



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO TECNOLÓGICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Margaret Souza Schmidt Jobim (1); Geísa Gaiger de Oliveira (2); Marcelo Martins da Rosa (3); Humberto Roman (4)

(1) Departamento de Estruturas e Construção Civil – Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Santa Maria – e-mail: mssjobim@terra.com.br

(2) Faculdade de Arquitetura – Universidade de Cruz Alta – e-mail: ggaiger@uol.com.br

(3) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina – Mestrado em Construção Civil – e-mail: martinsdarosa@yahoo.com.br

(4) Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina – e-mail: humberto@ecv.ufsc.br

RESUMO

A 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 responsáveis pelas tomadas de decisão. Desta forma, a seleção de alternativas tecnológicas na concepção e desenvolvimento de empreendimentos na construção civil tem se caracterizado como um processo decisório de complexidade crescente para agentes promotores, projetistas e contratantes de obras, entre outros. Vários fatores de múltiplas naturezas interferem na análise para a tomada de decisão quanto à escolha de sistemas construtivos, subsistemas, materiais e componentes que envolvem a produção de uma edificação. A seleção tecnológica é definida como parte do processo de produção de edificações, caracterizada como um processo decisório pontual e bem definido que se faz presente em qualquer processo de projeto de produto industrial. O objetivo deste artigo é analisar alguns fatores que interferem na seleção tecnológica. A revisão da bibliografia existente, com as distintas abordagens, fundamenta este trabalho. Conclui-se que a análise das alternativas de sistemas construtivos e materiais disponíveis, independentemente da tecnologia ser considerada inovadora, deve ser analisada sob distintos critérios e em especial atender a determinados requisitos de desempenho, sob pena de comprometer a vida útil das edificações. Sugere-se um sistema de avaliação na seleção desse sistema, analisando-se aspectos relacionados ao planejamento do empreendimento, projeto, execução e avaliação. Finalmente, pretende-se que essa ferramenta auxilie os tomadores de decisão e sirva de motivação ao desenvolvimento de novos estudos sobre seleção tecnológica.

Palavras-chave: seleção tecnológica, construção civil.

ABSTRACT

The evolution of technological knowledge and the changes in the competitive scenery of civil construction industry increases the number of available and reliable alternatives to use for building construction. Therefore, the selection of technological alternatives for the conception and development of enterprising is a decisive process of growing complexity for promoters, designers and contractants of work, and others. Many factors of multiple natures interfere in the analysis of the decision-making, relating to the constructive system choice, subsystems, materials and components. The technological selection is defined as part of the process of buildings production, characterized as a punctual and conclusive process and well defined which is present in any process of industrial product project. The aim of this article is analyze some factors which interfere in the technological selection. It is concluded that the analysis of the alternatives of constructive systems and available materials, independently of the technology being considered innovator, should be analyzed under distinctive criteria. It is also

suggested an evaluation system in the selection of this tool. It is expected that this tool will help to take decision and be a motivation for the development of new studies about technological selection.

Key words: technological selection, civil construction.

1 INTRODUÇÃO

Muito estudadas pelo meio acadêmico a partir da década de 80, possivelmente as manifestações patológicas em geral, revelem uma série de origens para as ocorrências que podem ser reportadas às decisões construtivas tomadas na fase de projeto e à adoção de sistemas construtivos, componentes e materiais baseadas em critérios de ordem econômica apenas. Conforme Silva (2005), a abertura econômica dos anos 90 no Brasil trouxe para o nosso mercado uma série de produtos não usuais, embora largamente utilizados em outros países. Considerando-se que estes produtos tenham uma base tecnológica adequada, ou seja, foram desenvolvidos com forte embasamento de concepção de produtos do ponto de vista industrial e laboratorial, o processo de inserção na cultura construtiva e de uso no Brasil precisa ser avaliado com metodologias adequadas.

