

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

METHODOLOGY FOR TECHNOLOGICAL SELECTION IN BUILDING

PRODUCTION USING THE LIFE-CYCLE COSTS CONCEPT

MARIA ANGÉLICA COVELO SILVA

ALEX KENYA ABIKO

The selection of technological alternatives for the conception and development of building projects has become an increasingly complex decision for promoters, designers and building contractors.

The variables of the decision making process were identified in this paper 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. The main goal was to develop a model to aid decision-makers with approaches that, until now, 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 their life-cycle, focusing housing construction. The methodology establishes a model of an information system shared among the agents which develop instruments to define performance criteria of the building products during their life-cycle. This includes the economical performance, in other words, their performance referring to the costs of operation and maintenance activities.

Keywords: Building, Life-Cycle Costs, Technological Selection

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.

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 neste trabalho 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.

Palavras-Chave: Construção Civil, Custos ao Longo da Vida Útil, Seleção Tecnológica

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.

As transformações no processo de produção da indústria da construção civil 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, visando 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. 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, isto é, os usuários finais.

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, com a abordagem de Michael Porter (PORTER, 1991; PORTER, 1992) que começou a chegar à indústria da construção civil somente no início dos anos 90.

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.

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).

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 - por meio de fatores que agregam valor segundo a percepção dos clientes. Parte destes fatores está relacionada 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), 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 1

EXEMPLOS DE DECISÕES DE INVESTIMENTOS EM EMPREENDIMENTOS DE EDIFICAÇÕES

- Tipo de Decisão: Aceitação ou rejeição
Um determinado sistema de aquecimento de água é efetivamente econômico*?
O sistema de “sprinklers” para combate a incêndio é efetivamente econômico?

QUADRO 1 (CONT.)

EXEMPLOS DE DECISÕES DE INVESTIMENTOS EM EMPREENDIMENTOS DE EDIFICAÇÕES

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?

- Tipo de Decisão: Projeto

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?

- Tipo de Decisão: 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?

- Tipo de Decisão: 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).

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) disponíveis no mercado.

Cabe então distinguir a seleção tecnológica da especificação de materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas. A *seleção* 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, 1995).

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. 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. 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.

3 APLICAÇÕES E USUÁRIOS DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA

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, conforme apresentado no Quadro 2.

QUADRO 2

APLICAÇÕES, USUÁRIOS E OBJETIVOS DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA

APLICAÇÃO/USUÁRIO	OBJETIVO DA APLICAÇÃO
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	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.
Definição e planejamento de programas habitacionais promovidos pelo Estado	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. 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.
Desenvolvimento do projeto - Projetistas: Arquitetura; Estruturas; Vedações; Sistemas prediais; Paisagismo; Impermeabilização	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.
Desenvolvimento dos produtos, "marketing" e assistência técnica - Fabricantes de materiais, componentes, elementos, subsistemas e sistemas construtivos	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.

O enfoque da metodologia é de estabelecimento de condições para comunicação e integração do processo produtivo visando um "domínio coletivo" do processo de produção, conforme a análise desenvolvida 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 detém 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.

4 O MODELO GERAL DA METODOLOGIA DE SELEÇÃO TECNOLÓGICA

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 proposta deste trabalho é a de incorporar, num modelo único, aspectos novos do tratamento até então atribuído ao problema, como: 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.

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 por meio 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

Trata-se de 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 final 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.

5 A ESTRUTURA DO SISTEMA DE INFORMAÇÃO

O sistema de informação da metodologia é organizado em módulos, que foram elaborados seguindo-se a lógica da organização do mercado e dos processos de trabalho dos agentes envolvidos, introduzindo-se 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 detalhamento do sistema de informações é apresentado nos quadros 3 a 8 ao final do texto, num formato resumido, com a caracterização detalhada das informações que compõem cada módulo e, resumidamente, os respectivos métodos de coleta. Alguns comentários são necessários sobre a estrutura proposta:

- Segmento de mercado

Os segmentos de mercado definidos segundo os dados do Quadro 3 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.

