

CAPÍTULO 4

O PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA SERIADA E NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS

A partir do quadro conceitual montado no capítulo 2, entende-se que um aperfeiçoamento tecnológico ou uma TCR, ***efetivamente incorporado ao processo de produção de edifícios***, possa ser considerado uma “*inovação tecnológica na indústria da Construção Civil*”, caracterizando-se por ser uma *inovação incremental*.

Portanto, considera-se que a “*inovação tecnológica no processo de produção de edifícios*”, seja o resultado positivo de um processo de implantação de TCR's no sistema produtivo de uma empresa construtora atuante no mercado.

Para que tenha maiores chances de sucesso, esse processo de implantação deverá ser adequadamente conduzido no interior da empresa construtora. Por isso, busca-se, neste capítulo, identificar as diretrizes fundamentais que devem nortear a implantação de uma inovação tecnológica, a fim de que se possa propor uma metodologia adequada para a condução desse processo.

Essa identificação será realizada através de dois mecanismos: pela análise e compreensão dos modelos propostos na literatura, para se concretizar uma inovação tecnológica, tanto na indústria seriada como na indústria da Construção e pela análise de experiências pessoais na condução de implantações de TCR's em empresas construtoras.

4.1 A Inovação Tecnológica na Indústria Seriada

O processo de inovação tecnológica não é algo de simples ocorrência, o que é confirmado por ALMEIDA [1981], ao citar as palavras de Morton (1966) descrevendo o sistema de desenvolvimento tecnológico utilizado pela Bell Telephone Co.: “a inovação não é uma ação simples, mas um processo global composto de partes ligadas entre elas. Não é somente a descoberta de um fenômeno novo, nem o desenvolvimento de um novo produto ou procedimento

de fabricação, nem a criação de um novo mercado. É, sobretudo, a conjugação estreita de todo um conjunto integrado de ações dirigidas para um objetivo industrial comum”.

Além de ser um processo de difícil condução, não tem um tempo previsto para a sua completa ocorrência, pois, seja proveniente de um avanço científico ou de uma demanda de mercado, ocorrendo em uma grande, média ou pequena organização, a inovação tecnológica é um processo que segundo HILL [1983] pode ocorrer rapidamente ou pode requerer um extenso período de tempo.

A partir de uma pesquisa realizada por QUINN [1986], com amplitude mundial, tendo como amostra grandes companhias européias, japonesas e americanas e também pequenos empreendimentos bem documentados, esse pesquisador conclui que “o tempo entre a invenção e a produção comercial variou entre três e vinte e cinco anos”.

Segundo RATTNER [1988], entretanto, há uma forte tendência de diminuição desse período, sobretudo no caso das indústrias de tecnologia de ponta.

Seja de longo ou curto prazo, a inovação é um processo, e como tal envolve diversas etapas e atividades, cuja implantação pode variar em função de diferentes características, tanto internas, como externas à empresa, como por exemplo: os objetivos que a empresa pretende atingir; as suas especificidades organizacionais e os recursos disponíveis; e as oscilações de mercado.

Assim sendo, o que se pretende neste item é identificar as diretrizes contidas nos principais modelos para a implantação de inovações tecnológicas em empresas da indústria seriada, propostos na bibliografia disponível.

A bibliografia analisada neste item concentra sobretudo os estudos realizados por pesquisadores das áreas de economia e administração industrial, os quais vêm se preocupando com o processo de inovação tecnológica nas empresas, praticamente desde a revolução industrial. Os livros mais antigos que se teve acesso datam da década de 50 [BARNETT, 1953; HAGERSTRAND, 1953]. Essas publicações fazem referência a trabalhos mais antigos ainda e procuram caracterizar o que é a inovação tecnológica e o que significa para a economia de um país e para a sobrevivência das empresas.

Os modelos estudados têm diversas características em comum. Entretanto, por uma questão didática, procurou-se agrupar a apresentação desses modelos segundo suas características principais. Assim, foram agrupados em quatro conjuntos, assim identificados:

- modelos que enfocam a solicitação de mercado como diretriz para a inovação;
- modelos que destacam a integração dos diversos departamentos funcionais como diretriz para a implantação;
- modelos que enfocam a gestão da inovação; e
- modelos que apresentam algumas outras diretrizes mais genéricas, porém, fundamentais para a condução do processo.

Ao final desse item, faz-se uma análise crítica acerca dos modelos propostos procurando identificar os pontos fundamentais de cada um, e que poderão contribuir para a proposição da metodologia para implantação de TCR's em empresas construtoras de edifícios.

4.1.1 Modelos com enfoque para o mercado

TWISS [1974] defende a inovação tecnológica como sendo um processo de conversão, não apenas orientado ao produto simplesmente, mas sim, orientado ao mercado, ou seja, deve haver a preocupação em se produzir de modo a satisfazer as exigências e desejos dos clientes. Assim, o processo de inovação deverá considerar esses elementos desde o início, o que fica bem ilustrado pela figura 4.1, proposta por esse autor.

