOLOGIA NA SELEÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS PARA HABITAÇÃO POPULAR - ESTUDO DE CASO**

### **7.1 Introdução**

A aplicação da metodologia desenvolvida requer um conjunto de dados e informações que não estão disponíveis como parte das práticas do mercado de construção civil atualmente. Conforme apresentado nos capítulos anteriores, um dos objetivos principais do trabalho foi justamente criar condições para que, respeitadas as condições gerais de organização e divisão do trabalho que se apresentam como tendências de curto e médio prazos, possam ser geradas novas práticas de fluxo de dados e informações que subsidiem o processo de tomada de decisão envolvido na seleção tecnológica.

Para ilustrar e demonstrar a viabilidade da metodologia utilizou-se um caso específico e típico do problema objeto da pesquisa, constando do projeto de desenvolvimento e implantação de um núcleo experimental para a seleção de tecnologia para a construção de unidades habitacionais.

A pesquisa desenvolveu-se a partir de um projeto da Prefeitura Municipal de Cubatão, no Estado de São Paulo, sobre o qual foram estabelecidas as bases da metodologia de seleção que seria desenvolvida neste trabalho.

O levantamento e análise dos dados referentes às condições que definem os custos de execução e das condições de uso e manutenção das unidades habitacionais do Núcleo Experimental de Seleção Tecnológica para Habitação Popular de Cubatão, constituíram-se na fonte básica dos dados relativos aos custos ao longo da vida útil, que são utilizados para o estudo de caso de aplicação da metodologia de seleção tecnológica.

Os custos de execução foram levantados logo após o término das obras, mediante apropriação solicitada às empresas fornecedoras dos sistemas construtivos, juntamente com a programação de obra com a qual os trabalhos de execução foram desenvolvidos. Todos os demais dados e informações e o respectivo tratamento segundo os módulos componentes da metodologia foram levantados e gerados na pesquisa.

Os custos da fase de uso e manutenção foram levantados mediante uma avaliação pós-ocupação, para a qual também foi desenvolvida metodologia própria baseada na abordagem de desempenho e coerente com os requisitos definidos na seleção das empresas participantes.

A aplicação que ocorre neste trabalho é, portanto, diferente da que foi realizada no âmbito daquele projeto, pois os dados sobre os custos ao longo da vida útil não estavam disponíveis. A simulação que se faz nesta aplicação é de que, mediante os requisitos estabelecidos na seleção realizada em 1991, estabeleça-se nova estrutura metodológica que considera os custos ao longo da vida útil. Assim, a simulação é de que a seleção tecnológica esteja ocorrendo numa data-base de julho de 1991, momento no qual as famílias selecionadas pela Prefeitura Municipal de Cubatão estavam sendo transferidas para as unidades.

## **7.2 Histórico**

Ao longo do ano de 1991, foi implantado pela CURSAN - Companhia Cubatense de Urbanização e Saneamento, o Núcleo Experimental de Seleção Tecnológica para Habitação Popular de Cubatão, constituído por 64 (sessenta e quatro) unidades habitacionais, que utilizaram 16 (dezesesseis) sistemas construtivos diferentes. Esse Núcleo foi criado com os seguintes objetivos:

- Selecionar sistemas construtivos para a implantação de uma fábrica de casas no município, gerenciada pela CURSAN, com possibilidade de associação com as empresas detentoras dos sistemas selecionados, visando dar sustentação ao Programa Municipal de Habitação de Cubatão, financiado com recursos do orçamento do próprio município;



- Selecionar sistemas construtivos adequados à realidade do município, passíveis de utilização nos programas habitacionais financiados por programas implementados pelo governo estadual ou federal.

A implantação do Núcleo Experimental ocorreu na região denominada Ilha de Caraguatá, no projeto Nhapium. A cada empresa fornecedora de sistema construtivo participante, foram fornecidos 4 (quatro) lotes de dimensões 7,0m x 14,0m, destinados à construção de 4 (quatro) protótipos, contemplando 4 (quatro) estágios diferenciados de evolução da moradia, visando atender a diferentes faixas de renda.

Os projetos foram da responsabilidade de cada empresa e tiveram como condicionantes os recuos mínimos para implantação no lote, as condições de exposição fornecidas em planta e sondagem, os preços máximos por unidade e os requisitos de desempenho estabelecidos na metodologia de seleção então aplicada.

Os sistemas podem ser agrupados em "famílias", segundo a natureza do processo produtivo e as características do produto da seguinte forma: "família" dos sistemas em alvenaria racionalizada de blocos cerâmicos ou de concreto (ALV); "família" dos sistemas de painéis pré-fabricados de grande porte, que requerem equipamentos específicos para transporte e manuseio (PGP); "família" dos sistemas de painéis leves pré-fabricados, que podem ser transportados sem equipamentos especiais e montados manualmente (PL) e "família" dos sistemas de fôrmas com moldagem "in loco" das vedações que têm função estrutural (MOLD).

Os sistemas construtivos participantes do Núcleo, encontram-se listados a seguir segundo as respectivas "famílias":

QUADRO 7.1. - RELAÇÃO DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS DO NÚCLEO  
EXPERIMENTAL DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA PARA  
HABITAÇÃO POPULAR DE CUBATÃO

SISTEMA	DESCRIÇÃO
A	Painéis pré-fabricados de concreto (PGP)
B	Alvenaria de blocos cerâmicos (ALV)
C	Estrutura e cobertura metálicas com alvenaria de blocos de concreto (ALV)
D	Pilaretes e placas pré-fabricadas de concreto (PL)
E	Paredes de concreto leve moldadas "in loco" revestidas com placas de cimento amianto (MOLD)
F	Paredes de concreto celular moldadas "in loco" (MOLD)
G	Placas pré-fabricadas de concreto (PL)
H	Painéis de argamassa armada (PL)
I	Pilaretes e placas pré-fabricadas de concreto (PL)
J	Painéis sanduíche de madeira e argamassa (PL)
K	Painéis alveolares pré-moldados de concreto (PGP)
L	Alvenaria de blocos de concreto (ALV)
M	Painéis alveolares de concreto protendido (PGP)
N	Paredes monolíticas de concreto moldado "in loco" (MOLD)
O	Painéis pré-fabricados de concreto e blocos cerâmicos (PGP)
P	Painéis alveolares pré-moldados de concreto (PGP)

A construção das unidades habitacionais desenvolveu-se entre os meses de janeiro e maio de 1991 e foi acompanhada por equipes técnicas da CURSAN e de empresa de consultoria contratada pela CURSAN, cabendo a esta última o registro de todo o processo de produção das unidades em planilhas, "slides" e fitas de vídeo. A ocupação das unidades se deu nos meses de junho e julho de 1991 em regime de comodato, de modo a permitir o acompanhamento do comportamento apresentado pelos sistemas na fase de uso, antes da ocupação definitiva.

### **7.3 Aplicação da metodologia de seleção tecnológica**

Uma metodologia de seleção tecnológica foi desenvolvida pela empresa de consultoria contratada pela CURSAN, com base em requisitos gerais e específicos estabelecidos na pasta técnica de pré-qualificação das empresas, os quais fizeram com que somente empresas que dispusessem de um determinado nível de dados e informações sobre os sistemas pudessem participar.

A metodologia proposta neste trabalho utiliza os requisitos desenvolvidos naquela ocasião, porém incorpora a visão do sistema de informações com seu conteúdo de caracterização do segmento de mercado, de estratégias competitivas e de custos ao longo da vida útil. Para viabilizar este último aspecto foi desenvolvido um projeto específico de Avaliação Pós-Ocupação.

Os itens a seguir apresentam as etapas de aplicação da metodologia de seleção tecnológica proposta neste trabalho segundo os dados e informações do Núcleo Experimental de Cubatão.

#### **7.3.1 Caracterização do segmento de mercado**

O segmento de mercado a ser atingido foi caracterizado segundo os dados que orientaram o cadastramento das famílias para obtenção de uma unidade no Núcleo:

- Caracterização demográfica: famílias com renda familiar compreendida entre 2 e 5 salários-mínimos, compostas por até 10 pessoas. Embora existissem famílias em estágio de vida adulta, isto é, em que predominam as pessoas em idade adulta e até

mesmo terceira idade, a maioria das famílias era composta por casais jovens com filhos na infância.

- Caracterização geográfica: Ilha de Caraguatá , área circunvizinha à Rodovia dos Imigrantes, circundada por conjuntos habitacionais já ocupados e distante cerca de 300 m do comércio local.

- Caracterização psicográfica: grupo de famílias que vivia na Vila Parisi, em Cubatão, região exposta a condições ambientais muito nocivas à saúde, situada a cerca de 5 km do Núcleo. Seus principais valores eram a busca de privacidade numa unidade habitacional própria, segurança , condições ambientais satisfatórias quanto à pureza do ar, conforto higrotérmico e higiene. Aspectos importantes ainda eram o acesso ao transporte coletivo e equipamentos urbanos.

- Caracterização comportamental: os interesses dessas famílias estavam quase que inteiramente voltados para a busca de trabalho que permitisse a subsistência. Porém denotou-se a intenção de busca de formas alternativas de renda pelo desenvolvimento de atividades no próprio domicílio. Embora a mudança de domicílio estivesse sendo imposta pela remoção promovida pelo Poder Público, todas as famílias denotavam interesse nessa mudança tendo em vista uma motivação própria para buscar melhores condições de moradia. Os benefícios esperados não se ligavam somente às condições básicas de habitabilidade, mas a aspectos relacionados a interesses voltados à família e seu desenvolvimento em termos de ascensão social.

### **7.3.2 Caracterização da estratégia competitiva**

#### **7.3.2.1 Estratégia do contratante**

A estratégia competitiva do contratante estava baseada em:

- liderança em custo a ser viabilizada por meio da garantia da produção em escala por processos que propicie estes ganhos. A estratégia baseava-se na busca da tecnologia de mais baixo custo que pudesse atender às características de desempenho necessárias para o segmento-alvo.

### ***7.3.2.2 Estratégia competitiva dos fornecedores***

- liderança pelas características proporcionadas pelos produtos/sistemas do ponto de vista do processo de execução;
- fornecimento de um “produto” compreendendo o edifício e sua concepção, seu processo de instalação/execução e, em alguns casos, apenas os produtos.
- produtos desenvolvidos para a produção em larga escala com características de produção industrial.

### **7.3.3 Caracterização das necessidades dos clientes externos**

As necessidades dos clientes externos foram caracterizadas por meio dos indicadores de custos e requisitos de desempenho.

O estabelecimento dos requisitos de desempenho dos produtos foi baseado na análise da normalização técnica e trabalhos de instituições de pesquisa, verificando-se parâmetros conhecidos e aceitos como metas a serem atingidas nesse tipo de edificação<sup>62</sup>. Por outro lado, foram analisadas as características desse segmento de mercado e das condições de exposição. Para caracterização das condições de exposição foram feitas visitas à área de implantação, obtido o projeto de implantação dos lotes na área e os resultados da sondagem.

#### ***7.3.3.1 Condições de exposição***

Os lotes nos quais as unidades habitacionais foram implantadas foram apresentados em planta com identificação do norte magnético. Também foi fornecido o perfil de sondagem do solo. A área foi identificada com região de mangue tendo sido aterrada cerca de cinco anos antes da construção do Núcleo Experimental, estando naquela época relativamente estabilizada com recalques de aproximadamente 2 cm ao ano. O aterro complementar previsto constava de camada de areia compactada de cerca de 30 cm, estimando-se que os recalques deveriam continuar ocorrendo por um período aproximado de cinco anos, até a total estabilização da área.

A área destinada ao Núcleo Experimental está sob a influência de região industrial que gera elevada poluição atmosférica e sujeita a salinidade da atmosfera marinha e poluição por tráfego de veículos pesados nas rodovias que circundam a área.

A região é sujeita a um elevado índice pluviométrico, elevada umidade relativa do ar e temperaturas típicas de verão elevadas. As temperaturas de inverno podem ser consideradas amenas. Os ventos incidentes são moderados.

### **7.3.3.2 Caracterização dos requisitos de desempenho do produto**

Os requisitos estabelecidos para explicitar as necessidades dos clientes externos foram classificados em requisitos referentes ao projeto, isto é, à concepção da unidade e requisitos inerentes ao comportamento dos materiais, componentes, subsistemas e sistemas da unidade, bem como em requisitos de desempenho econômico. Estes requisitos apresentados a seguir correspondem aos requisitos estabelecidos no projeto de implantação do Núcleo Experimental e para efeito de apresentação neste trabalho foram simplificados em alguns casos com a junção de dois num único. Os requisitos de desempenho do projeto, do produto e do processo serão totalmente incorporados nesta metodologia, sendo a avaliação dos sistemas em estudo trazida da avaliação feita à época da implantação do Núcleo. No entanto, o desempenho econômico será reavaliado em função da incorporação dos métodos de avaliação de custos em uso.

Os requisitos gerais foram agrupados da seguinte forma:

#### **a) Desempenho do Projeto (PROJ)**

- Requisitos relativos à ampliação e evolução da unidade habitacional  
(PROJ/AMP)

- Requisitos relativos à adequação dimensional, física e formal (PROJ/ADE)

---

<sup>62</sup>Foram utilizados os trabalhos de pesquisa desenvolvidos especialmente pelo IPT no que diz respeito aos critérios de desempenho (IPT, 1981;1984)

- Requisitos relativos ao projeto das instalações hidráulicas e elétricas  
(PROJ/INS)

**b) Desempenho do Produto (PROD)**

- Requisitos de segurança estrutural e das fundações (PROD/SE)
- Requisitos de segurança ao fogo (PROD/SF)
- Requisitos de estanqueidade à água (PROD/EST)
- Requisitos de conforto higrotérmico (PROD/CON)
- Requisitos de durabilidade (PROD/DUR)
- Requisitos de manutenção (PROD/MAN)

**c) Desempenho econômico (ECON)**

- Requisitos relativos ao preço inicial a ser pago pelos adquirentes
- Requisitos relativos aos custos ao longo da vida útil

Os requisitos considerados em relação à concepção das unidades, isto é, requisitos sobre o desempenho do projeto são os seguintes:

**•Ampliação e evolução da unidade habitacional (PROJ/AMP)**

As exigências consideradas neste grupo são definidas pelos itens a seguir:

- as unidades devem ter a possibilidade de ampliação (horizontal ou vertical), com mão-de-obra do próprio usuário ou corrente na região, bem como com materiais disponíveis no mercado (PROJ/AMP 1);

- deve haver a previsão de ampliações no projeto original, implicando a localização adequada para aberturas, pré-execução de fundações, conformação dos ambientes e serviços, de modo a viabilizar a evolução da unidade de forma mais adequada possível quanto às necessidades do usuário e características técnicas (PROJ/AMP 2).

**• Adequação dimensional, física e formal (PROJ/ADE)**

Este grupo abrange as exigências de desempenho que se referem à:

- **adequação à utilização** - os ambientes da unidade devem ser suficientes para o atendimento das necessidades dos usuários, quanto ao seu número, tamanho, geometria, subdivisão, inter-relação, projeto evolutivo e aparência, além de novas construções ou modificações que visam adaptar o espaço ao modo de vida dos moradores. Este requisito inclui a implantação da unidade no terreno (PROJ/ADE 1)

- **segurança à utilização** - devem ser garantidas: 1) a segurança na circulação e movimentação na edificação, implicando a limitação de inclinação e atrito de pisos, a existência de ressalto de pisos, tetos e paredes; 2) a segurança contra o risco de explosões, asfixia, queima, cortes, choques, radioatividade, contato ou inalação de substâncias venenosas e infecções provocados por equipamentos e/ou instalações; segurança contra intrusões de animais ou seres humanos (PROJ/ADE 2);

- **conforto antropodinâmico**: deve ser assegurado o conforto nas operações de manobra dos vários componentes da edificação - portas, janelas, torneiras, registros, equipamentos elétricos etc. - assim como conforto no caminhar, implicando limitações nas dimensões de degraus (PROJ/ADE 3);

- conforto **tátil**, evitando o contato da pele com superfícies demasiado rugosas, cortantes ou viscosas e com superfícies excessivamente quentes, úmidas ou molhadas (PROJ/ADE 4).

**• Instalações hidráulicas e elétricas (PROJ/INS)**

No que se refere à análise da eficiência das instalações hidráulicas, devem ser consideradas as exigências relativas à higiene da edificação, enfocando as seguintes necessidades:

- abastecimento de água potável para o consumo humano, em quantidade necessária para atender a demanda dos usuários e com condições de armazenamento tal que a água não seja contaminada por microorganismos patogênicos ou substâncias tóxicas (PROJ/INS 1);



- evacuação de águas servidas, esgotos e lixo provenientes das atividades conduzidas no interior da edificação a fim de eliminar o risco de disseminação de agentes patogênicos, acumulação e fermentação de matéria e desprendimento de gases nocivos ou mal cheirosos (PROJ/INS 2);

- existência de instalações apropriadas que possibilitem a satisfação das necessidades fisiológicas e a higiene pessoal do usuário, assim como de recintos e equipamentos adequados para a lavagem de roupas e louças. Considera-se neste item o funcionamento de todo o sistema das instalações considerando-se os itens relativos à especificação de componentes e o correto dimensionamento de projeto (PROJ/INS 3).

Os requisitos relativos ao comportamento dos produtos são os seguintes:

• **Segurança estrutural e das fundações (PROD/SE)**

- As fundações, as estruturas e demais elementos das unidades habitacionais deverão ser projetados e construídos de forma a se adequar às condições específicas do solo da área em questão, (descritas no item condições de exposição) (PROD/SE 1).

- As fundações devem ser projetadas e construídas não só para o núcleo inicial da moradia mas também para futuras ampliações (PROD/SE 2),

- As fundações, as estruturas da edificação (estruturas lineares ou paredes portantes), as coberturas, ou qualquer de suas partes, não devem entrar em ruína por ruptura, perda de estabilidade ou deformação excessiva, quando submetidas durante sua vida útil às ações devidas às cargas permanentes, às cargas acidentais e às cargas de vento estabelecidas nas normas brasileiras pertinentes ou documentação técnica de idoneidade reconhecida e às solicitações devidas a deformações específicas (PROD/SE 3).