A seleção tecnológica pode ser definida como a escolha de um sistema construtivo, subsistema, componente ou material, a partir de um conjunto de alternativas possíveis e respeitando necessidades estabelecidas. Para tanto, é necessário o julgamento segundo critérios pré-definidos. Estes critérios devem abranger o maior número possível de requisitos, permitindo a avaliação de alternativas do ponto de vista dos diversos envolvidos. Pode-se afirmar que o desenvolvimento de metodologias de seleção tecnológica no Brasil é lento, com poucas informações para análises desta natureza.

O objetivo principal deste trabalho é propor uma ferramenta de análise para a seleção tecnológica, aqui apresentada de forma simplificada.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa que demanda uma abordagem teórica sobre seleção tecnológica. A abordagem que norteia a pesquisa implica o tratamento de um conjunto de temas, relativos aos conhecimentos técnicos e tecnológicos, incluindo a base científica envolvida nos processos de avaliação de desempenho.

O método de pesquisa é estruturado a partir da investigação que busca conceituar seleção tecnológica e caracterizar o maior número possível de condicionantes na escolha de determinada tecnologia. A conceituação de seleção tecnológica é realizada por meio do estudo da literatura. O objeto principal desta etapa é esclarecer sobre os conceitos existentes para poder relacioná-los à ferramenta proposta.

A seleção de bibliografia relativa à seleção tecnológica e avaliação de desempenho tem como critério privilegiar os títulos e pesquisas nacionais, dado que a cultura, o ambiente e a articulação dos agentes envolvidos são muito particulares e existem resultados de pesquisas realizadas no país. Entretanto, os trabalhos estrangeiros também são considerados.

Frente às inúmeras variáveis que interferem na seleção tecnológica, este trabalho propõe uma ferramenta de análise e limitada à realidade da indústria da construção civil do Brasil.

3 CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO TECNOLÓGICA – PROPOSTA

A análise das alternativas de sistemas construtivos e materiais disponíveis, independentemente da tecnologia ser considerada inovadora, deve ser analisada sob distintos critérios e em especial atender a determinados requisitos de desempenho, sob pena de comprometer a vida útil das edificações. Entretanto, conforme Silva (2005), o que se observa na prática é, com poucas exceções, uma metodologia ao contrário, ou seja, uma tentativa de adequar soluções disponíveis ou conhecidas às condições do empreendimento, sem que os requisitos tenham sido inteiramente explicitados. Com esta prática, conforme o autor, muitas vezes se deixa de considerar aspectos importantes que só aparecem quando não há mais volta na escolha. Porém, diante de inúmeros requisitos, vários deles de difícil avaliação em função da carência de dados consistentes, como estabelecer critérios de escolha? É

preciso que os envolvidos neste processo (empreendedor, projetistas e responsáveis pelo planejamento e execução da obra) definam ordem de prioridade entre os requisitos, estabelecendo uma ponderação.

A possibilidade de definição de soluções mais adequadas permite uma avaliação “transparente” dos critérios de escolha. Desta forma, metodologicamente, sugere-se que o processo decisório seja embasado em uma análise detalhada dos requisitos a contemplar para, posteriormente, buscar as alternativas que atendam a estes requisitos. A seguir são expostos, discutidos e analisados alguns itens considerados relevantes ao processo decisório da seleção tecnológica. Estes itens são agrupados em quatro fases distintas: **planejamento do empreendimento, projeto, execução e avaliação.**

3.1 Planejamento do empreendimento

É o processo de tornar explícitos os objetivos, metas e estratégias necessários para conduzir o empreendimento com sucesso dentro do seu ciclo de vida. Deve iniciar no planejamento estratégico do negócio e consiste na análise das necessidades da empresa quanto à receita e volume de empreendimentos necessários para dar sustentação e crescimento/desenvolvimento à estrutura empresarial existente. Propõe-se a análise dos critérios a seguir como forma de facilitar a seleção tecnológica no planejamento do empreendimento.

Investimento Inicial - refere-se à disponibilidade de recursos financeiros para a adoção do sistema construtivo, tecnologia ou material em questão. Além disso, considera-se que tecnologias inovadoras nem sempre recebem aprovação de órgãos financiadores, podendo comprometer a continuidade da análise da adoção do sistema construtivo ou material.