BARATELLI JR. et al. [1994] também deixam clara a interferência das condicionantes de mercado no processo de inovação ao utilizarem a proposição de Ed Roberts (1988) como um modelo de processo inovatório multiestágio, aplicado às indústrias de bens de consumo, ilustrado na figura 4.2.

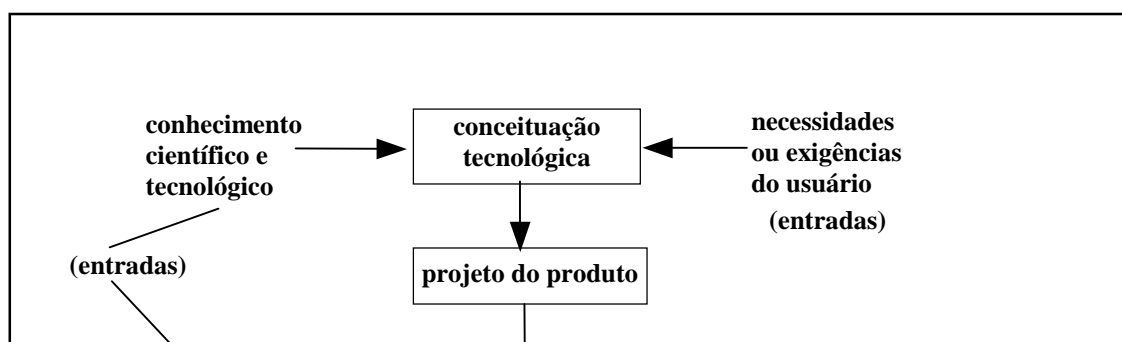


FIGURA 4.1: Inovação tecnológica como um processo de conversão orientado pela relação “tecnologia/mercado” [adaptado de TWISS, 1974]

BARATELLI JR. et al. [1994] salientam que embora o processo de inovação seja conduzido comumente dentro de uma organização de pesquisa, ele tem grande interação com o mercado, e com o sistema tecnológico fora da organização. Nesse modelo, fica explícita, ainda, a idéia de que a inovação pode ter início ou com uma demanda de mercado ou com uma oportunidade tecnológica, mas, em ambos os casos, o objetivo final é atingir o mercado, dando destaque às etapas de desenvolvimento comercial e fabricação.

SBRAGIA; BARRA [1994] analisando o esforço de inovação de nove empresas latino-americanas, de diferentes tamanhos e setores industriais, os quais incluíam indústrias do setores químico, metalúrgico e óptico, destacam que o papel do avanço tecnológico e das forças de mercado podem ter pesos distintos em função do porte das empresas.

Segundo esses pesquisadores, o que estimula a inovação nas pequenas empresas são as solicitações dos clientes, a globalização de mercado e os fatores ecológicos.

Nas empresas de médio porte, a competitividade no mercado mundial, aliada aos padrões internacionais de qualidade são os principais fatores responsáveis pelos investimentos em inovações tecnológicas. Para as organizações inovadoras de grande porte o que tem grande peso é o fator evolução tecnológica, que leva a “investimentos crescentes em modernização, objetivando-se alcançar estágios mais avançados de desenvolvimento”.