- Estratégias competitivas

São definidoras de diretrizes para a seleção tecnológica, na medida em que determinam prioridades quanto aos 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.

- Necessidades dos clientes externos

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.

- 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.

- 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.

- Características das alternativas

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.

O sistema de informações terá sempre como base os seis módulos, porém 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 TRATAMENTO DOS DADOS

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 reflète 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 9 apresentado ao final do texto apresenta a estrutura de indicadores e requisitos propostos para a metodologia como caracterização das necessidades decorrentes do segmento de mercado.

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 considerando-se apenas 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.

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.

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. Isto envolve a atualização financeira, considerando-se índices convenientes para medir a evolução dos preços envolvidos em função de sua natureza. 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.

7 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 10 apresentado ao final do texto 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.

8 PROCEDIMENTOS PARA A APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE CUSTOS AO LONGO DA VIDA ÚTIL SEGUNDO A NORMA ASTM E 917-89

Para o tratamento dos custos ao longo da vida útil os procedimentos especificados pela norma

ASTM E 917-89 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;

7 As definições básicas a que se refere a norma referem-se aos seguintes aspectos:

- utilização do método com custos expressos periodicamente (em base anual, por exemplo) ou como custos expressos em forma de total do período de estudo;
- período de estudo desejado;
- consideração de inflação;
- taxas de desconto a serem utilizadas;
- abrangência;
- renda ou preço de revenda proporcionado pela edificação
- dados de custos.

Para essas definições são apresentadas as seguintes diretrizes:

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;
- 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;
- 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;
- Para ocupantes de imóveis comerciais o estudo deverá cobrir a vida útil da edificação e de seus subsistemas;
- 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.

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.

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.

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.

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.

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 apresentada 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, isto é, 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).

Para a elaboração de estimativas em que são usados valores a moeda constante, deve-se utilizar a taxa real de desconto, isto é, 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).

obtida a partir da seguinte expressão:

$$r = -1 \frac{1+i}{1+I} \quad \text{ou} \quad (1+r)(1+I) - 1$$

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 ASTM 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, 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. 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 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 em que há uma atitude neutra do tomador de decisão em relação ao risco podem dispensar uma análise sofisticada de risco e incerteza.

9 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 é decorrente 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:

- Estabelecimento dos critérios de decisão - indicadores e requisitos estabelecidos no sistema de informações;
- Definição de uma ordem de "desejabilidade" para os critérios;
- Caracterização das alternativas segundo os critérios definidos;
- 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;
- 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;
- 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. As três principais correntes conceituais são: a teoria da utilidade por multi-atributos; o processo analítico-hierárquico; e o método de apoio à decisão multicritério. 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).

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 eles. 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:

- 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;
- Análise dos critérios estabelecidos visando a simplificação por meio da eliminação de critérios que possam estar abrangidos em outros critérios;
- Atribuição da “utilidade” de cada critério, ou seja, o valor do indicador ou requisito que se coloca como meta;
- 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 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, aos pares.

10 AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DOS CLIENTES INTERNOS E EXTERNOS

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 dos clientes internos e externos, visando a retroalimentação dos indicadores e requisitos que direcionam a escolha e a avaliação sobre a eficácia da modelagem. Assim este processo de avaliação requer os seguintes procedimentos: a) 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; b) verificação da existência de outras implicações para o processo de projeto não incorporadas pela metodologia; c) 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; d) Aplicação de mecanismos de retroalimentação formal aos fornecedores e agentes envolvidos; e) 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; f) aplicação de mecanismos de retroalimentação aos fornecedores e agentes envolvidos.

11 CONCLUSÕES

O trabalho buscou a fundamentação teórica de uma nova ideologia da competição, em cujas estratégias está inserida toda a abordagem de gestão da qualidade. A metodologia de seleção tecnológica proposta 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.

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 foi 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 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.