- As estruturas da edificação (estruturas lineares ou paredes portantes), as paredes não portantes, as coberturas, ou qualquer de seus componentes, não devem apresentar deflexões horizontais e verticais acima dos limites estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras ou documentação técnica de idoneidade reconhecida, nem apresentar fissuras e danos que comprometam a utilização e a durabilidade dos componentes e o funcionamento da edificação, quando submetidas às solicitações

advindas da atuação das cargas permanentes, das cargas acidentais, dos recalques provenientes do solo e das cargas devidas ao vento (PROD/SE 4).

- As estruturas da edificação (estruturas lineares ou paredes portantes), as paredes não portantes, as portas internas e externas e seus componentes, não devem romper-se nem apresentar avarias graves, perda de estabilidade ou deformação excessiva, quando submetidas à ação de impactos de corpo mole e corpo duro com energias estabelecidas nas normas brasileiras ou documentação técnica pertinente (PROD/SE 5)..

- As paredes externas e internas devem resistir sem apresentar deflexões excessivas, nem danos e fissuras que comprometam sua durabilidade e seu funcionamento, às solicitações provenientes de cargas excêntricas devidas à fixação de prateleiras e/ou objetos de uso normal em habitações, de cargas horizontais de uso e de impactos devidos ao fechamento brusco de portas e janelas (PROD/SE 6)..

- As janelas e as portas externas e internas, devem resistir às cargas de vento e aos esforços de uso e operação, de acordo com o estabelecido nas normas técnicas brasileiras ((PROD/SE 7).

- **. Segurança ao fogo (PROD/SF)**

- As estruturas, as paredes das fachadas, as divisórias internas e as paredes entre habitações, em caso de incêndio, devem manter a estabilidade e impedir a passagem do fogo de um cômodo para o outro, ou de uma habitação para outra, por tempo suficiente para permitir a evacuação da habitação e o combate ao fogo (PROD/SF 1).

- Os forros das coberturas, as paredes internas e externas, as paredes entre habitações e os revestimentos de piso das unidades habitacionais devem ser constituídos de materiais tais que suas características de propagação superficial de chama seja adequada ao uso dos compartimentos por eles formados (PROD/SF 2).

- Os forros, os pisos, as paredes de fachada, as paredes internas e as paredes entre habitações, devem ser constituídos de materiais tais que, em caso de incêndio,

não gerem quantidade excessiva de produtos de combustão ou produtos tóxicos que coloquem em risco a vida humana (PROD/SF 3).

- As paredes entre habitações não devem apresentar aberturas, nem junções entre estas e o piso e/ou forro que permitam, em caso de incêndio, a passagem do fogo de uma habitação para outra (PROD/SF 4).

- As instalações elétricas das unidades habitacionais devem ser projetadas e executadas de acordo com as normas brasileiras vigentes, de forma a minimizar o risco de incêndio e a não permitir, em caso de incêndio, que os componentes da instalação contribuam com a alimentação do fogo, com a sua propagação e com a geração de quantidades excessivas de produtos de combustão ((PROD/SF 5).

- **. Estanqueidade à água (PROD/EST)**

- As paredes externas devem ser totalmente estanques à água proveniente das chuvas, não devendo apresentar vazamentos, escorrimentos ou manchas de umidade em sua face interna, quando submetidas à ação combinada de chuva e vento. No caso de adoção de sistemas de revestimentos ou pinturas não normalizados, deverá ser apresentada documentação técnica demonstrando o desempenho da solução proposta (PROD/EST 1).

- As janelas e portas externas devem apresentar estanqueidade à água de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas normas técnicas brasileiras (PROD/EST 2).

- As fachadas da habitação devem ser protegidas da ação da água de chuva pelos beirais da cobertura assim como por detalhes construtivos que evitem que a água se acumule ou forme lâminas contínuas sobre sua superfície externa (PROD/EST 3).

- As coberturas devem ser totalmente estanques à água proveniente de chuvas. Em caso de coberturas em telhas de fibrocimento ou telhas cerâmicas, devem ser atendidas as normas técnicas brasileiras. No caso de utilização de impermeabilização, os sistemas adotados deverão atender às normas brasileiras. No caso de adoção de sistemas de impermeabilização ou de sistemas de cobertura não normalizados deverá

ser apresentada documentação técnica demonstrando as características de desempenho da solução adotada ((PROD/EST 4).

- No encontro das fundações com as paredes e nos pisos (região em contato com o solo) devem ser previstas soluções que impeçam a ascensão da água existente no solo para o interior da habitação (PROD/EST 5).

- As juntas entre estruturas e paredes, entre paredes e caixilhos, entre paredes e pisos e entre paredes e coberturas , devem apresentar compatibilidade dimensional e geométrica e ser projetadas e executadas de forma a impedir a penetração de água de chuva e o acúmulo desta em seu interior (PROD/EST 6).

- As paredes das áreas molhadas da habitação (cozinha, banheiro, tanque) devem apresentar proteção à umidade proveniente das águas de utilização desses ambientes. As paredes externas e internas nas regiões em contato com o piso, devem ser protegidas das águas provenientes de lavagem evitando a penetração e estagnação destas em seu interior ((PROD/EST 8).

- **Conforto higrotérmico (PROD/CON)**

Este requisito diz respeito às condições adequadas de habitabilidade e salubridade para os usuários das habitações ao longo dos vários meses do ano, propiciadas pelo projeto da habitação (incluindo as soluções de ventilação e implantação das unidades no lote) e pelas soluções construtivas adotadas, materiais e componentes utilizados, com relação às condições climáticas específicas do município. São destacadas as questões de iluminação, ventilação e insolação dos ambientes. Os proponentes deverão apresentar documentação técnica comprovando a possibilidade de desempenho adequado da solução em termos de conforto higrotérmico.

- **Durabilidade (PROD/DUR)**

⇒ Os componentes localizados em pontos de difícil acesso para a realização de atividades de manutenção deverão ser protegidos de maneira permanente dos fatores de degradação a que o material é sensível (por exemplo, madeira em relação à umidade) (PROA/DUR 1).

⇒ Os materiais empregados justapostos devem ser compatíveis físico-quimicamente, não sendo admitidos , por exemplo, contatos entre alumínio e aço, aço e gesso (PROD/DUR 2).

⇒ As paredes e pisos internos das áreas molhadas deverão ser revestidas de material estanque e resistente à umidade, aos esforços de uso e aos agentes químicos (de limpeza e alimentos) ((PRODJ/DUR 3).

⇒ Os revestimentos de paredes e pisos internos das áreas secas devem ser resistentes a produtos de limpeza ((PROD/DUR 4).

- **Manutenção (PROD/MAN)**

O desempenho dos sistemas quanto à manutenção diz respeito à capacidade de execução das operações de manutenção da unidade habitacional pelo usuário. Assim:

- o usuário e sua família devem ser capazes de realizar todas as atividades de manutenção necessárias empregando equipamentos usuais e materiais disponíveis no mercado (PROD/MAN2);

- a realização das atividades de manutenção deve ser possível sem a necessidade de destruição de partes adjacentes, prevendo-se acessos em todas as partes que necessitem de manutenção periódica (PROD/MAN3);

- deverá ser fornecido Manual de Uso e Manutenção prevendo-se a devida orientação sobre as condições adequadas de uso e realização de atividades de manutenção (PROD/MAN1).

Os requisitos relativos ao desempenho econômico podem ser resumidos em:

- **Desempenho econômico (PROD/ECON)**

⇒ *Custos iniciais para o adquirente*

Para viabilizar o empreendimento do ponto de vista da capacidade de pagamento dos adquirentes, segundo o programa de financiamento da Prefeitura Municipal de Cubatão, as unidades deviam ser fornecidas aos seguintes preços para o contratante (PROD/ECON1):

Protótipo 1 - 360 UPFs (Unidade Padrão de Financiamento) correspondente a US\$ 2.650,56

Protótipo 2 - 560 UPFs correspondente a US\$ 4.123,28

Protótipo 3 - 760 UPFs correspondente a US\$ 5.595,88

Protótipo 4 - 960 UPFs correspondente a US\$ 7.068,48

Estes preços, que se referem a cada um dos estágios de evolução da unidade habitacional, foram convertidos para valores em dólares americanos comerciais a preço de venda, segundo o valor do dólar na data de 15 de abril de 1991, a qual foi adotada como data-base da estimativa de custos elaborada pelas empresas. Nessa conversão utilizou-se do IGP-M (Índice Geral de Preços, da Fundação Getúlio Vargas) para deflacionar os valores da Unidade Padrão de Financiamento entre o dia 1º de abril (data em que entrou em vigor) e a data-base considerada. Esses valores correspondem apenas à construção propriamente dita, uma vez que os custos de terreno e infra-estrutura foram assumidos pela Prefeitura Municipal de Cubatão.

⇒ *Custos ao longo da vida útil*

Os custos ao longo da vida útil representam o somatório de custos necessários para a operação e manutenção das unidades. A meta a ser atingida para efeito da seleção tecnológica não havia sido estabelecida pelo programa da Prefeitura Municipal de Cubatão. Para efeito dessa aplicação estabeleceu-se a meta de comprometimento máximo de 25% da renda familiar com o item “habitação”. Essa

meta foi estabelecida a partir da Pesquisa de Orçamento Familiar desenvolvida pelo Dieese - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-Econômicos (DIEESE,1996) . A pesquisa revelou a distribuição dos gastos das famílias segundo as classes de renda, demonstrando que, na faixa com média de salário de R\$ 377,00 (ou 3,4 salários mínimos), os gastos com habitação representam 25,5% do total dos gastos mensais das famílias (PROD/ECON2).

Nesse valor, os gastos com os serviços públicos - água, luz, telefone, etc - correspondem em média a 6,19% e os gastos com manutenção 3,25%, enquanto a locação ou pagamento da parcela de aquisição do imóvel corresponde a 10,32%, em média.

Com base nesses dados estabelece-se como meta que os custos de manutenção não devam ultrapassar 3% da renda familiar. Os custos de operação, envolvendo os custos dos serviços públicos, limpeza, segurança, etc. não devem ultrapassar 6% do orçamento familiar.

#### **7.3.4 Caracterização das necessidades dos clientes internos**

Neste caso, as necessidades dos clientes internos ao processo de produção, além das empresas fornecedoras dos sistemas construtivos, incluem as necessidades do contratante que, a partir de sua estratégia voltada ao atendimento de uma determinada população-alvo, requer condições específicas para viabilizar custos e prazos compatíveis com a escala de produção que precisa atingir.

Os fornecedores dos sistemas construtivos também têm estratégias de atuação voltadas a uma determinada escala e para viabilizar a rentabilidade adequada ao investimento feito no desenvolvimento dos sistemas e ao seu fornecimento também necessitam de determinadas características de desempenho do processo de produção do ponto de vista de produtividade, qualidade e custos. Não há incompatibilidade entre a estratégia do contratante e dos fornecedores.

Os requisitos estabelecidos para as necessidades dos clientes internos dizem respeito ao processo de produção e consistem de:

**Desempenho do Processo (PROC)**

- Requisitos relativos à racionalização do processo (PROC/RAC)
- Requisitos relativos ao controle da qualidade do processo (PROC/QUAL)
- Requisitos relativos aos custos de produção (PROC/CUST)

- **Racionalização do processo (PROC/RAC)**

Os requisitos relativos à racionalização do processo são:

Os sistemas construtivos devem empregar materiais e componentes, assim como apresentar detalhamento de projeto, que proporcionem o alcance de níveis de produtividade significativamente mais elevados do que os níveis alcançados pelos processos construtivos tradicionais.

Para assegurar o atendimento do primeiro requisito, os seguintes aspectos devem ser considerados:

- As operações de união de materiais e componentes decorrentes da concepção do sistema construtivo devem ser resultantes de um adequado balanceamento entre operações de agregação, associação e montagem, com a predominância destas últimas (PROC/RAC 1).

- As operações de locação devem ser simplificadas e as tolerâncias dimensionais devem ser resolvidas de forma a minimizar a necessidade de operações de ajustagem (PROC/RAC 2).

- **Requisitos relativos ao controle da qualidade do processo (PROC/QUAL)**

- Tendo em vista a construção em escala a documentação técnica a ser apresentada pelos proponentes deve conter um programa de controle da qualidade do processo de execução com diretrizes contendo (PROC/QUAL1):

- critérios e procedimentos gerais de controle de recebimento dos materiais e componentes utilizados;



- critérios e procedimentos gerais de controle dos serviços de execução.
- **Requisitos relativos aos custos de produção (PROC/CUST)**

Os requisitos relativos aos custos de produção foram estabelecidos tendo em vista o respeito ao patamar de custos que viabiliza o fornecimento dos sistemas ao contratante pelos preços limites definidos em função da capacidade de pagamento dos clientes externos.

Esta condição impõe indicadores limite de custos de produção (CP) por faixas, as quais foram resultantes da análise da prática de preços e custos apresentadas na pré-qualificação por meio de estimativa de custos preliminar (PROD/CUST 1):

Protótipo 1 -  $250 \leq CP \leq 300$  UPFs (Unidade Padrão de Financiamento) ou  
US\$ 1. 840,75  $\leq CP \leq$  US\$ 2. 208,9 .

Protótipo 2 -  $350 \leq CP \leq 450$  UPFs (Unidade Padrão de Financiamento) ou  
US\$ 2.77,05  $\leq CP \leq$  US\$ 3. 313,35.

Protótipo 3 -  $400 \leq CP \leq 500$  UPFs (Unidade Padrão de Financiamento) ou  
US\$ 2. 945,20  $\leq CP \leq$  US\$ 3. 681,50.

Protótipo 4 -  $500 \leq CP \leq 600$  UPFs (Unidade Padrão de Financiamento) ou  
US\$ 3.681,50  $\leq CP \leq$  US\$ 4. 417,80

### **7.3.5 Características do produto-edifício**

As características gerais das unidades foram definidas desde a pré-seleção dos sistemas com os seguintes itens:

- unidades unifamiliares de um pavimento com possibilidade de ampliação futura por meio de expansão horizontal ou vertical;
- unidades evolutivas sem limites de áreas: cada sistema deve viabilizar a área compatível com suas características de produção e custos.
- terrenos idênticos para todos os sistemas e implantação seguindo projeto de urbanização apresentado.

### 7.3.6 Características das alternativas

As alternativas existentes originalmente foram pré-qualificadas em função de sua capacidade de apresentar os dados e informações que permitiriam realizar a avaliação comparativa necessária para a seleção. Dessa pré-qualificação resultou a definição de 16 (Dezesseis) sistemas construtivos diferentes, sendo que dois deles eram fornecidos pela mesma empresa.

Devido à extensão dos procedimentos de seleção do ponto de vista da apresentação optou-se neste estudo de caso pela seleção de uma amostra entre as diferentes alternativas. Tendo havido uma seleção sem a consideração dos custos ao longo da vida útil, a opção foi pela análise de uma amostra de sistemas constituída pelos cinco sistemas melhor classificados naquela seleção, com o objetivo principal de avaliar se haveria mudança significativa de posição entre esses sistemas quanto ao resultado final, se estivessem disponíveis os dados necessários para a avaliação quanto ao comportamento de custos ao longo da vida útil e os critérios de atribuição de valor desenvolvidos nesta metodologia. Também se pretende aferir se esses sistemas que apresentaram as melhores condições de desempenho global estariam aptos a atender a meta de 3% de comprometimento da renda com os custos de atividades de manutenção. A amostra resultante é a seguinte:

1. Sistema A - Painéis pré-fabricados de concreto;
2. Sistema D - Pilaretes e placas de concreto;
3. Sistema J - Painéis sanduíche de madeira e argamassa;
4. Sistema K - Painéis alveolares pré-moldados de concreto;
5. Sistema P - Painéis alveolares pré-fabricados de concreto.

As características de materiais e componentes de cada sistema são apresentadas no Anexo, por meio de fichas de caracterização definidas de forma padronizada para o fornecimento das informações. A caracterização do comportamento dos sistemas mediante os requisitos e indicadores de desempenho apresentados foi realizada mediante a documentação técnica apresentada por cada fornecedor e não é apresentada neste estudo devido à extensão dos dados e informações<sup>63</sup>.

Os custos iniciais, isto é, os custos referentes à execução das obras foram objeto de solicitação às empresas, uma vez que não seria possível apropriá-los diretamente em canteiro e a realização de estimativa de cada sistema, pelo fato de serem sistemas não-convencionais, requeria dados para composições unitárias de serviços que somente as empresas fornecedoras podiam dispor, face à sua experiência na produção com o respectivo sistema.

Uma primeira estimativa de custos foi realizada por cada empresa a fim de comprovar a viabilidade da produção das unidades nos limites de preço estabelecidos pela empresa contratante. No entanto, ao longo da execução das obras verificou-se, mediante as observações em canteiro, que muitos materiais, componentes e serviços anteriormente especificados e que deram origem à estimativa de custos, haviam sido substituídos acarretando alterações nos custos. Observou-se também que, para alguns sistemas, a escala de produção tinha efeito significativo sobre os custos. Diante disso foi solicitada às empresas uma nova estimativa de custos que fosse resultado da apropriação do que efetivamente havia sido executado em obra, simulando-se uma situação tal que os dados fossem referidos à construção de 200 (duzentas) unidades. A solicitação estabeleceu uma discriminação orçamentária, conforme os itens apresentados a seguir:

- 1 - Fundações
- 2 - Estrutura/Vedações verticais
- 3 - Cobertura/Telhados e forros

---

<sup>63</sup>Estas informações estão documentadas em relatórios técnicos do projeto de consultoria desenvolvido.

- 4 - Caixilhos/portas e janelas
- 5 - Instalações hidráulicas
- 6 - Instalações elétricas
- 7 - Pisos
- 8 - Revestimentos e pinturas
- 9 - Vidros
- 10 - Ferragens
- 11 - Serviços complementares (de forma discriminada).

A estimativa referiu-se à data de 15 de abril de 1991 e incluiu os dados de custos, a taxa de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) utilizada para a composição do preço, apresentada em separado, e os preços finais de cada unidade. Foi solicitada ainda a programação da execução das unidades, de modo a gerar os dados relativos aos tempos exigidos por cada etapa.