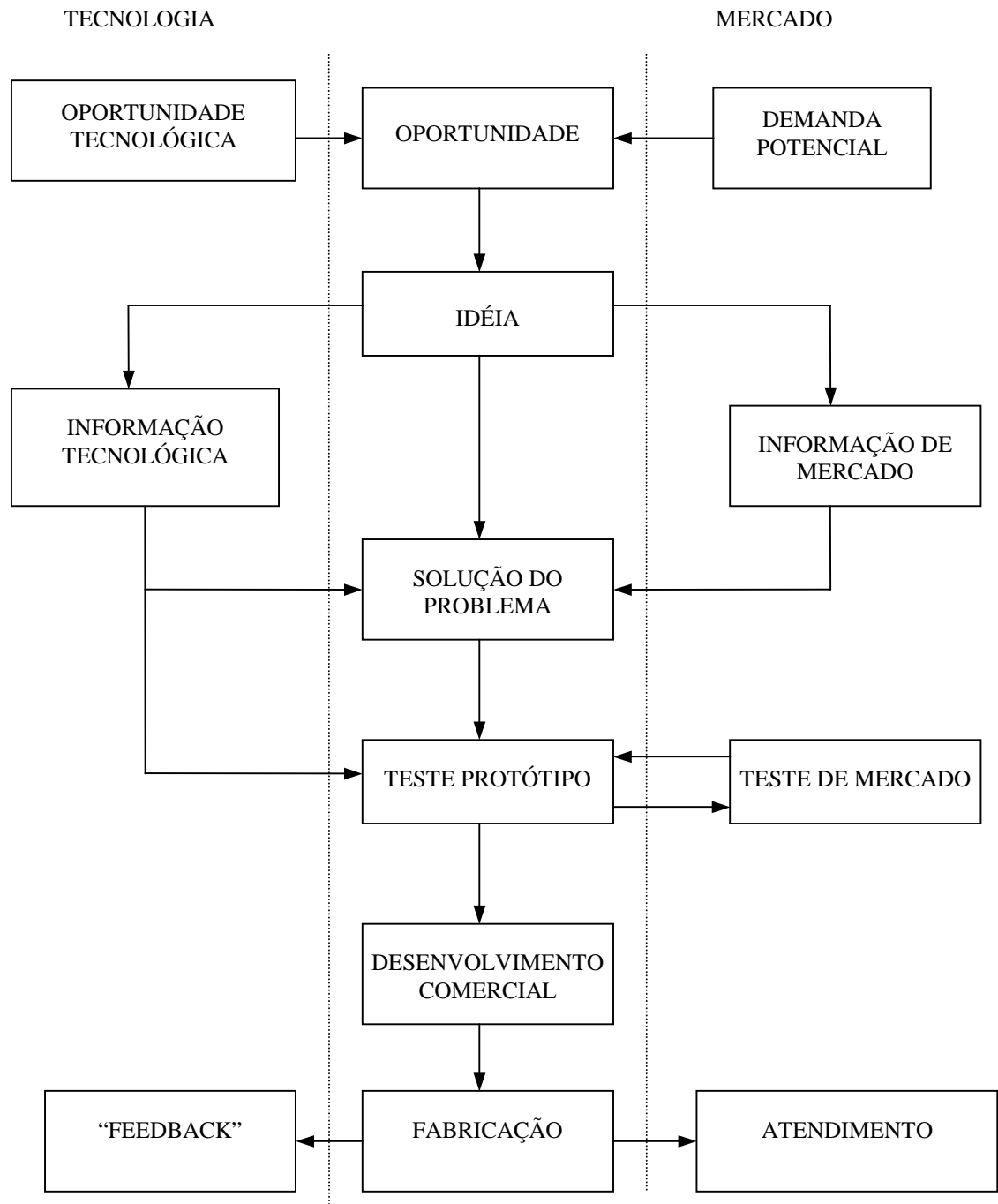


FIGURA 4.2: Processo multiestágio da inovação [BARATELLI JR. et al., 1994]

SBRAGIA; BARRA [1994] identificaram que as pequenas empresas, comumente, não possuem pessoal próprio para realizar o desenvolvimento tecnológico, organizando-se mais na forma de parcerias com universidades e com outros centros de pesquisa; enquanto nas grandes organizações, apesar

de também haver forte parceria com universidades, no mínimo 50% do pessoal destinado à pesquisa pertence à empresa.

4.1.2 Modelos que envolvem a integração entre os departamentos funcionais da empresa

EDOSOMWAN [1989] afirma que a inovação pode ser vista como um processo “interfuncional”, que consiste na forte relação de três áreas funcionais fundamentais na empresa:

- pesquisa e desenvolvimento - a área que cria;
- manufatura - a área que produz;
- “marketing” - a área que vende

O modelo do processo de inovação proposto por esse pesquisador tem como princípio que: “a inovação inicia por uma idéia nova que é influenciada por algum evento decorrente de condições internas ou externas e, a operação das condições ambientes estimulam a memória, inteligência e experiência do inovador”.

O departamento de pesquisa e desenvolvimento (P&D) que aparece na proposição de EDOSOMWAN [1989] também está presente na proposição de COOMBS et al. [1987]. No entanto, esses últimos autores afirmam que: “estabelecer as atividades e os departamentos voltados à pesquisa, ao desenvolvimento (P&D) e ao planejamento pode criar mais problemas do que resolvê-los, pois geralmente confronta-se com uma série de indefinições e falta de objetivos da empresa”.

Para COOMBS et al. [1987], o departamento de P&D deve funcionar coordenado com os demais departamentos da empresa, considerando-se as mudanças no ambiente externo, como ilustra a figura 4.3.

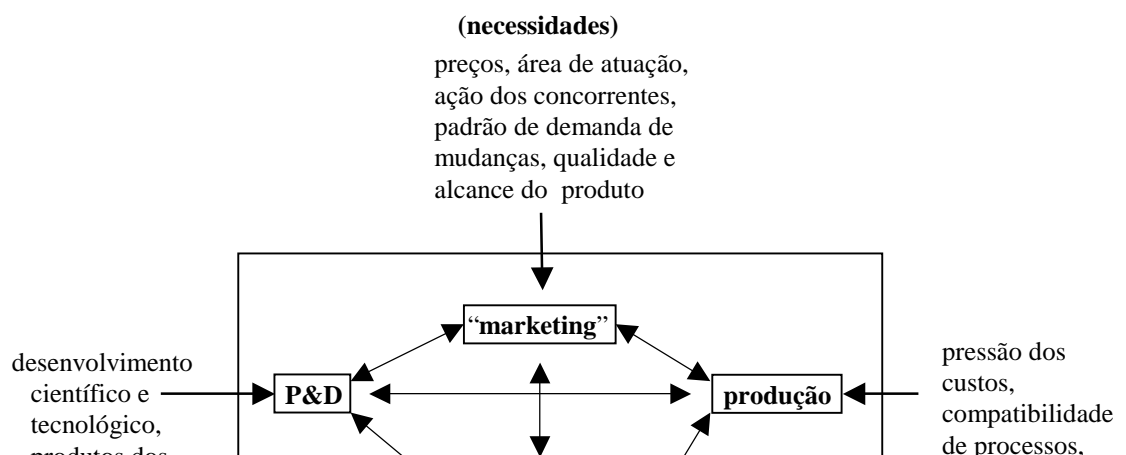


FIGURA 4.3: Modelo simplificado das relações entre a firma inovadora e o seu ambiente externo [COOMBS; et al. 1987]