Foi evidenciada no trabalho 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 proposta 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, mediante estratégias específicas de competição.

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.

12 QUADROS DE REFERÊNCIA

QUADRO - 3 MÓDULO 1

SEGMENTO DE MERCADO

Natureza/Características das Informações	Fontes/Métodos de Coleta	Estrutura básica de Informação
1. Variáveis de segmentação	<p>Fontes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. Métodos de coleta: • estágio de levantamento: 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. 	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	<ul style="list-style-type: none"> • estágio de análise: 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. 	Segmentos definidos segundo sua denominação e descrição.
3. Segmento(s)-alvo(s)	<ul style="list-style-type: none"> • estágio de desenvolvimento do perfil: 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. 	Segmento(s)-alvo(s) para o empreendimento em questão.

QUADRO 4 - MÓDULO 2

ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS

Natureza/Características das Informações

Estratégia genérica dos agentes que influem na tomada de decisão envolvida na seleção tecnológica - agente promotor/proprietário da obra; projetista; executor.

Estratégias de: liderança por custo; diferenciação; enfoque

Fontes/Métodos de Coleta

Fontes: documentos resultantes de planejamento estratégico de cada agente ou definição estratégica individualizada para o empreendimento.

Método de coleta: 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.

Estrutura Básica de Apresentação

Indicação da estratégia genérica e sua descrição conforme conceituação apresentada no capítulo 2.

Estratégia detalhada segundo a estratégia genérica adotada

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?

Liderança em custo: áreas essenciais para atingir a liderança em custo segundo uma análise de Pareto sobre a natureza dos custos; 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).

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.

Estratégias dos principais concorrentes: genéricas e detalhadas

Identificação dos principais concorrentes segundo o segmento de mercado; caracterização dos seus produtos e de suas estratégias.

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.

QUADRO 5 - MÓDULO 3

NECESSIDADES DOS CLIENTES EXTERNOS

Natureza/Características das Informações

Exigências de desempenho:

- Estabilidade estrutural
- Segurança ao fogo
- Segurança ao uso
- Estanqueidade
- Conforto higrotérmico
- Pureza do ar
- Conforto acústico
- Conforto visual
- Conforto tátil
- Conforto antropodinâmico
- Higiene
- Adequabilidade a usos específicos
- Durabilidade
- Economia

Necessidades decorrentes das características do segmento de mercado, associadas aos fatores:

- Culturais: cultura, subcultura e classe social;
- Sociais: grupos de referência; família; papéis e posições sociais;
- Pessoais: idade e ciclo de vida; ocupação; condições econômicas - renda e poder aquisitivo; empregabilidade; estilo de vida; personalidade e autoconceito;
- Psicológicos: Motivação; percepção; aprendizado; crenças e atitudes.

Necessidades decorrentes do ambiente externo
Características da conjuntura econômica; sistema regulatório da atividade de construção

Fontes/Métodos de Coleta

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";

Dados históricos de avaliações pós-ocupação e assistência técnica pós-venda

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

Caracterização dos fatores críticos de sucesso por meio de pesquisas específicas

Índices econômico-financeiros; restrições e normas que regulam a atividade de construção. Por exemplo: exigências ambientais. Análise dos concorrentes segundo levantamento planejado com a identificação segundo os fatores críticos de sucesso

Estrutura Básica de Apresentação

Requisitos de desempenho.

Critérios para seleção dos requisitos de desempenho - requisitos essenciais e requisitos complementares.

Indicadores de desempenho esperado -inclusive indicadores econômicos (custos iniciais, custos de operação, custos de manutenção).

Descrição das necessidades decorrentes das características do segmento de mercado

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.

QUADRO 6 - MÓDULO 4

NECESSIDADES DOS CLIENTES INTERNOS

Natureza/Características das Informações

Critérios para a gestão da qualidade e produtividade nos processos construtivos
Padrões de parâmetros de projeto utilizados pela empresa construtora classificados segundo os subsistemas construtivos;
Descrição de produtos adotados de forma padronizada quando houver;
Exigências de normas técnicas que definem restrições ou limites para a seleção tecnológica.