Os dados recebidos de cada sistema foram tratados em forma de UPF (Unidade Padrão de Financiamento). A participação de cada etapa nos custos totais foi obtida para todas as unidades e em todos os sistemas, assim como a participação dos materiais e componentes e da mão-de-obra.

A análise do tempo de produção, que deve ser parte da análise dos custos iniciais, especialmente nas condições do cenário econômico brasileiro, utilizou-se não só da programação apresentada, mas também de uma análise do grau de racionalização do processo, realizada a partir das observações em obra e da análise dos vídeos que registraram a execução. Essa análise considerou as perdas de materiais, os tempos não produtivos da mão-de-obra e a incidência de operações geradas a partir da concepção do sistema (segundo a classificação de ROSSO, apresentada no Capítulo 4). Neste último aspecto identificou-se as operações predominantes em cada sistema e a sua caracterização em termos de grau de industrialização.

As informações referentes aos custos ao longo da vida útil foram obtidas por meio da Avaliação Pós-Ocupação. Descreve-se a seguir a metodologia utilizada para a obtenção desses dados bem como para o seu tratamento.

#### **7.3.6.1 Avaliação pós-ocupação - APO**

Após um período de aproximadamente 18 (dezoito) meses de ocupação das unidades habitacionais do Núcleo Experimental, iniciou-se uma segunda avaliação pós-ocupação (APO) com a finalidade de levantar a opinião dos moradores sobre as unidades e o estado de cada sistema construtivo após sua utilização intensiva, de modo a gerar os dados necessários para avaliar o comportamento dos custos ao longo da vida útil<sup>64</sup>.

O levantamento de dados foi realizado com base em duas fontes:

1. Opinião dos moradores das unidades habitacionais;
2. Inspeções técnicas.

A opinião dos usuários das unidades foi obtida através de **entrevistas** realizadas, durante os meses de janeiro a abril de 1993, em cada uma das unidades habitacionais através de um roteiro preestabelecido. Esse roteiro teve como base os mesmos requisitos gerais e específicos utilizados na avaliação dos sistemas de 1991.

A entrevista foi escolhida como método de levantamento de dados, uma vez que não se conhecia previamente o nível de instrução da população do Núcleo para avaliar a possibilidade de aplicação de um questionário escrito, havendo o risco de se perder informações importantes em função da não compreensão das questões.

---

<sup>64</sup>Toda a Avaliação Pós-Ocupação realizada foi registrada em Relatório Técnico individual para cada sistema e para a análise comparativa global (CTE, 1993). Os relatórios foram fornecidos a cada empresa participante do Núcleo Experimental.

Estabeleceu-se, inicialmente, que se aplicaria a entrevista nas 64 (sessenta e quatro) unidades habitacionais. Não foi possível, porém, realizar a entrevista em 3 (três) protótipos - "B" 1, "F" 4 e "L" 1 - o que não prejudicou o levantamento de dados no que se refere a todo o Núcleo, pois este número representa apenas 4,7% do total. Nesses protótipos, entretanto, foi possível distinguir as ampliações executadas, por meio de observação.

As questões que constituem a entrevista são divididas em dois blocos caracterizados da seguinte forma:

1. Identificação e descrição pelo usuário dos problemas que surgiram quanto aos requisitos apresentados pelo entrevistador;

2. Avaliação pelo usuário sobre o requisito, atribuindo uma nota escolhida entre três níveis (bom, regular, ruim).

Na avaliação, muitas vezes o entrevistado não conseguiu atribuir notas com segurança, nesse caso quem atribuiu essa nota foi o entrevistador, segundo critérios preestabelecidos para cada questão. Inicialmente, foram utilizados 5 (cinco) níveis (ótimo, bom, regular, ruim, péssimo) para a nota, mas, após três entrevistas executadas, detectou-se que os moradores não conseguiam distinguir claramente cada um desses níveis, optando-se pelos 3 (três) níveis , bom, regular e ruim.

O roteiro da entrevista foi elaborado de maneira que o morador respondesse primeiramente as questões referentes ao projeto da unidade habitacional, inclusive sobre ampliação, e ao final, as questões referentes ao produto.

As entrevistas foram, em sua maior parte, gravadas em fitas cassete e, posteriormente, transcritas em formulário padrão. Para facilitar a análise dos sistemas, foram elaborados quadros, divididos por requisito geral, para cada sistema construtivo, o que permite a comparação das opiniões dos usuários dos 4 (quatro) protótipos.

As unidades foram fotografadas e filmadas para efeito de registro de sua situação no período da APO e comparação com o estado original.

As alterações e ampliações foram registradas por meio de medições, a fim de complementar as informações no que se refere ao projeto dessas modificações. Com esses dados foram elaborados desenhos considerando o estágio da unidade na ocasião da APO, possibilitando uma análise comparativa em relação ao projeto inicial, proposto pelas empresas. Esses dados são apresentados no Anexo juntamente com as fichas de caracterização dos sistemas.

A maioria dos moradores entrevistados ocupou as casas aproximadamente 18 (dezoito) meses antes da realização das entrevistas, sendo que somente 7 (sete) unidades foram revendidas (11,5%), e apenas 4 (quatro) tinham menos de 6 meses de uso (6,6%)

A entrevista visou não somente levantar a opinião do morador sobre o desempenho da unidade habitacional, como também apontar as principais manifestações de patologia, orientando a segunda fase da APO, destinada às inspeções técnicas, permitindo listar os problemas apresentados pelos sistemas e estimar custos de manutenção segundo metodologia específica.

As inspeções técnicas foram realizadas em amostra do universo de 64 (sessenta e quatro unidades) a partir da análise de ocorrências patológicas. O critério básico foi o de inspecionar as unidades, cujos problemas apresentados foram de natureza relacionada à segurança estrutural ou problemas de estanqueidade de maior gravidade como, por exemplo, a entrada de água pelas juntas de painéis.

#### • **Análise dos dados quanto ao desempenho do produto**

A análise dos dados pode ser dividida em duas etapas:

1. A análise dos dados comparando-se os quatro protótipos de cada sistema;
2. Análise global dos dados comparando-se todos os sistemas.

Para cada uma dessas etapas, a análise foi realizada visando detectar o grau de atendimento às exigências de desempenho estabelecidas como necessidades dos clientes externos e identificar atividades de manutenção realizadas ou necessárias visando a estimativa de custos de manutenção.

Para tanto as atividades de manutenção identificadas foram classificadas, segundo o tipo de serviço realizado conforme as definições do Capítulo 6, em: a) substituição de materiais ou componentes; b) acréscimo de materiais ou componentes; c) reparo; d) conversão.

Para efeito de análise das atividades de manutenção essas foram as categorias consideradas. As atividades de conversão que não são decorrentes de desempenho inadequado não são analisadas neste item, mas, juntamente com atividades decorrentes de alterações sem acréscimo de área para adequação ao uso e com as atividades decorrentes de ampliações, são analisadas em separado como forma de estimar os custos em uso.

Entende-se, desta forma, que as atividades de manutenção consistem apenas de serviços executados. As ocorrências patológicas que não receberam qualquer tipo de tratamento visando a retomada do desempenho inicial também são analisadas com vistas à estimativa de custos, em separado dos requisitos de desempenho (ocorrências sem atividade de manutenção).

A análise foi feita a partir da identificação das atividades por sistema construtivo e por protótipo, pela identificação do elemento a que se refere e do tipo de serviço executado, segundo a classificação descrita, assim como do requisito de desempenho que foi afetado levando à necessidade de manutenção. Posteriormente, foi elaborada uma análise comparativa entre os sistemas. A consideração das ocorrências com manutenção envolveu a análise por *número* e por *tipo* de ocorrência. Assim, os resultados apresentados por número de ocorrências incluem as ocorrências em todos os protótipos do sistema construtivo analisado, enquanto a análise por tipos de ocorrências registra apenas uma ocorrência de cada natureza. Por exemplo, quando moradores de 4 (quatro) protótipos de um determinado sistema apresentaram ocorrências relativas à necessidade de mudança de posição do tanque de lavar roupas, apenas um *tipo* de ocorrência é registrado, enquanto nove registros são feitos em termos de *número* de ocorrências.



Considerou-se as alterações realizadas na fase de uso da unidade como um "espelho" das reais necessidades dos seus usuários, levando-se em conta as possibilidades de execução, tanto em termos de conhecimento quanto em termos financeiros. Portanto, a análise deste requisito foi feita com base no levantamento das ampliações, relacionando-as com as informações recolhidas no item anterior (adequação dimensional, física e formal), principalmente no que se refere ao dimensionamento e inter-relacionamento dos cômodos; essa análise foi dividida em dois grandes blocos:

a) análise das ampliações realizadas procurando-se distinguir as necessidades que as geraram;

b) grau de dificuldade da execução das ampliações, permitindo distinguir as deficiências de orientação e assistência técnica, assim como de planejamento.

No que se refere à segurança estrutural a análise foi baseada nas ocorrências patológicas registradas, antes que à opinião direta do próprio usuário. Essas ocorrências, na maioria das vezes apontadas pelos próprios usuários foram passíveis de inspeção técnica posterior e são analisadas segundo sua natureza.

As ocorrências identificadas em todos os protótipos não foram somente as ocorrências que receberam tratamento de manutenção, mas também todas as ocorrências que consistiram de manifestação patológica que compromete o desempenho e/ou insatisfação ao usuário e não foram solucionadas. Todas as ocorrências foram analisadas por meio de gráficos quanto ao subsistema, elementos ou componentes nos quais incidiram e quanto ao requisito de desempenho comprometido.

Para cada um dos cinco sistemas analisados apresenta-se os resultados obtidos nessa análise nas figuras a seguir:

- **Sistema A - Painéis pré-fabricados de concreto**

Neste sistema do número total de ocorrências registradas apenas 25% foram objeto de atividades de manutenção. A figura a seguir apresenta a distribuição das ocorrências sem manutenção:

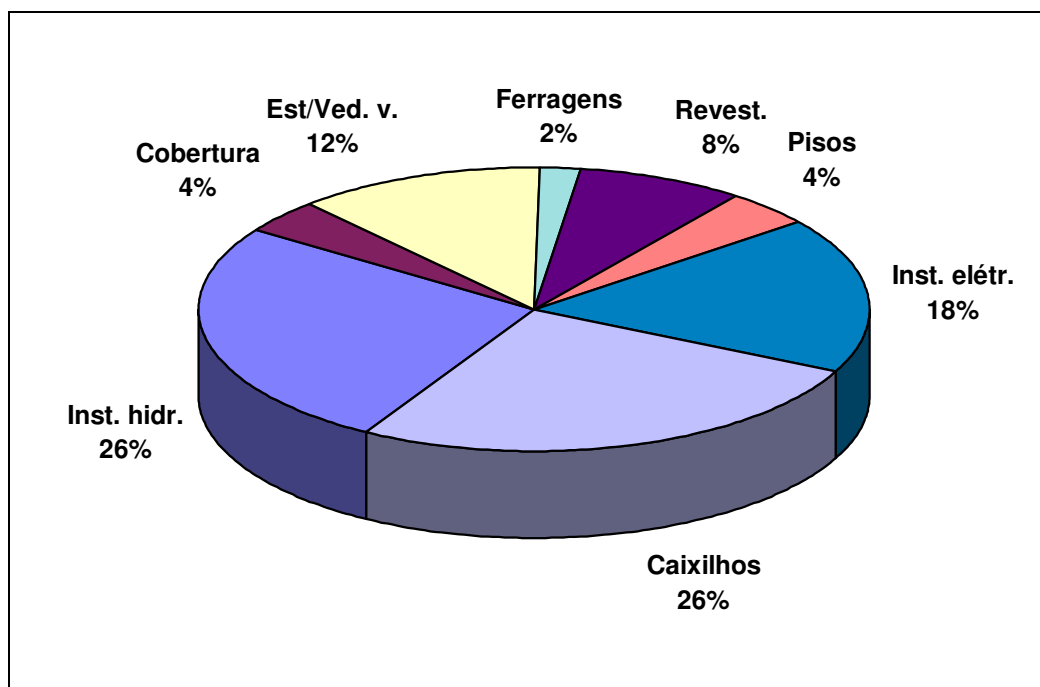


FIGURA 7.1 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA A

- **Sistema D - Pilaretes e placas de concreto**

No sistema D entre o número total de ocorrências registradas observou-se que 35% receberam atividades de manutenção. Entre as ocorrências que não receberam atividades de manutenção observou-se a seguinte distribuição:

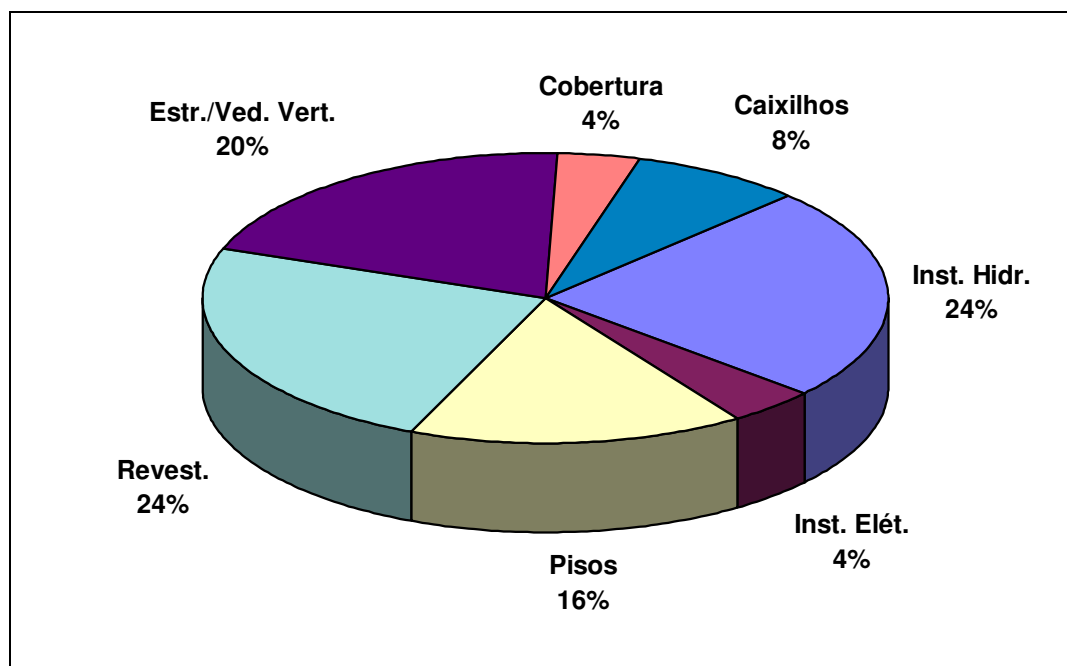


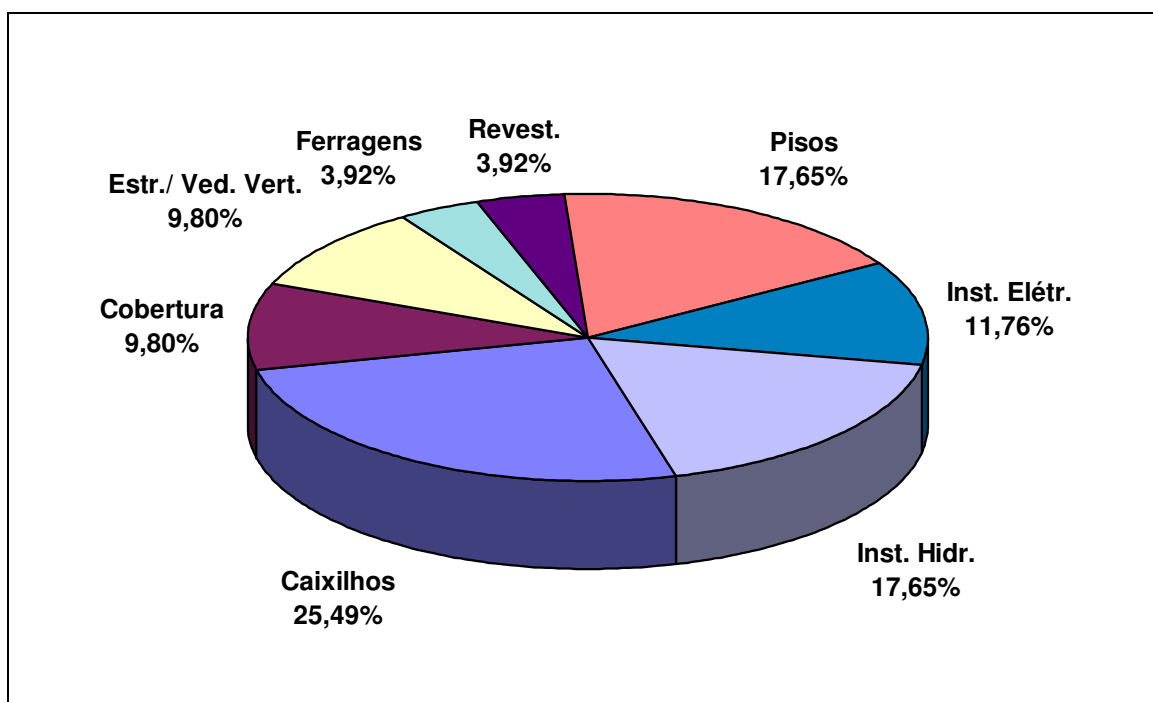
FIGURA 7.2. - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA D

- **Sistema J - Painéis sanduíche de madeira e argamassa**

Neste sistema observou-se que foram realizadas atividades de manutenção em menos de 30% do número total de ocorrências. Uma particularidade das ocorrências sem manutenção neste sistema foi a caracterização de problemas com origem no projeto e, portanto, de difícil solução pelos usuários.