A integração entre as diversas áreas da empresa com o seu entorno é explicitamente colocada por esses autores, como uma forma de viabilizar o desenvolvimento e a implantação de novas tecnologias.

SBRAGIA; BARRA [1994] também defendem a integração forte entre as funções “marketing”, engenharia e P&D, como uma forma de facilitar a troca de idéias e proporcionar um esforço simultâneo dos diferentes envolvidos em direção à inovação.

KRUGLIANSKAS; SBRAGIA [1995] destacam, de certa maneira, a integração departamental, ao tratarem a inovação tecnológica em pequenas empresas brasileiras de diversos setores da indústria seriada.

Esses autores colocam como questão central, a dificuldade que se tem em assegurar um ritmo sustentado de inovações tecnológicas que permitam às pequenas empresas, especialmente aquelas dos setores mais tradicionais, manterem-se competitivas. Segundo os autores, “as grandes empresas, entre outras estratégias, têm implantado unidades dedicadas à Pesquisa e Desenvolvimento - P&D (...) porém, as Pequenas e Micro Empresas Industriais - PMEI's - não possuem, por via de regra, condições para manterem este tipo de unidade organizacional”.

Para essas empresas os autores propõem uma alternativa organizacional denominada Função Tecnológica - “FT”, a qual “consiste em superpor, à estrutura

organizacional da empresa, uma estrutura transdepartamental que permite uma alta interação e integração voltada, de forma seletiva, às atividades relacionadas com a inovação tecnológica”. Essa forma de organização é ilustrada na figura 4.4.

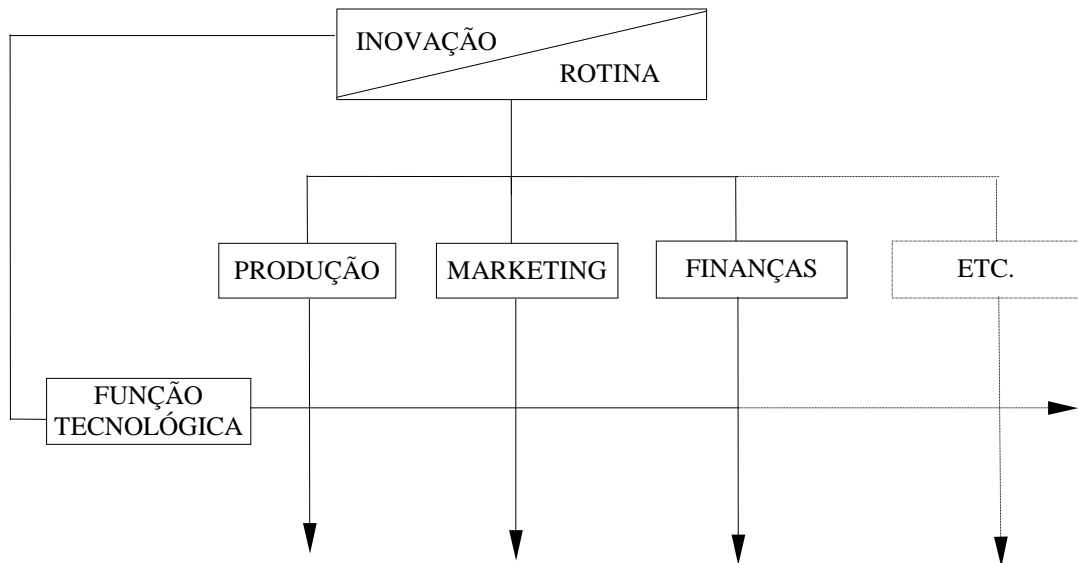


FIGURA 4.4: Estrutura da Função Tecnológica (“FT”) utilizada no estudo de KRUGLIANSKAS; SBRAGIA [1995]

A aplicação desse mecanismo organizacional foi analisada para dez empresas do setor da indústria seriada, as quais haviam recebido algum tipo de capacitação prévia sobre o conceito e a operação da FT.