Legislação - na análise dos sistemas construtivos, tecnologias ou materiais, as leis (Códigos de obras) devem ser atendidas. Nos últimos tempos, as leis estabelecem critérios de desempenho a serem atendidos, embora ainda existam aquelas baseadas em aspectos dimensionais.

Órgãos Financiadores - alguns sistemas construtivos não são aprovados por órgãos financiadores, ou são impostas certas exigências para sua adoção.

Estratégia Competitiva, Produtiva e Tecnológica da Empresa - as estratégias de uma empresa, conforme Brandão (1997), são traçadas pelas ações dos empresários no direcionamento de seus negócios e estão relacionadas com os objetivos de longo prazo da empresa. Conforme o autor, o conceito de estratégia empresarial ou estratégia competitiva, tem sido ampliado considerando todos os aspectos de relacionamento com o seu meio ambiente. O uso de tecnologia como estratégia pelas empresas significa obter e sustentar vantagens competitivas diante da concorrência.

Prazos - a questão dos prazos é fator decisório na seleção tecnológica, visto que a adoção de determinado sistema construtivo, tecnologia ou material pode interferir nos prazos estabelecidos no planejamento do empreendimento.

Normalização - o atendimento às normas vigentes pode significar a garantia de desempenho da tecnologia adotada ao longo da vida útil do empreendimento. Embora produtos não usuais atualmente no mercado, tenham uma base tecnológica adequada, desenvolvidos com forte embasamento de concepção de produtos do ponto vista da normalização, o processo de inserção na cultura construtiva e de uso no Brasil precisa ser reavaliado e adequado às normas vigentes no país.

Desempenho - cada subsistema construtivo que compõe a edificação contribui com este desempenho a partir de funções específicas que deve cumprir. Ele explicita o fato de que o produto deve apresentar determinadas características que o capacitem para cumprir os objetivos e funções para as quais foi projetado/produzido quando submetido a determinadas condições de uso. O conceito de desempenho adquiriu característica própria, voltando-se a propósitos como: a) avaliação de produtos inovadores; b) composição de metodologias de projeto baseadas na seleção de alternativas a partir de critérios pré-estabelecidos; c) elaboração de normas e códigos de obras e d) desenvolvimento e implantação de metodologias de controle da qualidade de novos componentes e sistemas construtivos. Portanto, o conceito de desempenho deve ser aplicado durante o projeto e construção de um empreendimento, 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. Assim, a análise do conceito de desempenho é fator primordial a ser analisado na seleção tecnológica.

Adequação Ambiental - estudos e métodos para avaliação da adequação ambiental de edifícios têm sido especialmente derivados dos procedimentos de avaliação dos impactos ambientais de processos ou produtos industrializados. A metodologia aceita internacionalmente para adequação ambiental, originalmente definida como sendo um “processo para avaliar as implicações ambientais de um produto, processo ou atividade, através da identificação e quantificação dos usos de energia e matéria e das emissões ambientais; avaliar o impacto ambiental desses usos de energia e matéria e das emissões; e identificar e avaliar oportunidades de realizar melhorias ambientais. A avaliação inclui todo o ciclo de vida do produto, processo ou atividade, abrangendo a extração e o processamento de matérias-primas; manufatura, transporte e distribuição; uso, reuso, manutenção; reciclagem e disposição final”. Esta definição foi posteriormente consolidada na série de normas ISO 14000. Em outras palavras, é o procedimento de analisar formalmente a complexa interação de um sistema – que pode ser um material, um componente ou um conjunto de componentes – com o ambiente ao longo de todo o seu ciclo de vida, caracterizando o que se tornou conhecido como enfoque do “berço ao túmulo” (cradle-to-grave).

Adequação às Condições Climáticas - está relacionada a características dos materiais empregados.

Vida Útil - John (1987), afirma que a vida útil pode ser 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. O processo de avaliação da vida útil é complexo e leva à adoção de “indicadores de degradação”, chamados ainda de “características críticas de desempenho”. Estes indicadores representam os aspectos mais relevantes da perda de desempenho do produto avaliado ao longo do tempo. Na seleção da tecnologia, é necessário um conhecimento dos efeitos das condições de exposição e da função desempenho dos elementos que compõem o sistema construtivo ou material, para o estabelecimento de indicadores.