A figura 7.3 apresenta a distribuição das atividades sem manutenção:

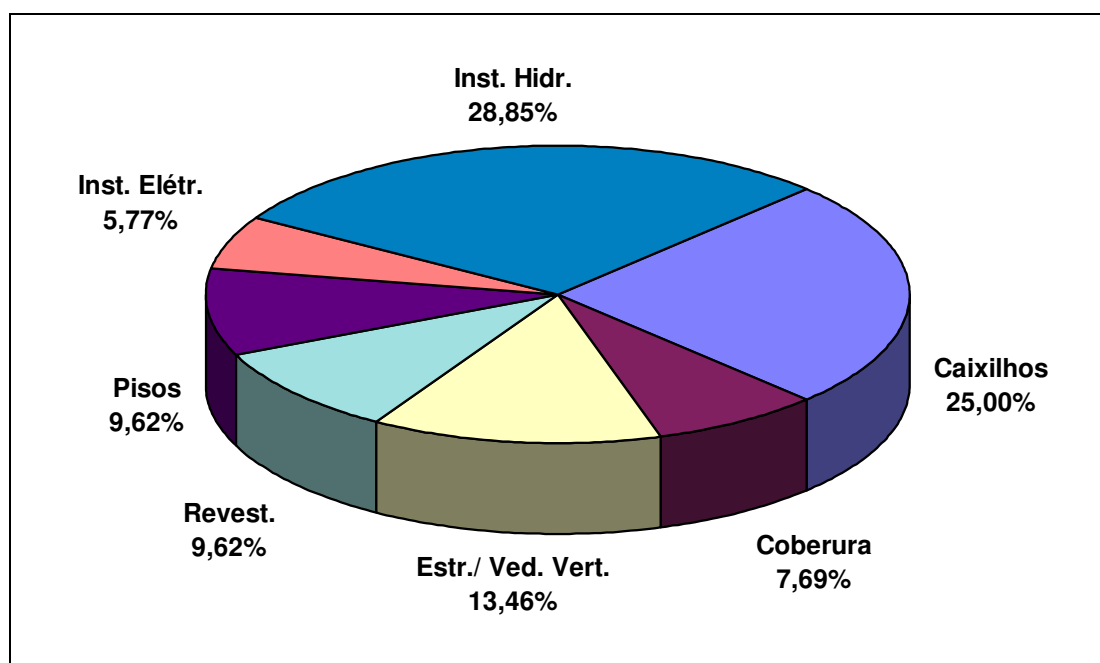
FIGURA 7.3 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA J



- **Sistema K - Painéis alveolares pré-moldados de concreto**

Do número total de ocorrências registradas neste sistema cerca de 30% foram solucionadas pelos usuários. A distribuição dessas ocorrências está apresentada na figura 7.4.

FIGURA 7.4 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS -



SISTEMA K

- **Sistema P - Painéis alveolares pré-fabricados de concreto**

No sistema P cerca de 25% das ocorrências receberam manutenção pelos usuários. A distribuição das atividades sem manutenção é apresentada na figura a seguir:

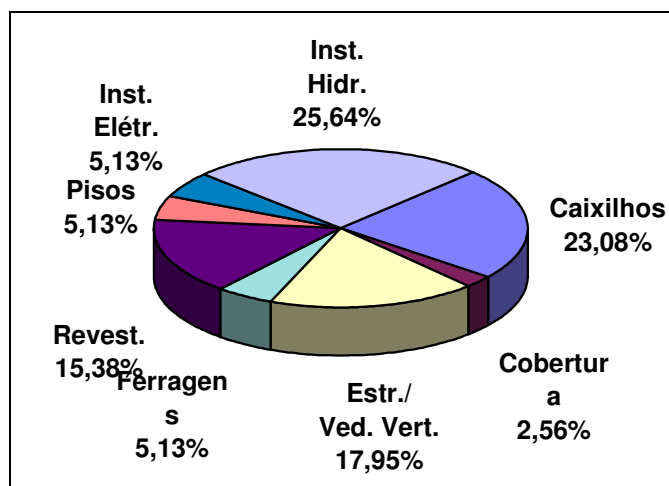


FIGURA 7.5 - DISTRIBUIÇÃO DAS OCORRÊNCIAS SEM MANUTENÇÃO SEGUNDO ELEMENTO/COMPONENTE POR NÚMERO DE OCORRÊNCIAS - SISTEMA P

Por esses dados observa-se que os sistemas A e P tiveram a menor incidência de ocorrências resolvidas pelos usuários, enquanto o sistema D teve a maior incidência. No primeiro caso os dois sistemas pertencem à família dos painéis de grande porte e no segundo caso trata-se de um sistema de painéis leves. Nos demais sistemas a média de 30% de ocorrências resolvidas corresponde à média observada em todos os demais sistemas não analisados neste estudo de caso. Observou-se na análise das entrevistas que a dificuldade dos usuários em solucionar as ocorrências detectadas se deve às características da tecnologia (maior dificuldade nos sistemas de painéis de grande porte e de paredes moldadas “in loco” e menor dificuldade nos sistemas em alvenaria e painéis leves), às características de concepção do projeto (como é caso de ocorrências de mau desempenho quanto ao conforto higrotérmico ou de recobrimento de armaduras), e à incidência sobre itens de elevado custo, seja pelo material/componente ou pela mão-de-obra (como é o caso das instalações hidráulicas, por exemplo).

Observou-se que na maioria dos serviços e atividades desenvolvidas os usuários utilizaram mão-de-obra de terceiros e, portanto, mão-de-obra remunerada.

O tratamento dos dados para a construção da avaliação quanto ao desempenho econômico reuniu todas as ocorrências que geraram atividades de manutenção nas categorias de reparos, substituição de materiais e componentes e/ou conversão. Muitas dessas atividades não são decorrentes das características da tecnologia do sistema construtivo, mas das especificações de materiais e componentes e/ou características de projeto e execução. Na medida em que o projeto foi totalmente livre para todos os participantes entende-se que essas questões fazem parte da solução apresentada por cada empresa participante.

#### ***7.3.6.2 Procedimento de tratamento dos dados para a obtenção de indicadores de custos de manutenção***

Os dados das alternativas escolhidas para a aplicação da metodologia foram tratados segundo as seguintes etapas:

1. Listagem de todas as ocorrências com atividade de manutenção realizadas pelos usuários, por unidade e por sistema, com descrição da atividade realizada;
2. Identificação da natureza de cada atividade segundo a classificação adotada - reparos, substituição de materiais, conversão;
3. Identificação dos principais itens geradores de custos da atividade realizada para efeito de construção do indicador de custo;
4. Composição do indicador de custo de manutenção com as seguintes características:

⇒ atividade de substituição ou acréscimo de materiais e/ou componentes: o indicador consiste do preço do material principal substituído ou acrescido e da categoria principal de mão-de-obra envolvida. Assim, por exemplo, a substituição de caixa de descarga por válvula de descarga tem o indicador de custo composto pelo preço da válvula de descarga somado ao valor correspondente à quantidade de horas necessárias para esse serviço;

⇒ atividade de reparo: neste tipo de atividade o indicador de custo é composto pelo preço da mão-de-obra na categoria principal de profissional necessária para a execução do serviço. Por exemplo: o reparo na cobertura utiliza a mão-de-obra de telhadista como indicador de custo;

⇒ atividade de conversão: se a atividade é predominantemente de um serviço executado seu indicador é constituído da mesma forma que o indicador para atividades de reparo; se a atividade é predominantemente de substituição ou acréscimo o indicador é constituído da mesma forma da construção do indicador para aquela categoria;

5. Quantificação dos serviços realizados para cada protótipo em cada um dos sistemas da amostra. Identificando-se na entrevista as quantidades de serviços realizados utilizaram-se as composições unitárias apresentadas nas próprias estimativas de custos dos sistemas apresentadas pelas empresas para a quantificação dos serviços e dados de empreiteiros de mão-de-obra que atuam em serviços de manutenção e reformas;

6. Identificação dos preços dos itens que compõem os indicadores - os preços utilizados corresponderam a preços praticados em revendas de materiais de construção que atendem a região em que está localizado o Núcleo Experimental (Baixada Santista e ABC paulista). Os preços adotados correspondem à última semana de dezembro de 1992. Esta data foi adotada como uma hipótese simplificadora, isto é, numa simulação de que todos os serviços estivessem sendo realizados nessa semana. Esta hipótese decorre da dificuldade em precisar a distribuição dessas atividades ao longo dos 18 meses decorridos entre a ocupação e o início da APO. Por outro lado, verificou-se que atividades citadas pelos moradores efetivamente se realizaram até o mês anterior ao início da APO e no próprio decorrer de sua aplicação. Um tratamento mais preciso exigiria um tratamento dos preços praticados no período de 18 meses em que foram distribuídas as atividades desenvolvidas pelos usuários;

7. Obtenção dos indicadores de custos de manutenção por sistema: cálculo do somatório de custos de todos os protótipos de cada sistema. Não foram incluídos neste cálculo custos decorrentes de atividades de adequação ao uso de caráter estético como



foi o caso de dois protótipos em que houve a repintura de toda a unidade e o revestimento de fachada em cerâmica;

8. Transformação dos custos obtidos em dólar utilizando-se o valor médio do dólar americano , preço de venda, no mês de dezembro de 1992, utilizando-se o IGP-M como deflator;

9. Cálculo do custo total de manutenção: uma vez que as atividades levantadas correspondem a apenas uma parcela do total de ocorrências que requerem serviços de manutenção adotou-se a hipótese simplificadora de que a distribuição dos custos das atividades não solucionadas pelos usuários seja a mesma e, portanto, os custos resultantes possam ser extrapolados para o todo das necessidades de manutenção. Assim dividiram-se os custos resultantes pela respectiva porcentagem a que correspondem as atividades quantificadas para obter o custo total. Em realidade considera-se que esta é uma hipótese conservadora, pois as atividades não realizadas pelos usuários são exatamente as atividades de custo e complexidade maiores;

10. Cálculo do custo por unidade do sistema, dividindo-se o custo total por 4, considerando-se que: tendo em vista que a manifestação de todas as ocorrências em cada unidade de uma alternativa exige um tempo maior do que 18 meses, considerou-se que ao tomar o total de ocorrências como distribuído uniformemente entre as quatro unidades está sendo considerado que o comportamento global da alternativa é resultante neste período estudado da soma das ocorrências em todas as unidades;

11. Cálculo do valor presente desses custos em julho de 1991 segundo o método da norma ASTM E 917 89. Para tanto utilizou-se o período de 18 meses (1,5 anos) e a taxa de desconto de 6% ao ano. Esta taxa representa a taxa de juros com que é remunerada a caderneta de poupança, a qual se coloca como a melhor alternativa para o dinheiro nesse segmento de mercado, conforme previsto na norma;

12. Cálculo da parcela do custo inicial a que corresponde esse valor presente calculado: calculada em relação ao preço médio do sistema apresentado pelas empresas;

13. Cálculo do valor presente por unidade (dividindo-se por 4);

14. Cálculo da incidência desse custo sobre a renda familiar - divisão do valor presente por 18 meses e este valor pelos valores limites de renda do segmento-alvo. O salário-mínimo, em dólar, em julho de 1991, tinha o valor de US\$ 60,82, considerando o poder aquisitivo médio do mês e, portanto, os limites de renda familiar são de US\$ 121,64 e US\$ 304,08, respectivamente para 2 e 5 salários-mínimos.

### 7.3.6.3 Resultados obtidos para os custos futuros

Os resultados obtidos são apresentados na tabela a seguir:

TABELA 7.1. - CUSTOS DE ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO EM CINCO ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

SISTEMA	CUSTO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO REALIZADAS PELO USUÁRIO (US\$ em dez. 1992)	CUSTO TOTAL DE MANUTENÇÃO (US\$ em dez. 1992)	CUSTO TOTAL POR UNIDADE	VALOR PRESENTE EM 1991 (EM 1º /07/1991)	VALOR PRESENTE E POR UNIDADE (US\$)	INCIDÊNCIA SOBRE O CUSTO INICIAL MÉDIO DO SISTEMA (%)	INCIDÊNCIA SOBRE A RENDA DA POPULAÇÃO-ALVO (%) *
A	520,52	2082,08	520,52	476,96	119,24	2,50	2,8 - 5,4
D	138,60	396,00	99,00	362,86	90,71	1,95	1,7 - 4,1
J	124,80	415,99	103,99	381,17	95,29	1,86	1,7 - 4,4
K	375,05	1250,17	312,54	286,38	71,60	1,70	1,3 - 3,3
P	163,66	654,63	163,66	599,84	149,96	3,14	2,7 - 6,8

\* a menor porcentagem corresponde à incidência sobre uma renda mensal de 5 salários-mínimos, enquanto a maior corresponde à incidência sobre uma renda mensal de 2 salários-mínimos.

Esses resultados demonstram que:

⇒ nenhum dos sistemas atende às necessidades de comprometimento máximo de 3% da renda mensal com atividades de manutenção no que diz respeito às famílias de renda de 2 salários-mínimos. O sistema que mais se aproxima dessa meta é o sistema D. Para que essa parcela do segmento-alvo fosse atendida neste requisito seria necessário um valor presente em julho de 1991 de no máximo US\$ 65,70. A classificação de atendimento deste requisito seria a seguinte: 1º - sistema K; 2º - sistema D; 3º - sistema J; 4º - sistema A e 5º sistema P.

⇒ Do ponto de vista do custo global, considerando-se a incidência do custo de manutenção sobre o preço médio de cada sistema (a média entre os quatro protótipos) a ordem só é alterada entre os sistemas D e J, sendo o sistema J a segunda maior incidência do custo de manutenção sobre o custo inicial e o sistema D, o terceiro.

⇒ Para que o requisito de atendimento ao nível máximo de 3% de comprometimento da renda fosse atendido para a faixa de renda de dois salários-mínimos seria necessário que o valor presente dos custos totais de manutenção fossem de no máximo US\$ 65,70.

A análise realizada na APO permitiu identificar que, em sua maior parte, as ocorrências registradas poderiam ser evitadas por soluções de concepção do sistema construtivo e de projeto das unidades, incluindo a especificação de materiais. Essa avaliação confirma a idéia de que o desempenho do edifício é dependente de decisões econômicas. A avaliação de troca de um custo elevado inicial por um baixo custo ao longo da vida útil pode encontrar uma equação equilibrada, pois a avaliação deve estar voltada para o retorno que este investimento inicial mais alto vai proporcionar em termos de custos ao longo da vida útil. Em muitos casos identificados na APO não se tratava dessa troca, mas de qualidade no projeto, qualidade no desenvolvimento do sistema e qualidade dos materiais e componentes.

#### **7.4 Atribuição de valor**

A atribuição de valor no âmbito da metodologia de seleção deverá ocorrer a partir dos critérios enumerados nos itens anteriores, os quais estão compostos por requisitos de caráter geral que são detalhados em requisitos específicos (por exemplo, cada requisito específico no âmbito do requisito de segurança estrutural).

Um sistema de pontuação para o desempenho de cada alternativa em cada um dos requisitos foi estabelecido considerando-se uma escala de desempenho em relação aos requisitos e metas definidos. A análise consistiu de avaliação de cada sistema por meio de toda a documentação técnica reunida no processo de desenvolvimento e implantação do Núcleo quanto ao grau de atendimento dessas metas e requisitos.

O sistema de pontuação constou de classes de desempenho assim constituídas:

- Classe A - Alto desempenho - Pontuação = 3
- Classe B - Médio desempenho - Pontuação = 2
- Classe C - Baixo desempenho - Pontuação = 1

Essa pontuação é feita na base 100, de tal forma que o desempenho máximo num requisito representa o máximo de 300 pontos. Com a existência de múltiplos critérios o sistema de atribuição de valor requer o estabelecimento de pesos para estes critérios.

O fato de não se ter concebido o sistema de pontuação inicialmente para um sistema de atribuição de valor baseado na Teoria da Utilidade conforme apresentado, impede que se utilizando os resultados obtidos da análise de desempenho realizada por ocasião da implantação do Núcleo Experimental de Cubatão se possa definir pesos aos critérios pela Teoria da Utilidade.

O objetivo deste capítulo é, sobretudo, demonstrar a viabilidade da aplicação da metodologia proposta e, portanto, considera-se que se pode ilustrar a definição de pesos pela Teoria da Utilidade por meio da comparação de pares de critérios interdependentes e chegar ao resultado final que avalia a hipótese de relevância dos custos ao longo da vida útil utilizando-se da mesma base de atribuição de valor desenvolvida no Núcleo Experimental de Cubatão.

#### **7.4.1 Definição dos pesos pela Teoria da Utilidade**

Conforme os conceitos apresentados no capítulo 6 a aplicação da Teoria da Utilidade requer que se considere dois estágios de definição dos pesos:

- no primeiro estágio são atribuídos os pesos dos requisitos específicos dentro dos requisitos gerais. O estabelecimento desses pesos deve ser feito mediante avaliação técnica específica sobre a relevância do requisito para se atingir desempenho elevado no requisito geral. Esta é uma atribuição essencialmente decorrente do conhecimento técnico específico sobre cada requisito e deve ser atribuição dos

especialistas envolvidos no projeto. Assim, por exemplo, entre os requisitos específicos do desempenho econômico existe apenas um requisito específico em cada requisito geral (preço inicial - atendimento aos valores estipulados; custos ao longo da vida útil - atendimento às necessidades de comprometimento de renda), logo estes requisitos específicos têm peso 1 no requisito geral. Já no requisito geral “grau de racionalização” do processo existem dois requisitos específicos e a análise técnica destes requisitos revela que cada um colabora igualmente para o desempenho da alternativa quanto ao requisito geral. Assim estabeleceu-se os pesos de 0,5 para cada um no âmbito do requisito geral.

Os pesos atribuídos aos requisitos específicos são nomeados pela letra  $\alpha$  e não são apresentados detalhadamente em função da extensão. A soma dos pesos dos requisitos específicos é igual a 1, significando que se uma determinada alternativa apresenta nota máxima em todos os requisitos específicos apresentará o desempenho máximo naquele requisito geral.

Foram definidos 11 requisitos gerais de atendimento às necessidades dos clientes externos, os quais se referem a três grandes grupos: desempenho do projeto, desempenho do produto e desempenho econômico. Os 3 requisitos gerais relativos às necessidades dos clientes internos referem-se a apenas um grupo, o desempenho do processo.

A definição dos pesos destes requisitos obedece à seguinte ordem de procedimentos:

1. Com o sistema de pontuação em que cada requisito geral pode atingir o máximo de nota 3 o desempenho do produto atinge uma determinada pontuação em cada requisito que compõe os grupos de requisitos.