KRUGLIANSKAS; SBRAGIA [1995] estudaram a forma de operação da FT nessas empresas, os impactos que produz na organização e os fatores condicionantes à sua eficácia. Desse estudo, pôde-se identificar alguns elementos fundamentais, aqui destacados:

- a necessidade de existirem responsáveis pela condução da FT, em todos os setores da empresa, sendo que essas pessoas devem estar constantemente motivadas à continuidade do processo;
- a exigência de apoio constante da direção da empresa, sendo ainda desejável que a alta administração adote um estilo mais informal e descentralizado, quando atuando no âmbito da FT;

- a dificuldade de retroalimentação dos resultados, aos funcionários da empresa. Essa condicionante da FT, segundo os autores, mostrou ser um grande desafio a ser superado: “para que a FT seja implantada na empresa, é fundamental que haja comunicação interna sobre as atividades e resultados alcançados”;
- a visão da FT como elemento complementar, e às vezes facilitador, para a introdução de outros aprimoramentos organizacionais que estavam sendo desenvolvidos pela empresa;
- o maior aproveitamento das idéias mais simples. As sugestões envolvendo gastos mais significativos, em geral, não foram implantadas.

Concluindo, os autores destacam que: “a FT, do modo como é concebida, tem se mostrado um instrumento que facilita a implantação de inovações nas PMEI's, na medida em que propicia condições favoráveis para divulgar novos conceitos e conhecimentos, bem como reduz as resistências a mudanças”.

KRUGLIANSKAS; SBRAGIA [1995] ressaltam, que “as pequenas empresas, ao se concentrarem na implantação de outras inovações, especialmente as de caráter gerencial, podem ser levadas a reduzir ou até mesmo a abandonar as atividades relacionadas com a FT, o que pode constituir um equívoco, pois, se adequadamente operada, a FT produzirá sinergia para a implantação de inovações na empresa”.

Um outro aspecto relevante apontado pelos autores é que “depois de certo período de funcionamento regular da FT, ela tende a se tornar mais informal e a se desestruturar, não funcionando mais com a regularidade inicialmente estabelecida. Esse efeito, segundo os autores, pode ser causado pelo fato de que as atribuições da FT são muito restritas e abstratas, na medida em que se limitam a estimular e registrar sugestões para inovações. Para reverter isso, os autores sugerem que se ampliem suas atribuições, de modo que ela possa criar metas e objetivos que se integrem melhor com a estratégia da empresa.

4.1.3 Modelos que envolvem a gestão do processo de inovação

Do trabalho de ZAWISLAK [1995], pôde-se depreender que o processo de implantação de inovações tecnológicas está intimamente relacionado ao pro-

cesso de “*gestão tecnológica da empresa*”. Esse autor propõe que toda e qualquer empresa, com maior ou menor capacitação tecnológica, deverá gerenciar o conteúdo tecnológico, mais ou menos complexo, de seu processo produtivo a fim de:

- manter o bom funcionamento dos processos de inovação tecnológica já estabelecidos;
- levar empresas, cujos processos de inovação tecnológica parecem estar aquém de suas necessidades, a patamares superiores de organização; e
- adequar cada tipo de empresa e de processo produtivo a um tipo específico de organização da atividade produtiva.

Segundo ZAWISLAK [1995], “a gestão tecnológica deverá lidar com as maneiras de se realizar o próprio processo de inovação, com a estratégia envolvida nesse processo, com a possibilidade de transferir tecnologias, com a gestão da qualidade, com a longevidade dos processos e dos produtos, com as oportunidades tecnológicas que se abrem às empresas, com o estado-da-arte, etc.”

Dentro desse processo de gestão tecnológica, ZAWISLAK [1995] destaca a atividade de documentação e registro das experiências da empresa, como uma forma efetiva de se chegar a uma independência gradativa das fontes externas de tecnologia, sendo que, segundo esse autor, o balanceamento entre fontes externas e internas tende a pender para o lado interno, quanto mais uma empresa se organizar.

SBRAGIA; BARRA [1994], por sua vez, identificaram que a participação efetiva da alta administração e a existência de um sistema eficaz de informações gerenciais e técnicas, que garanta a tomada de decisões com maior nível de segurança, são condições essenciais para que ocorra o processo de inovação.

4.1.4 Outras diretrizes para a condução do processo de implantação

- **diretrizes estratégicas**

Muitos autores vinculam a implantação de inovações tecnológicas à definição estratégica da empresa. Um desses autores é TWISS [1974], que tem por princípio que os investimentos destinados à inovação tecnológica somente

podem ser justificados se a exigência de inovação estiver presente na estratégia da empresa.

Analisando o sucesso ou o fracasso de diversas situações envolvendo a implantação de novas tecnologias, esse autor conclui que a inovação tecnológica decorre de uma complexa interação de uma série de elementos essenciais, apontando como principais:

- a orientação para o mercado;
- a relevância nos objetivos da empresa;
- uma empresa receptiva a inovações;
- uma efetiva seleção de tecnologias e avaliação dos sistemas;
- uma fonte de idéias criativas;
- comprometimento de uma pessoa ou um grupo de pessoas;
- um efetivo gerenciamento e controle do projeto.

PARKER [1985] também destaca as diretrizes estratégicas como fortes aliadas para remover as barreiras que comumente existem ao se tentar implantar novas tecnologias. Segundo esse autor, “as barreiras deverão ser transpostas por quem detém o poder dentro da empresa, usando a sua autoridade dentro da organização, para levar adiante uma idéia nova”.