Serviços de Concessionárias - sistemas e/ou tecnologias construtivas que dependem de serviços especiais de concessionárias (fornecedores de energia elétrica, água, gás e outros) necessitam de consulta prévia para análise de viabilidade.

Condições do Entorno - refere-se à acessibilidade de equipamentos especiais, materiais, mão-de-obra e inserção do empreendimento no entorno.

Custos - ao analisar os custos incorridos na produção e uso das edificações ao longo de sua vida útil, é possível, segundo Silva (2005), identificar diferentes componentes do custo que ocorrem em distintos momentos do processo: 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 e outros; c) custos de manutenção: custos decorrentes da substituição de materiais ou componentes, inspeção, prevenção e reparos a componentes e elementos; d) custos de modernização ou adaptação: são os custos de correntes da adaptação da edificação às necessidades de uso, a fim de evitar sua obsolescência funcional (retrofit) e f) custos de demolição ou venda: custos envolvidos na atividade de demolição e disposição dos resíduos. Conforme Silva (2005), entre os componentes de custos, apenas os custos de construção ocorrem em um horizonte de tempo pré-determinado, enquanto os demais se atribuem ao longo do ciclo de vida da edificação, o que dificulta sua contabilização.

3.2 Projeto

Na visão de Silva (1996), a qualidade do projeto refere-se ao conjunto resultante: da concepção espacial e funcional, levando-se em conta os valores sócio-culturais e de desempenho técnico e econômico; da concepção estética e simbólica que está ligada ao ato criativo, mas também aos valores culturais do ambiente em que esta edificação está se inserido; 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 relações econômicas entre custos iniciais e custos ao longo da vida útil (operação, manutenção, renovação e reposição inclusive custos de demolição) e das relações que o

projeto determina entre as atividades necessárias para a produção que determinam a produtividade a ser atingida no processo de trabalho, e por consequência os custos da execução.

Soluções de Projeto - as soluções de projeto (em especial o projeto de arquitetura) exercem extrema influência na seleção tecnológica. Como atividade multi e interdisciplinar, os projetos devem conciliar os interesses e especificidades dos diversos componentes, que por vezes se apresentam de forma contraditória.

Limitações de Projeto – Tipologias - por sua natureza e fins, é na etapa de projeto que são definidas a forma e as características da edificação. Essas características (intrínsecas das edificações), lhe atribuem uma série de limitações, associadas ao processo decisório. Assim, sempre que uma alternativa de projeto é escolhida (em detrimento de outras tantas possíveis), o processo decisório de um projeto vai “afunilando” e a capacidade/responsabilidade dele vai ficando mais precisa. Como consequência mais premente, estabelecem-se diretrizes que vão definindo, por exemplo, os custos (dos processos e produtos) cada vez com mais rigor, limitando, nas etapas que se seguem, a capacidade de intervenção. No que tange especificamente à decisão da seleção tecnológica (objetivo deste trabalho) – os projetos também têm a responsabilidade de definir os sistemas construtivos que serão constituintes da edificação de forma prévia – sendo necessária a formalização dos critérios objetivos, relacionados ao processo decisório.

Integração/Compatibilização com Demais Projetos - Fabrício (2002) propõe um modelo de integração de projetos através da utilização dos conceitos da Engenharia Simultânea, destacando a valorização do projeto e das primeiras fases de concepção do produto, como fundamentais para a qualidade do produto e para a eficiência do processo produtivo. A concepção deve ser desenvolvida de maneira integrada e multidisciplinar de forma a desenvolver soluções mais robustas e que acarretem menos modificações ao longo do processo de projeto. Assim, uma atenção especial é dada para o desenvolvimento do processo de produção (por meio da seleção da tecnologia de produção, realização de projetos para produção e o planejamento da produção), simultaneamente à concepção e projeto do produto objetivando integrar, de maneira mais efetiva, as características e especificações do produto com o planejamento de sua produção e o sistema de produção da empresa.