Na segunda fase da determinação do sistema de atribuição de valor define-se o peso de cada requisito geral no desempenho global da alternativa. É nesta fase que se utiliza dos princípios das técnicas de análise de decisões.

2. A decisão sobre a melhor alternativa em relação aos objetivos gerais do empreendimento vão ser escolhidos e existem 4 critérios distintos e interdependentes:

desempenho do projeto, desempenho do produto, desempenho econômico e desempenho do processo. Entende-se que a relação de subordinação entre estes critérios ocorre da seguinte forma: o desempenho do projeto e do produto definem um desempenho físico que conjuntamente com o desempenho do processo determinam o desempenho econômico.

- Assim o processo de atribuição dos pesos de cada um destes critérios na escolha das alternativas segue os procedimentos apresentados no capítulo 6 de comparação dois a dois:

⇒ 1ª comparação: desempenho do projeto x desempenho do produto.

Situação A: utilidade máxima para o desempenho do projeto e utilidade nula para o desempenho do produto<sup>65</sup>.

Situação B: utilidade nula para o desempenho do projeto e máxima para o desempenho do produto.

Adota-se a situação B como preferida em relação a A e cria-se uma situação I de utilidade indiferente, a qual requer novamente o julgamento técnico do decisor ou analista. Nesta situação a utilidade do critério de desempenho do projeto é incrementada em relação a situação B até 0,4 e do desempenho do produto é mantida em 1.

Assim, a determinação dos pesos é feita a partir das seguintes expressões:

$k_1 u_1 + k_2 u_2 = 1$ , onde  $k$  são os pesos e  $u_1$  e  $u_2$  as utilidades;

$k_1 u_1 - k_2 u_2 = 0$ , ou  $k_2 / k_1 = u_1 / u_2$

Os pesos obtidos são  $k_1 = 0,71$  e  $k_2 = 0,29$ . Este resultado significa que para o equilíbrio de contribuição dos dois critérios para o resultado final é atingido com estes pesos.

---

<sup>65</sup>Considera-se a utilidade de cada um destes critérios o valor que o decisor atribui ao critério.

⇒ com o processamento da pontuação obtida pelas alternativas segundo os pesos anteriores, passa-se à aplicação desse resultado, denominado desempenho físico, para uma 2ª comparação envolvendo o peso a ser atribuído a esse desempenho físico em relação ao desempenho do processo. Na situação A a utilidade do desempenho físico é nula ( $u_1$ ) e do desempenho no processo ( $u_2$ ) é máxima e na situação B ocorre o inverso. A situação B é considerada preferida então a situação de indiferença consiste de aumentar a utilidade do desempenho do processo até 0,3 e obtém-se os pesos  $k_1 = 0,23$  e  $k_2 = 0,77$ .

⇒ com o resultado deste processamento parte-se para encontrar o peso entre o desempenho geral obtido e o desempenho econômico.

A situação A assume a utilidade nula para o desempenho geral e máxima para o desempenho econômico e a situação B assume a utilidade máxima para o desempenho geral e nula para o desempenho econômico. Considerando-se que a situação A seja preferida (em função da população-alvo a ser atingida) estabelece-se uma situação I em que a utilidade do desempenho geral seja incrementada para 0,4, obtém-se os seguintes pesos:

$k_1 = 0,71$  (desempenho geral) e  $k_2 = 0,29$  (desempenho econômico).

Resumindo este sistema de aplicação de pesos aos critérios sucessivamente aos pares temos:

1.  $\Sigma$  dos pontos da alternativa quanto ao desempenho do projeto x 0,71

$\Sigma$  dos pontos da alternativa quanto ao desempenho do produto x 0,29

Resultado = pontuação em desempenho físico (DF)

2. DF x 0,23

$\Sigma$  dos pontos da alternativa quanto ao desempenho do processo = 0,77

Resultado = pontuação quanto ao desempenho geral (DG)

3. DG x 0,71

$\Sigma$  dos pontos da alternativa quanto ao desempenho econômico x 0,29



#### 7.4.2 Atribuição de pesos segundo a metodologia originalmente aplicada no Núcleo Experimental de Cubatão

Os pesos assumidos na metodologia original foram resultantes de julgamento técnico sobre a participação de cada critério para o resultado final.

Os pesos utilizados são apresentados a seguir:

TABELA 7.2. -PESOS ATRIBUÍDOS AOS REQUISITOS DE DESEMPENHO

REQUISITOS/CRITÉRIOS	PESOS
<b>Critério 1 de seleção: Desempenho do Produto</b>	<b>0,55</b>
a) Segurança estrutural	0,13
b) Segurança ao fogo	0,05
c) Estanqueidade à água	0,08
d) Conforto higrotérmico	0,08
e) Durabilidade	0,13
f) Manutenção	0,08
<b>Critério 2 de seleção: Desempenho do projeto</b>	<b>0,20</b>
a) Adequação dimensional, física e formal	0,10
b) Ampliação e evolução da unidade	0,05
c) Projeto das instalações	0,05
<b>Critério 3 de seleção: Desempenho do processo</b>	<b>0,25</b>
a) Racionalização do processo	0,20
b) Controle da qualidade do processo	0,05

Com estes pesos a pontuação de cada sistema foi calculada, obtendo-se o desempenho global de cada sistema quanto ao produto, ao projeto e ao processo.

Numa segunda etapa o sistema de valor atribuiu um sistema de pontuação para os aspectos econômicos por meio de quatro requisitos de desempenho relacionados ao custo, custo por m<sup>2</sup>, preço e preço/m<sup>2</sup>. Os requisitos relativos a preços tinham cada um o peso de 0,375 e os requisitos relativos ao custo o peso de 0,125 cada um.

Após o cálculo da pontuação final quanto aos custos o desempenho final foi calculado com o peso de 0,6 para o desempenho do produto e 0,4 para o desempenho em custos.

Para avaliar se os resultados seriam alterados com a inclusão do critério de custos ao longo da vida útil considerando os custos de manutenção introduziu-se esse critério com um peso variando de 0,15 e de 0,25 no âmbito do peso de 0,4 em custos.

### 7.5 Comparação e seleção

Os resultados obtidos são resumidos a seguir:

TABELA 7.3 - RESULTADOS FINAIS DA SELEÇÃO COM A CONSIDERAÇÃO DO DESEMPENHO QUANTO AOS CUSTOS AO LONGO DA VIDA ÚTIL

SISTEMA	PONTOS EM DESEMPENHO GLOBAL	PONTOS EM DESEMPENHO EM CUSTOS	RESULTADO ORIGINAL FINAL	PONTOS EM DESEMPENHO EM CUSTOS AO LONGO DA VIDA ÚTIL*	RESULTADO COM DESEMPENHO EM CUSTOS AO LONGO DA VIDA ÚTIL	
					Peso= 0,15	Peso= 0,25
A	214,67	228,13	220,05 (5°)	200	215,83 (2°)	213,02 (1°)
D	224,81	253,13	236,14 (3°)	100	213,16 (3°)	197,86 (3°)
J	233,18	243,75	237,41 (2°)	100	215,85 (2°)	201,47 (2°)
K	220,25	250,00	232,15 (4°)	100	229,47 (1°)	194,65 (4°)
P	224,49	259,38	238,45 (1°)	0	199,54 (4°)	173,60 (5°)

\* O desempenho partiu da pontuação 3 para o sistema atingindo os 3% de comprometimento da renda nos dois limites de renda; 2 para um resultado entre 3 e 4% no limite de 2 salários mínimos e 1 até 6% neste limite.

Inúmeras simulações poderiam ser feitas para se identificar a sensibilidade dos resultados aos custos ao longo da vida útil. Os pesos adotados visaram a avaliação de um cenário de maior importância aos custos iniciais e um cenário de maior importância aos custos ao longo da vida útil. Em ambos os casos observa-se que é alterada a ordem entre os sistemas em relação à classificação que não avaliou os custos ao longo da vida útil. Mesmo que o sistema de pontuação adotado não tivesse penalizado o sistema P (por exemplo, admitindo uma faixa maior de comprometimento da renda até 7% ) seu desempenho é o pior desempenho entre os cinco sistemas quanto aos custos ao longo da vida útil e sua pontuação final seria igualmente inferior aos demais.

### 7.6 Avaliação da satisfação do usuário

A Avaliação Pós-Ocupação incluiu itens de avaliação da satisfação do usuário com relação às várias alternativas, com relação a aspectos específicos e quanto a uma avaliação global das alternativas.

O quadro a seguir apresenta os resultados obtidos para as cinco alternativas avaliadas segundo a avaliação global dos usuários por meio de notas atribuídas pelos moradores dos quatro protótipos:

QUADRO 7.2. - DISTRIBUIÇÃO DAS NOTAS ATRIBUÍDAS PELOS  
USUÁRIOS AO DESEMPENHO GLOBAL DA UNIDADE  
HABITACIONAL

SISTEMA\NOTA	BOM	REGULAR	RUIM
A	25%	50%	25%
D	75%	25%	-
J	50%	25%	25%
K	-	75%	25%
P	-	75%	25%

Por esta distribuição observa-se que a avaliação global do usuário classifica o sistema D como o melhor sistema, seguido pelo sistema J. Estes dois sistemas efetivamente tiveram melhor desempenho em termos de custos ao longo da vida útil

do que os demais, demonstrando-se que as ocorrências que geram custos podem estar influenciando diretamente no grau de satisfação dos usuários.

Considera-se que a aplicação da metodologia neste caso do Núcleo Experimental de Cubatão atingiu seu objetivo demonstrando que é possível compor o sistema de informações apresentado, os requisitos e indicadores necessários para o processo decisório. Evidencia-se também que no período de tempo analisado, 18 meses, já foi possível detectar uma significativa incidência de custos ao longo da vida útil das edificações que tem um papel significativo nas escolhas, especialmente se consideradas as condições de renda deste segmento-alvo. Embora os dados revelados pela APO aplicada não tenham sido completamente apresentados neste texto foi possível verificar que a construção de bases de dados históricos sobre os custos ao longo da vida útil seria de extrema importância para todos os agentes envolvidas dadas as naturezas dos fatos geradores desses custos.

Análises muito aprofundadas poderiam ter sido feitas com os dados levantados do ponto de vista do tratamento desses dados quanto a indicadores detalhados por requisito não atendido, por elemento construtivo e outras análises proporcionadas pela riqueza dos dados coletados. No entanto, foi preciso manter o foco na análise que permitisse aceitar ou rejeitar a hipótese central do trabalho.

## 8. CONCLUSÕES

A elaboração da metodologia de seleção tecnológica a que se propôs este trabalho foi desenvolvida num período em que a construção civil brasileira experimenta algumas mudanças bastante profundas do ponto de vista de suas características como setor produtivo.

Em verdade toda a motivação para desenvolver uma metodologia desta natureza teve início ao final dos anos 80 e primeiros anos da década de 90 com uma preocupação voltada para a “eterna” necessidade não resolvida pelo Poder Público de exercer seu papel na provisão de unidades habitacionais com critérios técnicos consistentes para a escolha entre as várias alternativas tecnológicas presentes naquele momento no mercado brasileiro em termos de sistemas construtivos. Embora em várias situações essa necessidade tenha sido atendida por inúmeros projetos de pesquisa financiados pelo próprio Estado, sempre foi difícil a implementação dos resultados desses trabalhos.

As razões para a dificuldade de implementação de metodologias que permitissem efetivamente assegurar as condições de desempenho global e as condições de encontrar sempre o “melhor” emprego possível dos recursos públicos na área habitacional são inúmeras e já foram identificadas em inúmeros diagnósticos.

No entanto, o que até então parecia uma preocupação fundamentalmente do tomador de decisão no Poder Público, mostrou-se como uma necessidade do setor privado também, pois as mudanças tecnológicas que eram quase exclusivamente impulsionadas pelo Poder Público passaram a fazer parte das necessidades mais prementes das empresas construtoras que atuam em todos os tipos de obras.

O comportamento de todos os agentes envolvidos na produção de edificações habitacionais foi significativamente alterado no que diz respeito à tecnologia. A lógica econômica que nos anos 70 estimulava a produção em massa e a velocidade de produção, estimulava também que o processo de trabalho fosse inalterado para ser essencialmente absorvedor de mão-de-obra. Na lógica econômica dos anos 90 e, em

especial, da economia que atingiu níveis de estabilização há muitos anos ausentes, a mudança tecnológica passou a ter outro sentido.

Antes disso, a lógica da economia aberta em que o Brasil, até então observado de muito longe por produtores e fornecedores de tecnologia na área da construção civil dos países desenvolvidos, passou a ser um mercado de amplas e reais possibilidades de investimento saudável e próspero.

O mercado brasileiro do ponto de vista do potencial de consumo de bens relacionados à construção civil é avaliado por empresas estrangeiras como um dos mais promissores mercados do mundo, comparado aos mercados da China e Índia que atraem muitos fabricantes europeus e norte-americanos. Mais do que isso é um mercado emergente em termos de desenvolvimento tecnológico da indústria da construção civil como um todo.

Embora tenhamos no Brasil uma indústria de materiais, componentes e sistemas que propicia auto-suficiência quantitativa e em alguns casos tecnologia de última geração, ainda temos deficiências sérias do ponto de vista da absorção de tecnologia e de seu grau de desenvolvimento. Essas deficiências tem sua origem numa lógica perversa do próprio setor que assumiu ao longo de muitos anos uma posição competitiva fundamentada num patamar tecnológico que sempre lhe permitiu argumentar em seu favor no estímulo ao nível de atividade pela sua suposta capacidade de gerar postos de trabalho de baixo nível de exigência quanto à qualificação do trabalhador e a uma renúncia “tácita” de todas as partes em buscar a qualidade de produtos e serviços.

Na nova lógica já se pode constatar que essa argumentação não é bem-sucedida. Entrou em cena uma nova ideologia da competição industrial, abrindo espaço para que se reformule algumas idéias e conceitos a respeito da mudança tecnológica e se coloque finalmente um cenário em que a seleção de tecnologia seja parte das necessidades de todos os agentes intervenientes. Nessa nova ideologia entende-se que os movimentos de todos os agentes estão voltados ao cliente final com um direcionamento comum, que finalmente aparece nos modelos de definição de estratégias, implícitas ou explícitas, de toda a cadeia produtiva como a verdadeira

razão de existir de projetistas, fabricantes de materiais e componentes, construtoras, empresas de vendas, órgão públicos contratantes, etc.

Um grande leque de alternativas tecnológicas vem se colocando para os agentes tomadores de decisão na produção habitacional e pode-se constatar claramente que o ambiente para que se elabore e implemente uma metodologia de seleção tecnológica passa a existir como, talvez, nunca tenha existido antes.

Entende-se agora que muito do que se produziu em termos de pesquisa nos anos 80 no Brasil não se incorporou à produção pela incompatibilidade com a lógica econômica e de competição vigentes. A conceituação utilizada no desenvolvimento da metodologia teve importantes trabalhos precursores nos anos 80 que criaram a base sobre a qual se pode utilizar agora de forma aplicada os conceitos de desempenho, vida útil, custos ao longo da vida útil.

O trabalho buscou ainda a fundamentação teórica dessa nova ideologia da competição em cujas estratégias está inserida toda a abordagem de gestão da qualidade. Ao longo de todo o trabalho a metodologia foi sempre abordada sob estas duas óticas: inserida na estratégia competitiva dos agentes e sendo constituída como um instrumento de gestão da qualidade.

Outra abordagem fundamental para o desenvolvimento do trabalho foi a de que a metodologia não está baseada na operacionalização individual do agente tomador de decisão seja o projetista, o empreendedor / construtor ou o agente promotor. Tornou-se claro em toda a revisão bibliográfica, no grande número de entrevistas e visitas a empresas e instituições, bem como contatos diretos com pesquisadores e técnicos de um modo geral, que o “centro nervoso” da implantação de uma metodologia desta natureza está na compreensão de que se trata de um fluxo de informações e ações sobre o processo de seleção e que este fluxo só será bem desenvolvido se passível de incorporação nos processos cognitivos diferentes que existem entre os vários agentes envolvidos.

O conceito de segmento de mercado foi utilizado com certo aprofundamento no trabalho dada a baixa incorporação por parte do setor da construção civil de uma visão naturalmente empregada pela indústria de bens de consumo não-duráveis e

duráveis de modo geral em que cada vez mais é necessário conhecer muito sobre o comportamento do consumidor perante os bens. A unidade habitacional mais do que qualquer outro bem determina um processo interativo do usuário com o produto e o desempenho do produto não pode ser entendido de forma estática mas como resultado dessa interação. A seleção tecnológica deve estar sempre fundamentada na mais profunda caracterização possível dos usuários do segmento-alvo com variáveis mais detalhadas do que as atualmente utilizadas no setor.

Muitas barreiras ainda deverão ser transpostas, mas o que se pode apreender ao longo do trabalho é que a maior barreira venha a ser a da uniformização dos patamares de conhecimento por todos os agentes. Especialmente no que diz respeito à seleção de tecnologia observa-se que o conhecimento técnico requerido para que se estabeleça com objetividade e fundamentação adequadas as necessidades de todos os clientes não é natural entre todos os agentes intervenientes. Este conhecimento vai estar naturalmente fragmentado entre vários agentes e essa não é a principal barreira, mas está fragmentado sem que em cada nível haja conhecimento aprofundado do todo. Ao longo do período de desenvolvimento do trabalho foi efetivamente constatado o quanto cada um dos agentes intervenientes envolvidos no problema da seleção tecnológica desconhece os processos com os quais os demais atuam, as necessidades reais dos clientes finais, a realidade da absorção da tecnologia e todos os outros aspectos que estão em jogo na adoção de uma determinada alternativa tecnológica.

Assim, antes de ser uma ferramenta específica de tomada de decisão, a metodologia é uma espécie de “língua comum” que se estabelece entre todos os agentes. O fabricante de materiais, componentes e sistemas passa a ter consciência do que realmente define a escolha, o projetista e o agente promotor passam a efetivamente analisar e tomar decisão sobre alternativas e não apenas para uma opção direcionada ou de mais fácil acesso e todos passam a ter uma visão compartilhada sobre as alternativas tecnológicas. Seja qual for a alternativa tecnológica escolhida essa escolha estará suficientemente embasada em critérios que asseguram o atendimento de todas as necessidades.