Os resultados de KRUGLIANSKAS; SBRAGIA [1995], anteriormente apresentados, também demonstram que para conduzir o processo de implantação de novas tecnologias com sucesso é imprescindível a participação da alta gestão e uma definição estratégica da empresa.

- **diretrizes que visam a informação e a comunicação interna da empresa**

PARKER [1985] enfatiza a dependência do crescimento da empresa em relação a informação. Segundo esse autor, para o estabelecimento de suas diretrizes estratégicas, a empresa deverá considerar tanto os seus competidores como os fatores ambientais. E, neste contexto, a informação é o pré-requisito básico no processo de crescimento.

KRUGLIANSKAS; SBRAGIA [1995] também destacam a comunicação interna na empresa, como um importante elemento para a inovação, ou seja, o

sistema de comunicação da empresa precisa ser pensado para trabalhar a favor da implantação, permitindo que todos os níveis hierárquicos da empresa possam trocar informações.

- **diretrizes que visam a motivação pessoal e o treinamento**

Outros autores colocam a questão da motivação das pessoas como uma diretriz fundamental para o processo de implantação, como é o caso de CRESSEY; MARTINO [1991], que vêem a tecnologia como uma ferramenta que tem forte relacionamento com diferentes agentes de mercado e dentro da própria empresa. E, dentre essas diferentes relações, destacam a questão da “participação individual” ou de “grupo”, como elemento essencial para o sucesso da implantação de novas tecnologias.

DAVIS [1986] também defende a motivação ao afirmar que: “é extremamente difícil obter sucesso em P&D quando os indicadores de qualidade de vida no trabalho, na organização, não são considerados”. Em seu trabalho, esse autor destaca algumas práticas estratégicas voltadas à melhoria das condições de vida dos recursos humanos na empresa.

A motivação está expressa também no modelo de KRUGLIANSKAS; SBRAGIA [1995], ao proporem a implantação de novas tecnologias, via a Função Tecnológica.

RODRIGUES et al. [1994], por sua vez, trabalhando com inovações tecnológicas em quatro setores industriais: têxtil, de alimentos, de confecções e eletro-eletrônico num total de trinta empresas identificaram que: “com exceção de quatro empresas, todas as outras oferecem alguma forma de treinamento para o seu pessoal; o treinamento de operários é quase sempre dado dentro da empresa, enquanto o treinamento de gerentes e supervisores, geralmente, acontece fora; apenas 10% das empresas não oferecem programa de benefícios para seus empregados”.

Esses pesquisadores afirmam, ainda, que: “a pouca valorização para o desenvolvimento e o treinamento de pessoal é uma condição desfavorável para o processo de inovação”.

BURATI JR. et al. [1992] também destacam que o treinamento no processo de implantação de inovações tecnológicas é imprescindível e propõem alguns elementos importantes no esforço para a sua realização:

- o treinamento não deve se limitar aos aspectos técnicos, mas deve se estender ao comportamento humano;
- o treinamento é um trabalho essencial e todos devem estar envolvidos nesse esforço;
- deve ser realizado pelos gerentes e acompanhados cuidadosamente por aqueles que estão sendo treinados;
- o esforço do treinamento deve ser medido pelo grupo que está sendo treinado. Os objetos de estudo e exemplos devem ser relevantes ao seu particular trabalho;
- o treinamento deve ser complementado com material escrito ou visitas;
- a gerência deve mostrar o seu compromisso com o programa de treinamento através de sua participação ativa e suporte;
- o esforço de treinamento não deve decair durante uma situação de crise;
- métodos e técnicas desenvolvidos através do esforço do treinamento deveriam ser aplicados ao trabalho o mais rápido possível
- o treinamento deve seguir um planejamento específico e sua implementação e efetividade devem ser cuidadosamente verificados.
- deve ser iniciado com um limitado número de grupos piloto, os quais foram cuidadosamente selecionado pelo grupo de planejamento;
- as ações de sucesso do grupo piloto devem ser utilizadas para alimentar o próximo esforço de treinamento.

4.1.5 Análise das propostas voltadas à indústria seriada

Os modelos propostos para a implantação de inovações tecnológicas na indústria seriada, ainda que fossem completamente detalhados, dificilmente poderiam ser aplicados diretamente à indústria da Construção Civil, sobretudo pelas particularidades dessa frente àquela indústria.

A maioria dos modelos apresentados pressupõe a existência de um departamento de pesquisa e desenvolvimento.

Segundo SBRAGIA; BARRA [1994] esse departamento não precisa ser interno à empresa, pois nos casos em que as empresas não podem arcar com a montagem do seu próprio departamento, acabam por desenvolver parcerias junto às universidades e aos centros de pesquisa.

Seja através de desenvolvimento interno ou através de parcerias, a indústria seriada realiza investimentos em atividades voltadas à P&D, ainda que estes sejam pouco expressivos, se comparados aos realizados por outros países, como ilustra a tabela 4.1.