Modularidade - se a variação das dimensões do produto (tolerância) for maior que as tolerâncias de modularidade do projeto, isto inviabiliza o uso do produto ou tecnologia. Recursos direcionados auxiliam a execução dos projetos permitindo um aprimoramento na compatibilidade entre os diversos sistemas constituintes da edificação.

Tempo de Planejamento de Projeto - uma análise precisa do processo de projeto permite supor que existem diferenças de tempo de planejamento, vinculadas ao projeto, devido a algumas razões, entre as quais a seleção tecnológica.

Projeto para a Produção - consiste em um conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de (MELHADO, 1994): a) disposição e seqüência das atividades de obra e frentes de serviço; b) uso de equipamentos; c) arranjo e d) evolução do canteiro, dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora.

3.3 Execução

A execução refere-se à etapa de produção do empreendimento e envolve a análise criteriosa de vários aspectos na adoção de determinada tecnologia, sistema construtivo, material ou componente, além daqueles analisados nas etapas anteriores.

Mão-de-obra ou Especialização das Tarefas - a necessidade de mão-de-obra especializada ou treinamento da mesma pode inviabilizar a escolha por determinado sistema construtivo, tecnologia, material ou componente. A mão-de-obra especializada é necessária em todas as fases de execução da edificação.

Planejamento/Programação da Produção - o desenvolvimento de um processo de planejamento e programação da produção auxilia os responsáveis pelo empreendimento na identificação de decisões que venham ao encontro de uma seleção tecnológica compatível com a estratégia competitiva da

empresa. Desse modo, pode-se, através do planejamento/programação da produção, realizar simulações de diferentes cenários, de forma a possibilitar a escolha de uma tecnologia mais apropriada para uma determinada situação. Nesses casos, cada tecnologia a ser simulada é considerada uma variável independente, enquanto o custo e o prazo de execução são variáveis dependentes no processo de análise. Em termos de controle, o planejamento/programação da produção auxilia no registro de dados que poderão ser decisivos para a seleção tecnológica de futuros empreendimentos ou, ainda, facilitar a realização de novas escolhas para correção de desvios.

Layout de Canteiro - a possibilidade de adequação do layout do canteiro às necessidades específicas do sistema construtivo adotado deve ser avaliada, considerando-se, também, racionalização e organização da usina e canteiro.

Equipamentos - a identificação dos equipamentos necessários à produção, a relação utilização/características de carga/produtividade, o planejamento das operações, o custo e a viabilidade de aquisição dos equipamentos são itens essenciais na análise de seleção da tecnologia.

Materiais e Componentes – Fornecedores - refere-se ao grau de disponibilidade dos materiais e componentes, flexibilidade de uso, normalização e padronização e custos de extração, transporte, transformação e utilização, quando for o caso.

Tempo de Produção - a análise dos cronogramas físicos, materiais e pessoal, dentro do planejamento e programação da produção, é fator importante na avaliação do tempo de produção e atendimento dos prazos estabelecidos para o empreendimento. O tempo de produção pode determinar a escolha de uma tecnologia construtiva.

Produtividade - é a eficiência em se transformar entradas em saídas. Portanto, em função do tipo de entrada (recursos) a ser transformada, poder-se-ia ter o estudo da produtividade com pontos de vista (SOUZA, 2000): a) físico, no caso de se estar estudando a produtividade no uso dos materiais, equipamentos ou mão-de-obra; b) financeiro, quando a análise recai sobre a quantidade de dinheiro demandada ou c) social, quando o esforço da sociedade como um todo é encarado como um recurso inicial do processo.

3.4 Avaliação

Segundo Silva (1996) a própria essência da metodologia de seleção tecnológica 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, ainda presente em muitas áreas e empresas da cadeia de produção da construção civil.

Aceitação pelos Clientes - parte-se do princípio que as condições mínimas de aceitação pelos clientes ou usuários estejam contempladas nos requisitos de desempenho. Entretanto, em vista da inexistência de pesquisas que avaliem previamente as expectativas e reações dos usuários potenciais frente à determinada tecnologia, este é um item que pode representar uma barreira à adoção de tecnologias inovadoras. Considere-se, ainda, a dificuldade de caracterização e análise das condições sócio/culturais, político/econômico, modo e meio de vida, comunicação/cultura/hábitos, capacidade financeira, adequação psico/fisiológica/econômica ao espaço construído, entre outros vários aspectos ainda não estudados devidamente e que podem interferir na relação usuário-habitação-tecnologia.