A metodologia também estava voltada como aspecto básico de sua concepção para a viabilização da incorporação do conceito de custos ao longo da vida útil à



seleção tecnológica. Este é mais um aspecto que até hoje não encontrou espaço para se impor, em função de estratégias de atuação de todos os envolvidos fundamentadas no menor preço inicial e choques de interesses sobre os custos. A responsabilidade dos agentes de produção e sua relação com os clientes finais foi fundamentalmente alterada com o Código de Defesa do Consumidor. Se os custos que surgem na fase de uso não atingiam os agentes de produção até então, atualmente esta nova postura de responsabilidade mudou completamente essa realidade.

A implantação de critérios e sistemas de gestão da qualidade no desenvolvimento de projeto, a qualificação de fornecedores e a implantação de sistemas de assistência técnica pós-venda são alguns aspectos que evidenciam um ambiente em que os custos futuros fazem parte dos modelos de tomada de decisão do setor da construção civil.

Os resultados atingidos com a aplicação da metodologia de seleção tecnológica ao caso do Núcleo Experimental de Cubatão revelaram a efetiva possibilidade de se trabalhar por meio de requisitos e indicadores que, numa estrutura pré-definida proporcionam um processo que estabelece os objetivos da decisão a ser tomada e cria condições para efetivamente atingir esses objetivos sob a ótica de todos os envolvidos.

A aplicação da metodologia sob o aspecto dos dados de comportamento dos custos ao longo da vida útil podem ser analisados da seguinte forma:

- a elevada parcela de ocorrências que não tiveram as correspondentes atividades de manutenção desenvolvidas pelos usuários demonstrou que a falta de critérios que levem em conta o desempenho futuro leva a uma situação em que por falta de condições financeiras ou de conhecimento técnico o usuário deixa de assegurar que não ocorra uma deterioração precoce das edificações;
- a distribuição dessas ocorrências segundo os elementos construtivos revelou uma coincidência de maior incidência sobre partes que não compõem a essência da tecnologia construtiva, como as instalações, caixilhos e revestimentos, demonstrando nitidamente que o desenvolvimento dos sistemas não teve uma abordagem sistêmica. Foi possível constatar que as origens dessas ocorrências estavam fundamentalmente nas características de projeto e especificação de materiais e componentes;

- evidencia-se nessas constatações o fato de que a decisão econômica baseada somente nos custos iniciais leva a adoção de alternativas que podem comprometer o desempenho da edificação como um todo;

- os resultados atingidos quanto à incidência dos custos de manutenção sobre o custo inicial e sobre a renda das famílias comprovou a hipótese central do trabalho, demonstrando que a falta de acompanhamento dos custos ao longo da vida útil leva ao desconhecimento sobre o desempenho econômico e a escolhas bastante diferentes das que seriam feitas se esses dados estivessem disponíveis;

- a medição dos custos ao longo da vida útil por meio de indicadores pode ser considerada uma prática conservadora, pois prioriza, conforme orientação da própria norma ASTM E 917 89, os custos mais relevantes e, portanto, não representa os custos totais. Por outro lado, dadas as características das unidades, não foram avaliados os custos de operação, considerados, neste caso, menos relevantes. Mesmo com essa prática, verificou-se que os custos obtidos são significativamente superiores à possibilidade de absorção pelas famílias do segmento-alvo.

Também é importante ressaltar que esses custos foram atingidos num período relativamente curto da vida útil das edificações (18 meses), devendo-se ter em mente que uma análise por períodos mais longos pode levar a custos mais elevados, tendo em vista que o grande número de ocorrências sem manutenção leva a crer que possa haver um processo de deterioração das condições gerais das unidades.

Os resultados atingidos demonstraram a importância da inclusão dos custos ao longo da vida útil como critério de decisão do processo envolvido na seleção tecnológica. Para todos os agentes envolvidos sua consideração traz benefícios:

- para o fabricante que desenvolve a tecnologia o desempenho econômico ao longo da vida útil é fator de agregação de valor numa estratégia competitiva de diferenciação;

- para o projetista é um fator que pode assegurar que seu projeto não seja descaracterizado em pouco tempo pelo desempenho inadequado ou falta de condições do usuário de realizar as atividades necessárias para que o desempenho seja mantido;

- para o agente promotor público ou privado é o fator de diferenciação em relação a empreendimentos concorrentes ou simplesmente um fator pelo qual se viabiliza o “melhor emprego dos recursos” no atendimento dos interesses do usuário. No caso do agente privado a consideração dos custos ao longo da vida útil é diretamente relacionada à imagem da empresa no julgamento dos produtos pelo cliente.

- para o usuário é fator essencial de sua capacidade de pagar e assegurar as condições de uso da edificação adequadas. A redução dos custos ao longo da vida útil significa a liberação de recursos para outros usos segundo os valores e necessidades da família, tais como alimentação, saúde, educação e cultura, lazer, etc.

A efetiva incorporação da metodologia na produção de um modo geral é antes uma questão de absorção de conceitos do que de instrumento propriamente dito. O fundamental entendimento de que a seleção tecnológica requer a perfeita identificação dos objetivos a que deve atender a tecnologia e que esta faz parte de uma condição estratégica de atuação dos agentes tomadores de decisão permite compreender que não existe um único conceito de melhor em termos de alternativa tecnológica. Este conceito de melhor é construído segundo critérios que atendem necessidades específicas dos agentes envolvidos em determinados empreendimentos.

A interface desta metodologia e seus conceitos com a pesquisa e desenvolvimento tecnológico é também evidente: o desenvolvimento de produtos e alternativas tecnológicas, o estudo da durabilidade de materiais, componentes e sistemas, os estudos relacionado à metodologias de projeto, devem incorporar métodos de medição e aferição dos custos ao longo da vida útil.

A metodologia desenvolvida é, analogamente às “linguagens” computacionais, uma linguagem sobre a qual se pode desenvolver metodologias específicas para seleção de alternativas em cada sistema e subsistema da construção civil.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABIKO, A.; SILVA, M.A.C; SOUZA, R. O desenvolvimento tecnológico da produção de edificações no Brasil - evolução e ações da iniciativa privada. In: *Anais do I Encontro de las ingenierías civiles iberoamericanas*. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Cáceres (Espanha), Mayo 1992, v. 2, p. 467-491.
2. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO Família 9000 - Gestão da Qualidade - Normas*. Rio de Janeiro, 1994 (Coletânea - exemplar 206)
3. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Elaboração de projetos de edificações - atividades técnicas - Procedimento- NBR 13531*. Rio de Janeiro, 1995.
4. ALMEIDA, R. Barbara - estratégia para crescer. *Indústria imobiliária - Produção & Mercado*, nº 42, Mar 1995, p. 7.
5. ALMEIDA, R.; COZZA, E. Um objetivo necessário. *Indústria imobiliária - Produção & Mercado*, nº 42, Mar 1995, p. 18-19.
6. ALVES, A. É possível medir, e melhorar, a qualidade da mão-de-obra. *Indústria imobiliária - Produção & Mercado*, nº 42, Mar 1995, p.20-21.
7. ALVES, A. Qualidade em projetos. *Indústria imobiliária - Produção & Mercado*, nº 42, Mar 1995, p. 22-24.
8. ANAMACO - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS REVENDADORES DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. Está lançada a chama da união entre a indústria e o comércio. *Revista ANAMACO*, Set. 1995, p. 90-94.
9. ANTAC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais do Seminário Internacional "Estratégias para modernização da construção civil: qualidade na cadeia produtiva"*. São Paulo, 5-6 de dez./1994.
10. ANTAC - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. *Anais do ENTAC 95 - Qualidade e Tecnologia na Habitação*. Rio de Janeiro, ANTAC/UFRJ/UFF, 20-22 de nov. de 1995, 2 v.
11. ASQC - AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY CONTROL. *Principles of quality costs*. Quality Costs Commitee, 1990.
12. ASQC - AMERICAN SOCIETY FOR QUALITY CONTROL. *Quality connections*, Architectural/Engineering and Construction Division, v. 2, nº 1, Winter 1994.
13. ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM standards on building economics*. 2<sup>nd</sup>. ed., Philadelphia, March 1992.
14. ATKINSON, G.A. *Building law in Western Europe: how responsibility for safety and good performance is shared*. Garston, Building Research Station (Current Paper, CP 6/71).
15. BALARIN, R. ISO ajuda nas licitações. *Gazeta Mercantil*, 10/05/1995, p. 10 (Relatório ISO 9000).
16. BALARIN, R. Carioca retoma lançamentos em São Paulo, *Gazeta Mercantil*, 20/05/1996 p. C-2 (a).
17. BALARIN, R. Área imobiliária, novo filão. *Gazeta Mercantil*, 24/05/1996, p. 5 (Relatório

- “Underwriting”) (b).
18. BALARIN, R. Maior flexibilidade nos novos escritórios. *Gazeta Mercantil*, 30/05/1996, p. D-1 (Caderno Propriedades) (c).
  19. BALARIN, R. Birmann firma parceria inédita. *Gazeta Mercantil*, 7/02/1996 (d).
  20. BEZELGA, A. et al. Avaliação da qualidade e economia de projetos de habitação e sistemas construtivos. In: *Anais do Habitec 87- I Simpósio Internacional sobre produção e transferência de tecnologia em habitação: da pesquisa à prática*. São Paulo, IPT/CIB, 6-10 de abril de 1987, v. II, p.749-760.
  21. BAZIN, M. Mecanismos de estímulo e de acompanhamento da inovação para a melhoria da produção das habitações - a experiência francesa. In: *Anais do Encontro Franco-Brasileiro Qualidade na Construção*. São Paulo, ITQC/SENAI, 21-22/07/1993, p.18-36.
  22. BERTACHINI, A. análise de valores poderá reduzir custo da construção da fábrica da Coca-Cola. *Gazeta Mercantil*, 7/08/1991.
  23. BISHOP, D. Some reflections on life-cycle costing. In: *Transactions of Design: Quality: Cost: Profit Conference*. Portsmouth Politechnic, 29<sup>th</sup> Nov. - 1<sup>st</sup> Dec, 1984, p. 385-394.
  24. BLACH, K. et al. Survey of objectives and circumstances for work with the performance concept. In: *CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT. The relative significance of different performance requirements*. Working Commission W 60, July 1981, p. 12-17.
  25. BLACHÉRE, G. *Building principles - industrial processes: building and Civil Engineering series*. Luxembourg, Commission of the European Communities, 1988.
  26. BONIN, L.C. *A abordagem sistêmica da produção de edificações*. Porto Alegre, 1987. Dissertação (Mestrado) - CPGEC, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  27. BORTOT, I. J. Nova fonte de financiamento. *Gazeta Mercantil*, 3/07/1995, p. A-11.
  28. BOURDEAU, L. Quelques grands déterminants de l'évolution future du processus de construction dans les pays occidentaux: une analyse par le groupe de travail W 82 du CIB. *Cahiers du CSTB*, Cahier 2749, Oct. 1994, p 1-21.
  29. BRANDON, P.S. Building cost modelling and computers. *Transactions of the Building Cost Research Conference*. Salford, University of Salford, 8-10 Jan. 1987.
  30. BRANDON, P.S. Quality and profit in building design. *Transactions of Design: Quality: Cost: Profit Conference*. Portsmouth, Portsmouth Politechnic, 29<sup>th</sup> Nov. - 1<sup>st</sup> Dec, 1984.
  31. BRASIL. Lei nº 8.078 - *Código de Defesa do Consumidor*. Brasília, Diário oficial da União, 11/09/1990.
  32. BRASIL. Lei de Licitações e Contratos - Lei nº 8.666. Brasília, Diário Oficial da União, 21/06/1993.
  33. BRASIL. Lei complementar à Lei de Licitações e Contratos - Lei 8.883. Brasília, Diário Oficial da União, 8/06/94.
  34. BRUNA, P. J.V. *Arquitetura, industrialização e desenvolvimento*. São Paulo, Perspectiva/EDUSP, 1976 (Debates, 136).
  35. BUENO, J. C.C. O sistema brasileiro de certificação: a conquista da credibilidade. *Informativo do Comitê Brasileiro da Qualidade/ABNT*, nº 8, Jul.1995.

36. CABRAL, E.C.C. *Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificação*. UFSC/PPGEP, Florianópolis, Set./1988.
37. CAMPOS, I.W. Gols do Brasil no campo da excelência. *Gazeta Mercantil*, 21-23/06/1996, p. 1 (Relatório Conquista da Qualidade).
38. CAMPOS FILHO, M. P. Os sistemas de informação e as modernas tendências da tecnologia e dos negócios. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, v. 34, nº 6, p. 33-45, Nov./Dez. 1994.
39. CANADA. *National Building Code of Canada*. Associate Committee on the National Building Code, Ottawa, 1985.
40. CARDOSO, F. *Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações*. Paris, École Nationale des Ponts et Chaussées, 6/11/1995 (Notas de palestra).
41. CARDOSO, F. *Stratégies d'entreprises et nouvelles formes de rationalisation de la production dans le bâtiment au Brésil et en France*. Paris, 1996. Thèse (Doctorat) - École Nationale des Ponts et Chaussées - Université Paris Val-de-Marne- CNRS.
42. CARVALHO, F. M et al. *Análise e administração financeira*. 2ª ed., Rio de Janeiro, IBMEC, 1985.
43. CDHU - COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Moradia com qualidade*. Informativo do Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo, nº 1, Dez. 1994.
44. CEF - CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. *Resumo visando a orientação dos interessados em atuar nos programas do Plano de Ação Imediata do Governo Federal*. São Paulo, Superintendência de Engenharia/Divisão de Habitação, 1990.
45. CEOTTO, L.H. O desperdício na construção civil. *Construção São Paulo*, nº 2480, 21/08/95, p. 26-27.
46. CERAGIOLI, G. et al. *La valutazione interdisciplinare dell'edilizia nei PVC: Problemi, tentativi e difficoltà*. Torino, Cooperativa Libreria Universitaria Torinese, Ottobre, 1989.
47. CESAR, M.C. Querer é poder. *Construção São Paulo*. nº 2449, 16/01/95, p. 4-6.
48. CIB - CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT. *Minutes of the meeting of W 60 in Athenas*. Working Commission W 60. National Building Research Institute, Haifa, Nov. 1992.
49. CIB - CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT. *Working with the performance approach in building*. Rotterdam, Working Commission W 60, CIB Report - Publication 64, Jan. 1982.
50. CIB - CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT. *Master lists for structuring documents relating to buildings - building elements, components, materials and services*. CIB, Rotterdam, CIB Report nº 18, 1983.
51. CIBULA, E. *Building control in Switzerland*. Building Research Station, Garston, Current Paper CP 21/70, Jul. 1970.
52. CIBULA, E. *Building control in West Germany*. Garston, Building Research Station, Mar. 1970, (Current Paper 10/70).

53. CII - CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE. *Continuing education short courses for project management*. Austin, Jan. 1993.
54. COHAB-SP - COMPANHIA METROPOLITANA DE HABITAÇÃO DE SÃO PAULO. *A verdade sobre a COHAB-SP*. São Paulo, [1989].
55. COHAB-SP - COMPANHIA METROPOLITANA DE HABITAÇÃO DE SÃO PAULO. *Projeto Modelar*. São Paulo, [1988].
56. CONTADOR, J.C. Recomendações sobre o processo de planejamento estratégico. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 35, n° 3, p. 39-48, Mai./Jun. 1995.
57. CORBIOLI, N. Empreendimento - Ilha da fantasia. *Construção São Paulo*, 11/09/1995, n° 2483, p. 4-7 (a).
58. CORBIOLI, N. Questão de inteligência. *Construção São Paulo*, n° 2484, 18/09/1995, p. 6-9. (b)
59. CORBIOLI, N. Entre goteiras e bytes. *Construção São Paulo*, n° 2468, 29/05/95, p. 4-7 (c).
60. CORNICK, T. *Quality management for building design*. London, Butterworth, 1991.
61. COSTA, E.R.R; DOUCHKIN, T. *Thesaurus Experimental de Arquitetura*. São Paulo, FAUUSP, 1982.
62. COUTINHO, L.; FERRAZ, J.C. (coord.). *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Campinas, Papirus/UNICAMP, 1994.
63. COZZA, E. Método - pioneirismo na competitividade. *Indústria imobiliária - Produção & Mercado*, n° 42, Mar 1995, p. 11.
64. COZZA, E. Know-how da precisão. *Construção São Paulo*, n° 2523, 17/06/96, p.6-9.
65. CREMONINI, R.A. *Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares na região de Porto Alegre: recomendações para projeto, execução e manutenção*. Porto Alegre, 1988. Dissertação (Mestrado) - CPGEC/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
66. CRONBERG, T. Notes on methods for selecting performance criteria. In: *CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT. Setting performance criteria for building products*. Working Commission W 60, Dec. 1977, p. 2-6.
67. CSILLAG, J.M. *Análise do valor - metodologia do valor*. São Paulo, Atlas, 1988.
68. CTE - CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. *Núcleo Experimental de Seleção Tecnológica para Habitação Popular de Cubatão - Avaliação Pós-Ocupação*. São Paulo, Dez. 1993, 17 v. (Relatório CTE n° 76/93).
69. CTE - CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. *Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras*. São Paulo, SindusCon-SP/Sebrae, 1994.
70. CUNHA, C. J.C.A. et al. As redes estratégicas e a manutenção da competitividade na construção civil. In: *Anais do ENTAC 95 - Qualidade e Tecnologia na Habitação*. Rio de Janeiro, ANTAC/UFRJ/UFF, 20-22 de nov. de 1995, v. 2, p. 67-78.
71. DAL MOLIN, D. C. C. *Fissuras em estruturas de concreto armado - análise das manifestações típicas e levantamento de casos ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1988. Dissertação (Mestrado) - CPGEC/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
72. DAVID, L.B. Encol reduz custos com unidade de componentes no Sul. *Gazeta Mercantil*, 26/2/1993.