TABELA 4.1: Despesas com C&T/P&D por fonte de financiamento (governo e indústria) e relação DNCT/PIB. [ZAWISLAK, 1995].

PAÍS	GOVERNO (%)	INDÚSTRIA (%)	DNCT/PIB (%) [*]
Coréia do Sul	19,0	81,0	1,8
Japão	21,3	78,7	2,8
Alemanha	35,3	64,2	2,7
Inglaterra	39,8	60,2	2,4
Canadá	44,7	55,3	1,3
Estados Unidos	50,5	49,5	2,7
França	52,9	47,1	2,3
Itália	54,9	45,1	1,3
Brasil	83,8	16,2	0,5

(*) DNCT: Despesa Nacional com Ciência e Tecnologia
PIB: Produto Interno Bruto

A análise dos dados apresentados na tabela 4.1, deixa claro que, além do Brasil investir pouco em P&D, frente aos demais países, o investimento que é feito, na sua maioria, não provém do setor industrial, mas sim de incentivos governamentais. Isto contrasta significativamente com os demais países, que além de terem um maior investimento em P&D, esses são provenientes, em grande parte, do próprio setor industrial.

Se os investimentos na indústria de bens de consumo são considerados reduzidos, é pior a situação na indústria da Construção de Edifícios, no Brasil. Tal setor industrial opera quase que exclusivamente com empresas de médio e

pequeno porte, com capital exclusivamente nacional e com pouquíssimos recursos destinados ao desenvolvimento tecnológico.

Há, além disso, uma pulverização das atividades entre um grande número de pequenas empresas, especializadas por serviços e, também, um grande número de participantes no processo de produção, havendo, por consequência, maior limitação de recursos individuais, para investimentos específicos em P&D.

Além de partirem de um pressuposto ainda distante da indústria da Construção de Edifícios, os modelos estudados no item 4.2 contêm diretrizes genéricas, enfocando, na maioria das vezes, questões conceituais envolvendo o processo de implantação e não aquelas de ordem estratégica e tática, que permitiriam conduzir efetivamente a implantação no interior de uma empresa.

TWISS [1973], em seu modelo, por exemplo, deixa expressa a necessidade de um projeto que incorpore o desenvolvimento tecnológico, a fim de se dar entrada ao processo de manufatura; no entanto, o autor trata o assunto segundo uma abordagem conceitual e não apresenta os passos operacionais para a viabilização da entrada desse novo projeto no processo de manufatura e sabe-se que este é o momento mais difícil não apenas no caso da Construção de Edifícios, mas para uma expressiva parcela dos setores industriais.

O modelo proposto por BARATELLI JR. et al. [1994] está mais afeito à inovação de produto e não se encontra detalhado. Os autores apresentam como etapa operacional, apenas o teste em protótipo, que eventualmente poderá ocorrer num ambiente de mercado. No entanto, não enfatizam sob quais condições este teste deverá ser realizado e como os resultados obtidos poderão realimentar o processo de inovação.

Vale destacar, ainda, que a participação e o comprometimento da alta gerência no processo de implantação aparece explícita ou implicitamente em todas as colocações anteriormente apresentadas. Com isto, pode-se concluir que nas empresas da indústria seriada, assim como na indústria da Construção de Edifícios, a função tecnológica não pode estar desvinculada da estratégia da empresa, senão, tende a desaparecer.

Finalmente, dos estudos realizados anteriormente, pode-se concluir que o processo de inovação tecnológica no contexto de uma indústria, deverá ser conduzido pelas seguintes diretrizes:

de ordem estratégica: participação e comprometimento da alta administração e, o desenvolvimento ou a busca de novas tecnologias, voltadas ao mercado;

de ordem operacional: incorporação das novas tecnologias ao “projeto que subsidia a produção” e, a execução e avaliação de protótipos.

4.2 A Inovação Tecnológica na Indústria da Construção Civil

A bibliografia que trata da inovação ou mudança tecnológica na indústria da Construção Civil não é tão extensa como a que se refere aos outros setores industriais; no entanto, existem pesquisadores que vêm estudando essa questão de maneira sistemática.

Ainda que pareça um assunto recente nesse setor industrial, não o é, como pode ser identificado pelo prefácio do Segundo Congresso do CIB, realizado em Amsterdam, em 1962, assinado pelo presidente do Congresso, que afirma: “as construções de edifícios têm passado por um período de mudanças mais rápidas do que vinha ocorrendo em tempos anteriores. Novos materiais, novos sistemas estruturais e novos métodos de construção têm surgido a partir do avanço em ciência e tecnologia. Sua adoção tem sido, e está sendo, estimulada por pressões econômicas na indústria, para incrementar sua produtividade e ter a mesma velocidade de avanço dos outros setores industriais. O crescimento gradual, que todas as nações almejam, no padrão de vida e os novos requisitos de desempenho exigidos pelos usuários estão incrementando e alterando a demanda na indústria da Construção.” [LEA, 1962].