Custos iniciais - aquisição, aplicação/ execução dos serviços;
Custos de operação e de manutenção - limpeza e conservação, segurança, administração, reparos, consumo de energia (eletricidade, gás), consumo de água, substituição.
Parâmetros do processo de produção: indicadores de qualidade e produtividade desejados.

Qualidade e produtividade do processo de elaboração do projeto
Necessidades de integração entre subsistemas definidos por outros projetistas

Competitividade

Características dos concorrentes
Vantagens competitivas possíveis diante dos concorrentes
Posicionamento competitivo

Fontes/Métodos de Coleta

Sistema de gestão da qualidade da empresa construtora
Estabelecimento de parâmetros de projeto em função da tipologia a ser produzida;

Padronização de produtos a partir de integração com fornecedores, considerando as características de tipologia e as necessidades dos clientes externos.

Dados históricos de obras semelhantes; fornecedores de produtos e serviços;

Dados resultantes de Avaliação Pós-Ocupação e de banco de dados de assistência técnica pós-venda

Requisitos definidos pelos projetistas

Levantamento sobre as estratégias dos concorrentes e características de seus produtos

Estrutura Básica de Apresentação

Parâmetros descritivos e quantitativos organizados segundo os subsistemas construtivos.

Características de produtos padronizados segundo requisitos de desempenho.

Indicadores de custos iniciais
Indicadores de custos de operação e manutenção

Requisitos descritivos

Características dos produtos dos concorrentes: identificação das características dos concorrentes quanto aos fatores críticos de sucesso; estratégias dos concorrentes quanto aos produtos

QUADRO 7 - MÓDULO 5

CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO-EDIFÍCIO

Natureza/Características das Informações

Tipologia construtiva - número de pavimentos; número de unidades privativas
Áreas privativas e coletivas
Equipamentos coletivos e individuais
Padrão de acabamento

Fontes/Métodos de Coleta

Concepção de projeto

Estrutura Básica de Apresentação

Fichas compostas de dados quantitativos e apresentação gráfica

QUADRO 8 - MÓDULO 6

CARACTERÍSTICAS DAS ALTERNATIVAS

Natureza/Características das Informações

Desempenho: segundo os requisitos que dizem respeito ao produto em questão;
Custos: de aquisição; de aplicação; de operação e manutenção
Produtividade: segundo as operações que os produtos geram

Fontes/Métodos de Coleta

Informações fornecidas pelos respectivos fabricantes a partir de ensaios e avaliação dos produtos em uso por meio de dados históricos

Informações obtidas junto a amostra de usuários mediante metodologia de avaliação pós-ocupação.

Dados históricos de execução de obras

Estrutura Básica de Apresentação

Indicadores de desempenho
Indicadores de custos iniciais, de operação e de manutenção
Indicadores de produtividade

QUADRO 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

Preços de mercado desejáveis para a unidade em função da capacidade de pagamento do segmento-alvo (comprometimento da renda);
Impacto do preço do item específico objeto da seleção tecnológica no preço global da unidade;
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);
Custos específicos de operação, em forma de limite ou faixa de custo desejado:
- consumo mensal de água
- consumo mensal de energia: gás; eletricidade
- custo mensal de administração
- custo mensal de segurança - equipamentos e pessoal

QUADRO 9 (CONT.)

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

Requisitos para a satisfação de necessidades relativas à adequação ao uso

Requisitos para a satisfação de necessidades relativas às condições de exposição

Descrição

Custos periódicos de conservação: por exemplo - limpeza de fachadas;

Custos de manutenção:

manutenção periódica preventiva, 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

manutenção corretiva: 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

adequação ao uso: substituição/acréscimo de materiais e componentes**; acréscimo de área; conversão ***.

Requisitos quanto à adequação dimensional, física e formal compreendendo:

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;

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.