73. DENADRIN, C. et al. Custo benefício do aquecimento de água para fins residenciais utilizando aquecedores de acumulação. In: *Anais do ENTAC 93 - Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações*. São Paulo, ANTAC/EPUSP/IPT, 17-19/11/1993, v.1, p.487-496.
74. D'HAVÉ, R. The relative importance of performance attributes and the comparison of design. In: *CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT. The relative significance of different performance requirements*. Working Commission W 60, July 1981, p. 7-11.
75. DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Sócio-Econômicos. *Pesquisa de Orçamento Familiar*. São Paulo, 1996.
76. DUARTE, R. Método é condenada a ressarcir consumidor. *Gazeta Mercantil*, 10/12/1993.
77. EHRLICH, P.J. Modelos quantitativos de apoio às decisões - I. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, v. 36, nº 1, Jan/Fev/Mar 1996, p. 33-41. (a)
78. EHRLICH, P.J. Modelos quantitativos de apoio às decisões - II. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, v. 36, nº 2, Abr./Mai/Jun 1996, p. 44-52. (b)
79. EPUSP - ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Anais do X Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção Civil: A manutenção na Construção Civil*, 23-24 de novembro, 1989.
80. EPUSP - ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. *Anais do I Simpósio Nacional sobre Garantia da Qualidade das Estruturas de Concreto*. São Paulo, Maio/1990.
81. ETIENNE, J.M. O seguro-construção na França. In: *Anais do Encontro Franco-Brasileiro Qualidade na Construção*. São Paulo, ITQC/SENAI, 21-22/07/1993, p.11-17.
82. FARAH, M.F.S. *Tecnologia, processo de trabalho e construção habitacional*. São Paulo, 1992, Tese (Doutorado), Departamento de Ciências Sociais da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.
83. FDE - FUNDAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO. *Especificações da edificação escolar de primeiro grau*. 4ª ed., São Paulo, 1992.
84. FELÍCIO, C.; BALARIN, R. Construtora Encol tenta acertar o passo. *Gazeta Mercantil*, 18/12/1993.
85. FERREIRA, C.E. *Construção civil e criação de empregos*. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1976.
86. FERREIRA, J. Um ano de ajustes na parceria. *Dirigente Construtor*, abril 1992.
87. FERRY, D.J. ; BRANDON, P.S. *Cost planning of buildings*. 5<sup>th</sup>. ed., Granada, London, 1980.
88. FINESTRA BRASIL. *Destaques: reeleito, Mehes fala dos planos para a Afeal*, nº 3, Out. 1995, p. 30-32.
89. FISHER, E. *A qualidade da construção e o seguro habitacional*. Rio de Janeiro, 1992 (xerografado).
90. FLANAGAN, R. Life cycle costing - a means for evaluating quality? In: *Transactions of Design: Quality: Cost: Profit Conference*. Portsmouth Polytechnic, 29<sup>th</sup> Nov. - 1<sup>st</sup> Dec, 1984, p. 195-208.
91. FLANAGAN, R. et al. *A fresh look at the U.K. & U.S. Building Industries*. Building Employers



- Confederation/ University of Reading.[1986].
92. FLAUZINO, W. D. *Durabilidade de materiais e componentes das edificações - metodologias e suas aplicações no caso de pinturas externas e chapas onduladas de plástico*. São Paulo, 1983. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
  93. FORBES, S. Información de costes en la producción. In: *TURIN, D. Economía de la construcción*. Barcelona, Gustavo Gili, 1979. p. 109 - 135.
  94. FORMOSO,C.T. et al. Um estudo sobre as perdas de materiais na indústria da construção civil e suas principais causas. In: *Anais do ENTAC 93 - Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações*. São Paulo, ANTAC/EPUSP/IPT, 17-19/11/1993, v.2, p. 571-580.
  95. FRANÇA. Le logement en France. [Paris], Ministère du Logement, s.d.
  96. FRANCHI, C.C. *Avaliação das características que contribuem para a formação do valor de apartamentos na cidade de Porto Alegre*. Porto Alegre, 1991. Dissertação ( Mestrado), CPGEC/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  97. FREITAS, A. A. F. *Modelagem comportamental dos decisores através de técnicas de preferência declarada: uma aplicação no setor imobiliário de Florianópolis-SC*. Florianópolis, 1995, Dissertação (Mestrado), Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
  98. FRIGERO, P. Metodi di valutazione dei progetti finalizzati a scelte di politica per lo sviluppo. In: CERAGIOLI, G. *La valutazione interdisciplinare dell'edilizia nei PVS: problemi, tentativi e difficoltà*. Torino, CLUT, 1988, p. 3-28.
  99. FRUET, G.M.; FORMOSO, C.T. Diagnóstico das dificuldades enfrentadas por gerentes técnicos de empresas de construção civil de pequeno porte. In: *Anais do II Seminário Qualidade na Construção Civil - Gestão e Tecnologia*. Porto Alegre, 8-9/06/1993, p. 1-51.
  100. FUSCO, J.P.A. Comportamento do consumidor versus estratégias de operações - a ponte cliente-empresa. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, v. 35, nº 4, p. 42-51.
  101. FUSCO, J.P.A. Implicações na estratégia de operações de serviços da norma NBR 19000. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, v. 35, nº 3, Mai/Jun. 1995, p.30-38.
  102. GARCIA MESEGUER, A. *Control de calidad en construcción*. Madrid, Agrupación Nacional de Constructores de Obras, [1989].
  103. GARCIA MESEGUER, A. *Garantía de calidad en construcción*. Madrid, Agrupación Nacional de Constructores de Obras, [1989].
  104. GARCIA, MESEGUER,A. *Controle e garantia da qualidade na construção*. São Paulo, SindusCon-SP/Projeto, 1991.
  105. GONÇALVES, C.A.; GONÇALVES FILHO, C. Tecnologia da informação e marketing: como obter clientes e mercados. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, v. 35, nº 4, Jul./Ago. 1995, p. 21-32.
  106. GONÇALVES, O. Sistemas prediais: avanços conceituais e tecnológicos. *Téchne*, nº 12, Set./Out. 1994, p. 30-34.
  107. GRAZIA, S. Racionalização da construção e sua aplicação às habitações de interesse social: tentativa de uma abordagem sistêmica. In: *Anais do Simpósio Latino-Americano - Racionalização da construção e sua aplicação às habitações de interesse social*. São

- Paulo, IPT, 25-28/10/1981, v.1, p.313-334.
108. GUIMARÃES, L. M. QFD: ferramenta de suporte à estratégia competitiva. *Controle da Qualidade*, nº 44, Jan. 1996, p.50-54.
  109. HAGUENAUER, L. et al.. *Os complexos industriais na economia brasileira*. Rio de Janeiro, UFRJ/IEI, 1984. (Texto para discussão interna nº 62).
  110. HAGUENAUER, L. et al. Dez pontos frágeis da indústria brasileira. *Gazeta Mercantil*, 27/12/1995, p. A-3.
  111. HANSEN, R.; SJOHOLT, O. *Quality management: a challenge for the building industry*. Norwegian Building Research Institute, 1989 (Project Report 50).
  112. HEIJDEN, R.E.C.M. Multicriteria evaluation methods: attractive tools for the support of decision making on building projects. In: BEZELGA, A. ; BRANDON, P.S. *Management, Quality and Economics in Building*. Transactions of the European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing and other building sector. E. & F.N. Spon, Lisbon, 30 Sep. - 4 Oct. 1991, p. 681-692.
  113. HELENE, P.R.L.; SOUZA, R.. Controle da qualidade na indústria da construção. *A Construção São Paulo*, nº 1981, 27/01/1986 (Série Tecnologia de Edificações, nº 72).
  114. HOW. *The home owner's guide to HOW*. Irving, HOW Operations Center, 1991.
  115. ILHA, M. S.O. et al. Estudo sobre a implantação de sistema de gás combustível em conjuntos habitacionais de baixa renda. In: Anais do ENTAC 93 - *Anais do ENTAC 93 - Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações*. São Paulo, ANTAC/EPUSP/IPT, 17-19/11/1993, v.1, p 503 - 513 .
  116. INDRIUNAS, L. Cadeia produtiva se une para vender mais. *Gazeta Mercantil*, 28/02/1996.
  117. INMETRO - INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. *Proposta de um novo modelo para elaboração de normas técnicas no Brasil*. Rio de Janeiro, Fev. 1992.
  118. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Formulação de critérios para avaliação de desempenho de habitações*. São Paulo, 1981 (Relatório nº 16277).
  119. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Anais do Simpósio Latino-Americano: racionalização da construção e sua aplicação às habitações de interesse social*. São Paulo, 25-28 de outubro, 1981.
  120. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Patologia na construção: programa de coleta de informações*. São Paulo, 1981. (Relatório nº 14.754).
  121. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Avaliação de desempenho de sistemas construtivos empregados em canteiro experimental da Cohab-SP*. São Paulo, IPT, 1984 (Relatório nº 19.816).
  122. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. *PATI - Programa de Atualização Tecnológica Industrial-construção habitacional*. São Paulo, 1988.
  123. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.

- Análise da tendência de racionalização da construção no subsector edificações.* São Paulo, 1991 (Relatório nº 2914.01.4).
124. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Teste a teste - cal hidratada. *Téchne*, nº 5, Jul./Ago 1993, p. 59-60.
  125. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Teste a teste - tubos de PVC: entrando na linha. *Téchne*, nº 11, Jul./Ago 1994, p. 47-48.
  126. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Teste a teste - blocos cerâmicos. *Téchne*, Mai/Jun. 1994, nº 10, Mai./Jun. 1994, p. 64-68.
  127. IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. RT IPT nº 1. *Téchne*, nº 18, Set./Out. 95, p. 51-52.
  128. ISO - NATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARTIZATION. *Performance Standards in Building: principles for their preparation and factors for inclusion* - ISO 6241. London, 1984.
  129. JANNUZZI, P.M. A nova estrutura demográfica do mercado consumidor. *RAE - revista de Administração de Empresas*, v. 35, nº 1, p. 38-45.
  130. JOBIM, M.S.S. et al. *Caracterização das preferências dos potenciais compradores de imóveis em Santa Maria*. Santa Maria, ASCON-SM/NORIE-UFRGS, Nov. 1995.
  131. JOHN, V. M. *Avaliação da durabilidade de materiais, componentes e edificações - emprego do índice de degradação*. Porto Alegre, 1987. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.
  132. JOHN, V. M. *Custos nos edifícios em uso*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Depto. de Engenharia Civil. Caderno Técnico 92, Set. 1988.
  133. JOHN, V. M. & CREMONINI, R.A. Manutenção dos edifícios: uma visão sistêmica. In: *Anais do X Simpósio Nacional de Tecnologia da Construção Civil: A manutenção na Construção Civil*, 23-24 de novembro/1989.
  134. JOHNSON, R. W. Consumer protection and quality through standards for the UK house building industry. In: BEZELGA, A. ; BRANDON, P.S. *Management, Quality and Economics in Building*. Transactions of the European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing and other building sector. E. & F.N. Spon, Lisbon, 30 Sep. - 4 Oct. 1991, p.702-712.
  135. JURAN, J.M. Quality and income. In: JURAN, J.M; GRYNA, F.M. *Juran's quality control handbook*. 4th ed., New York, McGrawHill, 1988, p. 3.1 - 3.32.
  136. KELLER, C. Construção e estabilidade. *Gazeta Mercantil*, 2/07/96, p. 2.
  137. KNAPP, E. Vivendo e aprendendo: Cohab realiza avaliação pós-ocupação de conjunto em Carapicuíba. *Construção São Paulo*, nº 2337, 23/11/1992, p.10-12.
  138. KOSKELA, L. *Application of the new production philosophy to construction*. Center for Integrated Facility Engineering - CIFE/ Stanford University, 1992 (Technical Report 72).
  139. KOTLER, P. *Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle*. 3ª ed., São Paulo, Atlas, 1993.
  140. KOWALTOWSKI, D; LABAKI, L. O projeto arquitetônico e o conforto ambiental: necessidade de uma metodologia. In: *Anais do ENTAC 93 - Avanços em tecnologia e*

- gestão da produção de edificações*. São Paulo, ANTAC/EPUSP/IPT, 17-19/11/1993, v.2, p. 785-794.
141. LABAKI, L.; KOWALTOWSKI, D. Projetos padrão de conjuntos habitacionais de Campinas e seu conforto térmico: análise de possíveis melhorias. In: *Anais do ENTAC 95 - Qualidade e Tecnologia na Habitação*. Rio de Janeiro, ANTAC/UFRJ/UFF, 20-22 de nov. de 1995, v. 2, p. 593-598.
  142. LAMBERTS, R. Desempenho térmico de materiais e componentes de edificações. In: *Anais do II Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil*. UFSC, Florianópolis, 12 a 15 de set., 1989, p. 121-130.
  143. LAWSON, B. *How designers think*. London, Architectural Press, 1980.
  144. LEUSIN, S. Concepção partilhada: uma via para integração técnica nas edificações. In: *Anais do ENTAC 95 - Qualidade e Tecnologia na Habitação*, ANTAC/UFRJ/UFF, Rio de Janeiro, 20-22 de nov. de 1995, p. 217-222.
  145. LEVITT, T. *A imaginação de marketing*. São Paulo, Atlas, 1990.
  146. LEVY, AR. *Competitividade organizacional: decisões empresariais para uma nova ordem econômica mundial*. São Paulo, Makron, 1992.
  147. LEWIS, J. D. *Alianças estratégicas: estruturando e administrando parcerias para o aumento da lucratividade*. São Paulo, Pioneira, 1992.
  148. LICHENTSTEIN, N.B. *Patologia das construções - procedimento para diagnóstico e recuperação*. São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1986. (BT/PCC/06).
  149. LIMA, A. S. *Redução de custos na construção civil: uma visão mais ampla*. São Paulo, SindusCon-SP, 1995.
  150. LIMA Jr., J. R. *BDI nos preços das empreitadas: uma prática frágil*. São Paulo, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1993 (BT/PCC/95).
  151. LOWES, G. *The realities and potential problems of practice in trying to design with quality for value*. In: Transactions of Design: Quality: Cost: Profit Conference. Portsmouth Polytechnic, 29<sup>th</sup> Nov. - 1<sup>st</sup> Dec, 1984, p. 264-268.
  152. McKENNA, R. *Estratégias de marketing em tempos de crise*. 5<sup>a</sup> ed., Rio de Janeiro, Campus, 1989.
  153. McKENNA, R. *Marketing de relacionamento: estratégias bem sucedidas para a era do cliente*. Rio de Janeiro, Campus, 1993.
  154. MAFFEI, C.A.A. Casas baratas ou casas de baixo custo? *Téchne*, nº 1, p. 24-25, nov./dez. 1992.
  155. MAGALHÃES, L. Uma revolução nos padrões de consumo. *Gazeta Mercantil*, São Paulo, 22 de janeiro de 1996, p. C-4.
  156. MAGALHÃES, L. Projetos adequam-se à realidade do mercado. *Gazeta Mercantil*, 7-9/10/1994, p. 5 (Caderno-Fim-de-Semana).
  157. MAINSTONE, R. J.; BIANCO, L. G. ; HARRISON, H.W. *Performance parameters and performance specification in architectural design*. Garston, Building Research Station,

Current Paper 23, 1969.

158. MARINHO, G.
159. MARQUARDT, D. et al. Visão 2000 - uma estratégia para a implementação das normas internacionais na área da qualidade na década de 90. [Rio de Janeiro], ABNT/CB-25, Nov. 1992 (xerografado).
160. MARKUS, T.A. Can buildings generate profit, and, if so, for whom? In: *Transactions of Design: Quality: Cost: Profit Conference*. Portsmouth Polytechnic, 29<sup>th</sup> Nov. - 1<sup>st</sup> Dec, 1984, p.60-69.
161. MARTINEZ, C. Setor imobiliário parado. *Gazeta Mercantil*, 23-24/09/1995.
162. MARTHUR, K.; McGEORGE, D. An integrated decision making environment for cost vs quality control. In: BEZELGA, A. ; BRANDON, P.S. *Management, Quality and Economics in Building*. Transactions of the European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing and other building sector. E. & F.N. Spon, Lisbon, 30 Sep. - 4 Oct. 1991, p. 757-766.
163. MAS - MINISTÉRIO DA AÇÃO SOCIAL. *Programa Nacional de Tecnologia da Habitação - PRONATH*. Brasília, Secretaria Nacional de Habitação, 1991.
164. MATTAR, F. N. *Pesquisa de marketing*. São Paulo, Atlas, v.1,1995.
165. MATTAR, F.N. *Pesquisa de marketing*. São Paulo, Atlas, v.2, 1996.
166. MAWAKDIYE, A. Qualidade. *Téchne*, nº 7, Nov./Dez. 1993, p. 18-19.
167. MAWAKDIYE, A. 1995 a (mudanças tecnológicas em partes que tem mais impacto) - *Téchne*
168. MAWAKDIYE, A. Perché no? *Construção São Paulo*, 14/08/95, nº 2479, p. 5-7 (b)
169. MAWAKDIYE, A. Sistemas prediais - a fonte secou. *Téchne*, nº 21, Mar/Abr. 1996, p. 14-17. (a)
170. MAWAKDIYE, A. ISO 9002 - o desafio da qualidade. *Construção São Paulo*, nº 2504, 5/02/96, p. 4-8 (b).
171. MBES - MINISTÉRIO DO BEM-ESTAR SOCIAL. *Instrução normativa nº 4 - exigências técnicas para aprovação de sistemas e componentes construtivos nos programas da Secretaria de Habitação*. 23/06/1993.
172. MEDEIROS, H. Revestimentos cerâmicos - Rumo ao mundo. *Téchne*, nº 8, jan./fev 1994, p. 11-16.
173. MEDEIROS, H. A difícil estrada da qualidade. *Téchne*, nº 11, Jul/Ago. 1994, p. 33-37.
174. MELHADO, S.B. *Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção*. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
175. MILONE, G.; ANGELINI, F. Estatística geral. São Paulo, Atlas, v.2, 1993.
176. MITIDIERI FILHO, C. V.; SOUZA, R. Avaliação de desempenho de sistemas construtivos destinados à habitação popular: aplicação prática (1ª e 2ª partes). In: *Tecnologia de Edificações*. São Paulo, Pini/IPT - Divisão de Edificações, 1988, p.143-148; 149-152.
177. MONTEIRO, M.A. O desafio de erguer prédios de grande porte com baixos custos de