Possibilidades de Modificações - representa a análise das possibilidades de reformulações funcionais e construtivas que a tecnologia a ser adotada pode oferecer ou não ao cliente final ou usuário.

Condições de Manutenção - nos conceitos de durabilidade e vida útil das edificações está implícito o conceito de manutenção, uma vez que se pressupõe que o sistema construtivo adotado sofrerá operações desta natureza a fim de manter os patamares de desempenho desejados e adequá-los às novas solicitações dos usuários (SILVA, 2005).

Assistência Técnica - qualquer sistema construtivo, tecnologia adotada, materiais ou componentes utilizados necessitam de uma rede de assistência técnica, instruções de uso, operação e manutenção, disponibilidade de peças para reposição e reparos e mão-de-obra especializada para a realização dos serviços. O manual do proprietário age como um facilitador na manutenção, esclarecimentos e conhecimento da tecnologia e materiais adotados.

4 CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO TECNOLÓGICA

As planilhas a seguir ilustram, simplificada, a proposta de análise de critérios para seleção tecnológica. Em função do espaço limitado, não é possível discorrer sobre cada item especificamente.

5.1 PLANEJAMENTO DO EMPREENDIMENTO	
Item	Questão
Investimento inicial	Tecnologia exige investimento inicial equivalente ao necessário às tecnologias amplamente utilizadas e conhecidas
	Tecnologia exige investimento inicial superior ao necessário às tecnologias amplamente utilizadas e conhecidas
	Tecnologia exige investimento inicial muito superior ao necessário às tecnologias amplamente utilizadas e conhecidas
Legislação municipal	Tecnologia contemplada na legislação municipal
	Tecnologia necessita de adequação à legislação municipal, mas é viável
	Tecnologia não é contemplada na legislação municipal e é inviável
Órgãos Financiadores	Tecnologia aceita pelos órgãos financiadores
	Tecnologia aceita pelos órgãos financiadores com restrições
	Tecnologia não aceita pelos órgãos financiadores
Estratégia competitiva da empresa	A tecnologia está contemplada na estratégia competitiva da empresa
	A empresa não possui estratégia competitiva definida
	A empresa possui estratégia competitiva definida, mas não contempla a tecnologia
Prazos	A tecnologia é totalmente adequada aos prazos estipulados pela empresa
	A tecnologia é parcialmente adequada aos prazos estipulados pela empresa
	A tecnologia não é adequada aos prazos estipulados pela empresa
Normalização	A tecnologia é totalmente adequada às normas vigente no país
	A tecnologia é parcialmente adequada às normas vigente no país
	A tecnologia não é adequada às normas vigente no país
Desempenho	A tecnologia atende a todos os requisitos de desempenho, comprovados cientificamente
	A tecnologia atende parte dos requisitos de desempenho, comprovados cientificamente
	A tecnologia ou não atende ou não comprova os requisitos de desempenho
Adequação ambiental	Existe análise do ciclo de vida dos materiais e componentes e o impacto ambiental é reduzido
	Existe análise do ciclo de vida dos materiais e componentes e o impacto ambiental é significativo
	Não existe análise do ciclo de vida dos materiais e componentes
Adequação às condições climáticas	A tecnologia é completamente adequada às condições climáticas da região
	A tecnologia é parcialmente adequada às condições climáticas da região
	A tecnologia não é adequada às condições climáticas da região
Vida útil	São conhecidas as características críticas de desempenho (indicadores de degradação) da tecnologia e são consideradas favoráveis
	São conhecidas as características críticas de desempenho (indicadores de degradação) da tecnologia e são consideradas desfavoráveis
	Não são conhecidas as características críticas de desempenho da tecnologia (indicadores de degradação)