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;

conforto tátil: evitando o contato da pele com superfícies demasiadamente rugosas, cortantes ou viscosas e com superfícies excessivamente quentes, úmidas ou molhadas.

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.

Requisitos de desempenho relativos a:

Conforto higrotérmico, conforto acústico, conforto visual, durabilidade, estanqueidade à água, segurança estrutural, segurança ao fogo

* 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.

QUADRO 10

INDICADORES E REQUISITOS PARA SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES INTERNOS NA SELEÇÃO TECNOLÓGICA

Formato dos Dados e Informações

Indicadores de custos iniciais

Descrição

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.

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)

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)

Custo inicial esperado de mão-de-obra por unidade executada

Custo inicial esperado de materiais por unidade executada

Custo inicial esperado de equipamentos

QUADRO 10 - INDICADORES E REQUISITOS PARA SATISFAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS CLIENTES INTERNOS NA SELEÇÃO TECNOLÓGICA (cont.)

Formato dos Dados e Informações	Descrição
Indicadores de produtividade global, da mão-de-obra e de equipamentos	Ciclo de produção desejado Produtividade esperada da mão-de-obra: número de horas-homem por unidade produzida Produtividade esperada de equipamentos: número de horas de equipamentos por unidade produzida
Requisitos relativos à qualidade do projeto	Parâmetros padronizados de projeto que afetam diretamente a tecnologia em julgamento Requisitos que se constituem em condição "sine qua non" para o partido de projeto
Requisitos derivados da estratégia competitiva	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.
Requisitos e efeitos indiretos esperados	Sobre as perdas de materiais Sobre o grau de industrialização do processo (ver detalhamento a seguir) Sobre a integração entre subsistemas quanto ao processo de execução Sobre a complexidade de execução

13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Elaboração de projetos de edificações* - atividades técnicas - Procedimento - NBR 13531. Rio de Janeiro, 1995.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM Standards on building economics*. 2nd ed., Philadelphia, March 1992.
- CARDOSO, F. *Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações*. Paris, École Nationale des Ponts et Chaussées - Université Paris Val-del - Marne - CNRS, 6/11/1995 (Notas de palestra).
- CARVALHO, F. M. et al. *Análise e administração financeira*. 2ª ed., Rio de Janeiro, IBMEC, 1985.
- CORBIOLI, N. Empreendimento - Ilha da fantasia. *Construção São Paulo*, 11/09/1995, nº 2483, p. 4-7.
- CTE - CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. *Núcleo Experimental de Tecnologia para Habitação Popular - Avaliação Pós-Ocupação*. São Paulo, dez. 1993, 17 v. (Relatório CTE nº 76/93)
- CTE - CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. *Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras*. São Paulo, SindusCon-SP/Sebrae, 1994.
- 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)
- 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)
- 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.
- 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 - Avanços em tecnologia e gestão da produção de edificações*. São Paulo, ANTAC/EPUSP/IPT, 17-19/11/93, v.1, p. 503-513.
- 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.
- 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.
- 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.
- McKENNA, R. *Marketing de relacionamento: estratégias bem sucedidas para a era do cliente*. Rio de Janeiro, Campus, 1993.
- PORTER, M. E. *Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. 5º ed., Rio de Janeiro, Campus, 1991.
- PORTER, M. E. *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro, Campus, 1992.
- SAATY, T. L. *Método de análise hierárquica*. São Paulo, Makron, 1991.

MARIA ANGÉLICA COVELO SILVA
Doutor em Engenharia Civil/Consultora Sênior do CTE
Centro de Tecnologia de Edificações
R Getúlio Soares da Rocha 104 - -4704-050 São Paulo SP
cte@cte.com.br

ALEX KENYA ABIKO
Doutor em Engenharia Civil
Escola Politécnica da USP/Depto Eng. Civil
Av Prof Almeida Prado s/n - 05508-900 São Paulo SP
alkabiko@pcc.usp.br