- manutenção. *Gazeta Mercantil*, 4/05/1993.
178. MONTEIRO, N. O passaporte da Inepar. *Gazeta Mercantil*, 10/05/1995, p. 7 (Relatório ISO 9000).
  179. MORTON, C.W. Value engineering and its application to rhe construction industry. In: *BRANDON, P. Building cost modelling and computers*. Transactions of the Building Cost Research Conference. University of Salford. London, E. & F. N. Spon, 8-10 Jan. 1987, p. 31-40.
  180. MOURA, M. Melhorias que todos percebem. *Gazeta Mercantil*, 21-23/06/1996, p. 3 (Relatório Conquista da Qualidade).
  181. MUNDO CERÂMICO. *Empresas investem no exclusivo*. São Paulo, nº 8, Jul/Ago 1995, p. 10-11.
  182. MUNDO CERÂMICO. *Santa Gertrudes - Aberta para balanço*, nº 8, Jul./Ago. 1995, p. 28-30.
  183. MUNDO CERÂMICO. *Como ser competitivo?*, nº 8, Jul./Ago. 1995, p. 14-16.
  184. MUSA, E. A invasão americana e as possíveis linhas da nossa defesa. *Projeto/Design*, nº 194, Mar. 1996.
  185. NBRI - NATIONAL BUILDING RESEARCH INSTITUTE. *CIB W 60 -Minutes of meeting in Athens*. Technion, Nov. 1992.
  186. NORWEGIAN BUILDING RESEARCH INSTITUTE. *Quality Management - a challenge for the building industry*. Oslo, 1989.
  187. O'BRIEN, J.J. *Value analysis in design and construction*. New York, McGraw-Hill, 1976.
  188. O EMPREITEIRO. *Construindo com programa de qualidade - São Paulo Market Place*. nº 320, Mar. 1995, p. 24-34.
  189. OLIVEIRA, M. et al. *Sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil: manual de utilização*. Porto Alegre, SEBRAE-RS, 1995.
  190. ORICOLLI, S. Cimento Rio Branco lançará argamassa para uso industrial. *Gazeta Mercantil*, 1996.
  191. ORNSTEIN, S.; CRUZ, A.O. O projeto arquitetônico da habitação popular: insumos para a análise do desempenho funcional com base na avaliação pós-ocupação da autoconstrução. In: *Anais do ENTAC 95 - - Qualidade e Tecnologia na Habitação*, ANTAC/UFRJ/UFF, Rio de Janeiro, 20-22 de nov.de 1995, p. 217-222.
  192. PASTOR, L. A Maria mais temida de Brasília. *Gazeta Mercantil*, 30/07/1993.
  193. PAULINO, A.A.D; FREITAS, A. A. F.; HEINECK, L. F. Metodologia para avaliação da hierarquia dos atributos imobiliários segundo a visão de valor dos clientes. In: *Anais do ENTAC/95 Qualidade e Tecnologia na Habitação*. Rio de Janeiro, ANTAC/UFRJ/UFF, 20-22 de nov. de 1995, p. 325-330.
  194. PBQP - PROGRAMA BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE. *Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade*. [Brasília], 1990, (Documento de lançamento).
  195. PBQP - PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE - PBQP. Subprograma setorial da qualidade e produtividade - Indústria da Construção Civil - Termo de referência. Fev. 1992.

196. PEDERSEN, D.O. Building planning with value analysis. *The Danish Building Research Institute*. Translaction of the Direction nº 107, Dec. 1976.
197. PICCHI, F.A. *Impermeabilização de coberturas*. São Paulo, IBI/Pini, 1986.
198. PICCHI, F.A..*Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios*. São Paulo, 1993. 2 v, 462 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
199. PINTO, T.P. *Perdas de materiais em processos construtivos tradicionais*. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 1989.
200. PINTO, T.P. 1995. *De volta à questão do desperdício*. *Construção São Paulo*, nº 2491, 6/11/1995, p. 18-19.
201. PORTER, M. E. *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 5ª ed., Rio de Janeiro, Campus,1991.
202. PORTER, M.E. *A vantagem competitiva das nações*. Rio de Janeiro, Campus, 1993.
203. PORTER, M.E. *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro, Campus, 1992.
204. PORTO, C.; BUARQUE, S. *Macrocenários e tendências mundiais e nacionais no horizonte 1996/2010*. Rio de Janeiro, Jan. 1996 (xerografado).
205. PORTO ALEGRE. *Lei Complementar nº 284*. 27/10/92.
206. REBOUÇAS, L. Número de empresas com ISO dobra a cada ano. *Gazeta Mercantil*, 10/05/1995, p. 1 (Relatório ISO 9000).
207. REVISTA INMETRO. *O novo Sistema Brasileiro de Certificação*, v.1, nº 1, Jul./Set. 1992, p. 16-19.
208. REVISTA OBRA. *Um novo patamar para a qualidade na construção*, nº 36, Maio 1992, p. 14.
209. REVISTA OBRA. *Projetos se adaptam aos tempos de crise*, nº 57, abr. 1994, p.21-24.
210. REVISTA OBRA. *Qualidade na construção - acordos de cooperação técnica buscam aperfeiçoamentos na cadeia produtiva*, nº 77, Mar. 1996, p.
211. REYGAERTS, J.G.; GASPER, M.B. ; DUTORDOIR,C. *1.200 Problems*. CSTC Revue, Bruxelles, (3): 2 - 6, Sept. 1976.
212. RIBEIRO, I. Agindo para conter desvios. *Gazeta Mercantil*, 21-23/06/1996, p. 8 (Relatório Conquista da Qualidade).
213. ROCHA, S. Implosão de verbas. *Construção São Paulo*, nº 2256, p. 4-9, 6/05/1991.
214. ROCHA, S. Impermeabilização - barreira das águas. *Téchne*, nº 17, Jul./Ago 1995.
215. ROMERO, M. A. Avaliação pré-projeto (APP): conceitos e aplicabilidade na área de conservação de energia em edifícios. In: *Anais do ENTAC 93: Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações*. São Paulo, ANTAC/EPUSP/IPT, 17-19 de nov., 1993, v.2, p. 757-768.
216. ROSSO, S. A gravidade como aliada. *Téchne*, nº 12, Set./Out. 1994, p. 38-41.
217. ROSSO, T. *Racionalização da Construção*. São Paulo, FAU/USP, 1980.
218. RUST, R. et al. *Mensurando o impacto financeiro da sua empresa: questões para a qualidade*.

- Rio de Janeiro, Qualitymark, 1994.
219. SAATY, T.L. *Método de análise hierárquica*. São Paulo, Makron, 1991.
  220. SABBATINI, F.H. *Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos - formulação e aplicação de uma metodologia*. São Paulo, 1989. Tese (Doutorado), Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.
  221. SAFFARO, F.A. *O uso do computador na orçamentação e controle de custos na construção*. Porto Alegre, 1988. Dissertação (Mestrado), CPGEC/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  222. SANTANA, M. J. A. Análise de desempenho de casas populares em um campus experimental. In: *Anais do I Simpósio Internacional sobre Produção e Transferência de Tecnologia em Habitação: da pesquisa à prática*. São Paulo, 6-10 de abril, 1987, p. 197-211.
  223. SANTANA, M.J. A. *Metodologia para seleção de tecnologias apropriadas para provimento de bens e serviços habitacionais em áreas peri-urbanas*. São Paulo, 1995, Tese (Doutorado), Escola Politécnica - Universidade de São Paulo.
  224. SANTOS, I.S.; SILVA, N. W. Tijolos e blocos cerâmicos: um diagnóstico na região do Vale do Rio dos Sinos. *Téchne*, nº 15, Mar./Abr. 1995, p. 22-23.
  225. SÃO PAULO. *Lei nº 11.228 (Código de Obras e Edificações)*. 25/06/1992.
  226. SCARDOELLI, L. S. et al. *Melhorias de qualidade e produtividade - iniciativas das empresas de construção civil*. IV Seminário Qualidade na Construção Civil, Porto Alegre, 17-18 de outubro de 1994.
  227. SCHMITT, C.M. *Orçamento de edificações residenciais: método sistematizado para levantamento de dados em planta e cálculo de quantitativos*. Porto Alegre, 1987. Dissertação (Mestrado), CPGEC/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  228. SCHUCHOVSKI, J.L. Conceito e preconceito: sem distinguir entre perda e desperdício é impossível entender. *Construção São Paulo*, nº 2486, 2/10/95, p. 14.
  229. SEELEY, I. *Building economics*. 2<sup>nd</sup>. ed., London, McMillan, 1976.
  230. SENAI - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. *Estudo setorial da construção civil - características estruturais do setor*. Rio de Janeiro, 1995 (Projeto estratégico NA, 011 - Documento 1).
  231. SILVA, A. Fabricante de tubos tenta evitar punição da SNDE. *Gazeta Mercantil*, 8/5/1992.
  232. SILVA, E. Sobre a renovação do conceito de projeto arquitetônico e sua didática. In: COMAS, C.E. (org.). *Projeto arquitetônico: disciplina em crise, disciplina em renovação*. São Paulo, Projeto, 1986.
  233. SILVA, M.A.C. Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção de empresas de edificações. Porto Alegre, 1986. Dissertação (Mestrado), CPGEC/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
  234. SILVA, M.A.C. Alternativas tecnológicas à produção habitacional: a racionalização como fator de competitividade. In: *Anais do III Simpósio de Desempenho de Materiais e Componentes de Construção Civil*. Florianópolis, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 30-31 de outubro de 1991, p. 13-20.



235. SILVA, M.A.C. Estratégias competitivas na indústria da construção civil. In: Anais do ENTAC 95 - *Qualidade e Tecnologia na Habitação*. ANTAC/UFRJ/UFF. Rio de Janeiro, 20-22 de nov. 1995, v. 1, p. 97-102 (a).
236. SILVA, M.A.C. Elementos para uma metodologia de gestão da qualidade do projeto. In: *Anais do Workshop "Qualidade do Projeto"*. São Paulo, EPUSP, 1º/06/1995 (b)
237. SILVA, M.A.C. Metodologia de gestão da qualidade no processo de elaboração de projeto de edificações. In: Anais do ENTAC 95 - - *Qualidade e Tecnologia na Habitação*. Rio de Janeiro, ANTAC/UFRJ/UFF, 20-22 de nov. de 1995, v.1, p.55-60(c)
238. SILVEIRA, J.P. Normas - competitividade das empresas. *Gazeta Mercantil*, 23-25/11/1991.
239. SINDUSCON-SP, SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO. *Documento de propostas do Grupo de Tecnologia da Câmara Setorial da Construção Civil*. São Paulo, Maio/1993.
240. SINDUSCON-SP, SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO. *Sumário Econômico*. São Paulo, SindusCon-SP, Setor de Economia, Ago. 1995.
241. SINDUSCON-SP, SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO. *O papel dos revestimentos cerâmicos na racionalização da construção*. São Paulo, 1996 (a). (Relatório de reunião de trabalho, xerografado).
242. SINDUSCON-SP, SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO. *O papel das instalações hidráulicas prediais na racionalização da construção*. São Paulo, 1996 (b). (Relatório de reunião de trabalho, xerografado).
243. SINDUSCON-SP, SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE SÃO PAULO. *Desperdício na construção*: relatório de um seminário. São Paulo, 1996 (c).
244. SIVALOGANATHAN, N.F.O et al. Design function deployment: a design system for the future. *Design Studies*, v. 16, nº 4, Oct. 1995, p. 447-470.
245. SYMANSKI, R. O time está unido. *Construção São Paulo*, nº 2504, 5/02/96, p. 12-13 (a).
246. SYMANSKI, R. Profusão de capitais. *Construção São Paulo*, nº 2517, 6/05/1996, p. 4-9.
247. SOARES, E. Produtores de cal tentam resgatar a imagem do produto. *Revista ANAMACO*, nº 49, Dez. 95/Jan. 96, p. 94-100. (a)
248. SOARES, E. Lojistas entram na era do telemarketing. *Revista Anamaco*, nº 45, Ago. 1995, p. 12-21 (b).
249. SOLDERA, A. M. Verdades e mentiras sobre o desperdício (ou seria perda?). *Indústria imobiliária - Produção & Mercado*, nº 42, Mar 1995, p. 15-16.
250. SOUSA, M. O fiel da balança: engenharia de valores reduz custos e prazos. *Construção São Paulo*, nº 2229, 29/out./1990.
251. SOUSA, M. Energia - Não jogue fora, conserve. *Téchne*, nº 12, Set./Out. 1994, p. 15-20.
252. SOUSA, M. Sistemas construtivos - Dentro da concha. *Téchne*, nº 17, Jul./Ago 1995, p. 38-40.
253. SOUZA, R. *A contribuição do conceito de desempenho para a avaliação do edifício e suas partes: aplicação às janelas de uso habitacional*. São Paulo, 1983. Dissertação (Mestrado),

Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

254. SOUZA, R. Paris, um breve diário de bordo. *Revista Obra* (Planejamento & Construção), nº 75, dez.1995/Jan. 1996, p. 46.
255. SOUZA, R; MEKBEEKIAN, G. Metodologia de gestão da qualidade em empresas construtoras. *Anais do ENTAC 93 - Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações*. São Paulo, ANTAC/EPUSP/IPT, 17-19/11/1993, v.2, p. 591-600.
256. SOUZA, R; MEKBEEKIAN, G. Entraves comportamentais e de gestão na implantação de sistemas da qualidade em empresas construtoras. In: *Anais do ENTAC 95 - Qualidade e Tecnologia na Habitação*. ANTAC/UFRJ/UFF, Rio de Janeiro, 20 - 22 de nov./1995, p. 237-242.
257. SOUZA; R. SILVA, M.A.C.(coord.). *Estudo da competitividade da indústria brasileira: nota técnica do complexo de materiais de construção*. Campinas, Finep/Unicamp/UFRJ/FDC, FUNCEX, 1993.
258. SPEKKNINK, D. Architect's and consultant's quality management system. *Building Research and Information*, v. 23, n. 2, Mar./Apr. 1995, p.98-105.
259. STONE, P.A. *Building design evaluation - costs-in-use*. 3<sup>rd</sup>. ed., London, E & F.N.Spon, 1980.
260. SULLIVAN, B. J. *Industrialization in the building industry*. New York, Van Nostrand, 1980.
261. SZÖKE, K. ; DANDRI, G. Value analysis/engineering in construction practice. In: *Transactions of "Symposium Quality and Cost in Building" - The principles and techniques of value analysis applied to building*". Lausanne, Institut de Recherche sur l'environnement construit. 15-18 Sept. 1980, v. II, p. 01-42.
262. TATUM, C.B. et al. *Constructability improvement during conceptual planning*. Stanford, Construction Industry Institute, March 1986.
263. TIBIRIÇÁ, A.C. *Edificações: proposta de metodologia de valores e desempenho*. Florianópolis, 1988. Dissertação (Mestrado), Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina.
264. TINKER, J. A. Conservação de energia em edifícios comerciais: índices energéticos na Inglaterra. São Paulo, EPUSP, 15/07/1993 (Notas de palestra proferida, xerografado).
265. TONARELLI, P. et al. Technical and economic design support system in construction within the context of concurrent engineering. *Building Research and Information*, v. 23, n. 6, Nov./Dez. 1995, p. 324-339.
266. TORRES, N. A. *Competitividade empresarial com a tecnologia de informação*. São Paulo, Makron, 1995.
267. TREHIN, C. Qualitel method and label. In: BEZELGA, A. ; BRANDON, P.S. *Management, Quality and Economics in Building*. Transactions of the European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing and other building sector. E. & F.N. Spon, Lisbon, 30 Sep. - 4 Oct. 1991, p 914-919.
268. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. *Anais do Seminário sobre "Manutenção de edifícios"*. Porto Alegre, 22-23 de setembro, 1988.
269. VAN NULAND, Y. The new common language for 12 countries. *Quality Progress*, Milwaukee, v. 23, nº 6, June 1990, p. 40.

270. VANNUCCHI, G. Que projeto? *Construção São Paulo*, nº 2467, 22/05/95, p. 13-14.
271. VERAS, M.P.B. Os impasses da crise habitacional em São Paulo ou os nômades urbanos no limiar do século XXI. *Revista São Paulo em Perspectiva*, 1(1), Abr./Jun. 1987, p. 40-58.
272. YAZBEK, R. Governo deve mais atenção ao setor. *O Estado de São Paulo*, [1995].
273. ZACARELLI, S.B. A moderna estratégia nas empresas e o velho planejamento estratégico. *RAE Light*, v.2., nº 5, p. 21-26, 1995 (a).
274. ZACARELLI, S.B. A nova ideologia da competição. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, v. 35, nº 1, Jan./Fev. 1995, p. 14-21 (b).
275. ZUBOFF, S. Automatizar/informatizar: as duas faces da tecnologia inteligente. *RAE - Revista de Administração de Empresas*, v. 34, nº 6, p. 80-91.
276. WALLACE, K.; BURGUESS, S. Methods and tools for decision making in engineering design. *Design Studies*, v. 16, n. 4, Oct. 1995, p. 429-446.
277. WEINSTEIN, A. *Segmentação de mercado*. São Paulo, Atlas, 1996.
278. WELLS, M. Cimbagé nega que pratique vendas casadas. *Gazeta Mercantil*, 20/08/1993.
279. WISE, D. Informing design decisions. In: *Transactions of Design: Quality: Cost: Profit Conference*. Portsmouth Polytechnic, 29<sup>th</sup> Nov. - 1<sup>st</sup> Dec, 1984, p. 70-80.
280. WOOD Jr., T.; URDAN, F.T. Gerenciamento da qualidade total: uma revisão crítica. *RAE-Revista de Administração de Empresas*. São Paulo, v. 34, nº 6, Nov./Dez 1994, p. 46-59.
281. WONNACOTT, P; WONNACOTT, R. *Economia*. 2ª ed, Makron, São Paulo, 1994.

## **ANEXOS**