5.1 PLANEJAMENTO DO EMPREENDIMENTO – continuação	
Item	Questão
Serviço de concessionárias	As concessionárias fornecem os serviços necessários à tecnologia
	As concessionárias fornecem parcialmente os serviços necessários à tecnologia, mas a viabilidade é dificultada
	As concessionárias não fornecem os serviços necessários à tecnologia
Condições de entorno	As condições de entorno são totalmente favoráveis à adoção da tecnologia
	As condições de entorno são parcialmente favoráveis à adoção da tecnologia
	As condições de entorno não são favoráveis à adoção da tecnologia
Custos de construção	Os custos de construção são menores ou iguais aos custos de construção das tecnologias tradicionais
	Os custos de construção são maiores do que os custos de construção das tecnologias tradicionais
	Os custos de construção são muito maiores do que os custos de construção das tecnologias tradicionais
Custos de operação	Os custos de operação são menores ou iguais aos custos de construção das tecnologias tradicionais
	Os custos de operação são maiores do que os custos de construção das tecnologias tradicionais
	Os custos de operação são muito maiores do que os custos de construção das tecnologias tradicionais
Custos de manutenção	Os custos de manutenção são menores ou iguais aos custos de construção das tecnologias tradicionais
	Os custos de manutenção são maiores do que os custos de construção das tecnologias tradicionais
	Os custos de manutenção são muito maiores do que os custos de construção das tecnologias tradicionais
Custos de modernização ou adaptação	Os custos de modernização ou adaptação são menores ou iguais aos custos de modernização ou adaptação das tecnologias tradicionais
	Os custos de modernização ou adaptação são maiores do que os custos de modernização ou adaptação das tecnologias tradicionais
	Os custos de modernização ou adaptação são muito maiores do que os custos de modernização ou adaptação das tecnologias tradicionais
Custos de demolição ou venda	Os custos de demolição ou venda são menores ou iguais aos custos de demolição ou venda das tecnologias tradicionais
	Os custos de demolição ou venda são maiores do que os custos de demolição ou venda das tecnologias tradicionais
	Os custos de demolição ou venda são muito maiores do que os custos de demolição ou venda das tecnologias tradicionais
5.2 PROJETO	
Item	Questão
Soluções de projeto	O sistema facilita soluções de projeto
	O sistema não facilita e não dificulta soluções de projeto
	O sistema dificulta soluções de projeto
Limitações de projeto – tipologias	O sistema é vantajoso a mudanças nas tipologias de projeto
	O sistema não limita tipologias de projeto
	O sistema limita tipologias de projeto

5.2 PROJETO - continuação	
Item	Questão
Integração/ Compatibiliz.	A compatibilização/integração de projetos não é exigência do sistema
	A compatibilização/integração de projetos é indiferente
	A compatibilização/integração de projetos é fator imprescindível
Modularidade	O sistema não exige modularidade
	A modularidade é indiferente
	A modularidade é essencial
Custos de projeto	Os custos de projeto são inferiores aos custos de outros sistemas
	Os custos de projeto são equivalentes aos custos de outros sistemas
	Os custos de projeto são superiores aos custos de outros sistemas
Tempo de planej. de projeto	O tempo de planejamento é inferior ao tempo gasto em outros sistemas
	O tempo de planejamento é equivalente ao tempo gasto em outros sistemas
	O tempo de planejamento é superior ao tempo gasto em outros sistemas
Projeto para a produção	O projeto para a produção é dispensável
	O projeto para a produção é indiferente
	O projeto para a produção é indispensável
5.3 EXECUÇÃO	
Item	Questão
Mão-de-obra	A tecnologia não exige mão-de-obra especializada
	A tecnologia exige mão-de-obra especializada e esta é disponível
	A tecnologia exige mão-de-obra especializada e esta não é disponível
Planejam. Programação da produção	A tecnologia não exige planejamento ou programação mais detalhada do que nos sistemas tradicionais
	A tecnologia exige planejamento ou programação mais detalhada do que nos sistemas tradicionais
	A tecnologia exige planejamento ou programação muito mais detalhada do que nos sistemas tradicionais
Layout de canteiro	A tecnologia não exige layout de canteiro mais detalhado do que nos sistemas tradicionais
	A tecnologia exige layout de canteiro mais detalhado do que nos sistemas tradicionais
	A tecnologia exige layout de canteiro muito mais detalhado do que nos sistemas tradicionais
Equipamentos	A tecnologia não exige equipamentos diferentes do que nos sistemas tradicionais
	A tecnologia exige equipamentos diferentes do que nos sistemas tradicionais, mas de fácil aquisição
	A tecnologia exige equipamentos diferentes do que nos sistemas tradicionais, de difícil aquisição ou custo elevado
Materiais e componentes fornecedores	Os materiais e componentes utilizados na tecnologia são facilmente encontrados no mercado
	Os materiais e componentes utilizados na tecnologia são encontrados no mercado com certa dificuldade
	Os materiais e componentes utilizados no sistema não são facilmente encontrados no mercado
Tempo de produção	O tempo de produção para a tecnologia é menor do que os sistemas convencionais
	O tempo de produção para a tecnologia é semelhante ao dos sistemas convencionais
	O tempo de produção para a tecnologia é superior ao dos sistemas convencionais

5.3 EXECUÇÃO - continuação	
Item	Questão
Produtividade	A produtividade da tecnologia é superior à produtividade nos sistemas convencionais
	A produtividade da tecnologia é semelhante à produtividade nos sistemas convencionais
	A produtividade da tecnologia é inferior à produtividade nos sistemas convencionais
5.4 AVALIAÇÃO	
Item	Questão
Aceitação pelos clientes	Existem pesquisas de mercado e o cliente aceita plenamente a tecnologia
	Existem pesquisas de mercado e o cliente não aceita plenamente a tecnologia
	Não existem pesquisas de mercado sobre a aceitação da tecnologia pelo cliente
Possibilidades de modificações	A tecnologia permite modificações
	A tecnologia permite modificações apenas parcialmente
	A tecnologia restringe a possibilidade de modificações
Condições de manutenção	A tecnologia oferece plenas condições de manutenção
	A tecnologia oferece condições parciais de manutenção
	A tecnologia dificulta as condições de manutenção
Assistência técnica	A rede de serviços de assistência técnica é ampla
	A rede de serviços de assistência técnica é limitada
	A rede de serviços de assistência técnica é praticamente inexistente

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A seleção tecnológica não se caracteriza por um ato puramente técnico ou profissional, mas deve relacionar-se com o contexto global em que se inserem os empreendimentos, pelas exigências do uso a que se destinam, pelos agentes envolvidos e seus interesses, pelos recursos disponíveis, pelas condições físicas, ambientais, sócio-culturais e político-econômicas da região em que se inserem, contemplando ainda, aspectos relativos à adequação de custos.

Há necessidade de um método de aprendizado contínuo com a integração dos diversos participantes do processo construtivo, enfatizando a necessidade de incorporar ao processo decisório, mecanismos de coleta, registro e realimentação de informações sobre a tecnologia adotada.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDÃO, Douglas. **Flexibilidade, Variabilidade e participação do Cliente em Projetos residenciais Multifamiliares: Conceito e Forma de Aplicações** em incorporações. Florianópolis: UFSC, 1997. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

FABRÍCIO, Marcio. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. São Paulo: USP, 2002. Tese (doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2002.

JOHN, Vanderlei. **Avaliação da durabilidade dos materiais, componentes da edificação** – emprego do índice de degradação. Porto Alegre: UFRGS, 1987. Dissertação (Mestrado em Construção), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1987.

SILVA, Maria Angélica Covelo. **Metodologia de Seleção Tecnológica na Produção de Edificações com Emprego do Conceito de Custos ao Longo da Vida Útil**. São Paulo: USP, 1996. Tese (Doutorado). São Paulo, 1996.

SILVA, Maria Angélica Covelo. **Conceitos e metodologia para atender às novas normas técnicas de desempenho de edifícios**. Anotações de curso. NGL, 2005.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes. **Como Medir a Produtividade da Mão-de-Obra na Construção Civil**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2000, Salvador. *Anais*. Bahia: ENTAC. 2000. v.1 p.421-428.