Nesse mesmo prefácio, o presidente do CIB destaca alguns elementos de reflexão para o processo de inovação na indústria da Construção Civil, os quais estão reproduzidos na seqüência:

- “se o caminho da inovação está sendo aplainado, precisamos entender as forças que a induzem e os obstáculos que podem impedir a aplicação de novos conceitos: os edifícios são construídos pelo trabalho individual de homens, treinados em diferentes ofícios e por um trabalho coletivo de uma organização empresarial. Nós precisamos conhecer as mudanças que as inovações trazem no modelo de trabalho e na sua forma de organização e perceber como estes podem ser trazidos mais suavemente para uma aplicação efetiva”;
- “o projetista tem estado atento tanto para as novas demandas dos seus clientes quanto para os novos meios disponíveis para satisfazê-las. As exigências e os anseios dos usuários devem ser identificadas e expressas de modo que sejam significativas para o projetista; novos desenvolvimentos devem ser avaliados em relação à sua qualidade, adequação ao propósito e validade econômica”;
- “o conhecimento de novos desenvolvimentos deve ser transferido àqueles que se relacionam com a construção para que a sua adoção seja assegurada”.

As colocações anteriores mostram que é preciso ter um completo entendimento das forças que induzem e que inibem a inovação tecnológica no setor. De modo geral, são destacados como elementos imprescindíveis à inovação: a completa integração entre a organização empresarial e aqueles que concretizam essa inovação no canteiro de obras; as responsabilidades do projeto e do projetista ao procurarem integrar as necessidades dos clientes com as disponibilidades tecnológicas; e a transferência das novas tecnologias para toda a empresa, como uma forma de assegurar a efetivação da inovação.

Apesar de terem se passado mais de três décadas, esses temas continuam vivos e presentes nos dias atuais, deixando transparecer que não se caminhou muito no processo de desenvolvimento tecnológico, ao menos no Brasil; pois, junto a um cenário de grandes modificações pelas quais o setor vem passando, as preocupações européias, da década de 60, voltam a ser discutidas, no Brasil, no fim da década de 90.

E hoje, tem-se presente na economia e na sociedade, tanto no Brasil, como em outros países, elementos propícios à introdução de inovações que levem à evolução do processo de produção de edifícios.

Segundo os pesquisadores chilenos, GHIO; BASCUÑÁN [1995] as principais condições, favoráveis à introdução de mudanças tecnológicas, são:

- **estabilidade de mercado**, por favorecer o crescimento industrial;
- **fácil acesso à informação**, tanto através dos fabricantes de materiais, componentes, equipamentos e ferramentas, como através da área científica, citando o fácil acesso à Internet;
- **maior competitividade**, em função da abertura de mercados;
- **demandas por menores prazos e custos**;
- **demandas por qualidade**, fazendo com que se busque incorporar novas tecnologias e melhorar a efetividade dos métodos construtivos;
- **demandas por redução do impacto ao meio ambiente**, imposta pela legislação.

É preciso possibilitar uma evolução tecnológica na produção dos edifícios; e, para isso, é preciso criar uma sistemática de trabalho que auxilie as empresas nessa “*empreitada*”.

Para que se possa propor uma metodologia que seja eficiente às empresas que procuram essa evolução, busca-se apresentar e discutir, na seqüência, alguns dos modelos propostos por outros pesquisadores objetivando a implantação de novas tecnologias na Construção Civil.

4.2.1 Modelo que envolve o processo de desenvolvimento tecnológico

SABBATINI [1989] apresenta uma metodologia para o *desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos (MPSCConst.)*, na qual fica demonstrada que a fase de implantação é fundamental para a concretização do processo de desenvolvimento.

A sua proposta, ilustrada na figura 4.5, mostra que **o resultado do desenvolvimento**, para ser considerado uma **inovação tecnológica**, deve ser efetivamente implantado no mercado, o que significa existirem as etapas 9 a 12 da

proposta, ou seja: as etapas de divulgação; construção em escala piloto; aperfeiçoamento da tecnologia e construção em escala de mercado.

Essas etapas, nesse modelo de desenvolvimento são agrupadas numa fase denominada pelo autor de *ciclo de aperfeiçoamento da tecnologia*.

O ciclo de aperfeiçoamento, melhor detalhado na figura 4.6, é constituído por um fluxo interativo, que se inicia logo após a etapa de consolidação da tecnologia (etapa 8), através da sua divulgação ao mercado (etapa 9), envolvendo tanto a parte técnica, como a parte comercial. Segundo SABBATINI [1989], nessa fase, a participação dos pesquisadores envolvidos com o desenvolvimento é muito relevante, para que possam, a partir dos retornos obtidos, aperfeiçoar a tecnologia proposta.

Assim que a tecnologia esteja disponível ao mercado, após a etapa de divulgação, SABBATINI [1989] propõe que a mesma seja empregada de maneira controlada, “em uma escala experimental, em condições de trabalho e em um ritmo de produção diferente da construção em escala industrial (...) para que a detecção das deficiências não causem problemas em níveis elevados e para que haja a possibilidade de efetivar as correções em tempo hábil”.

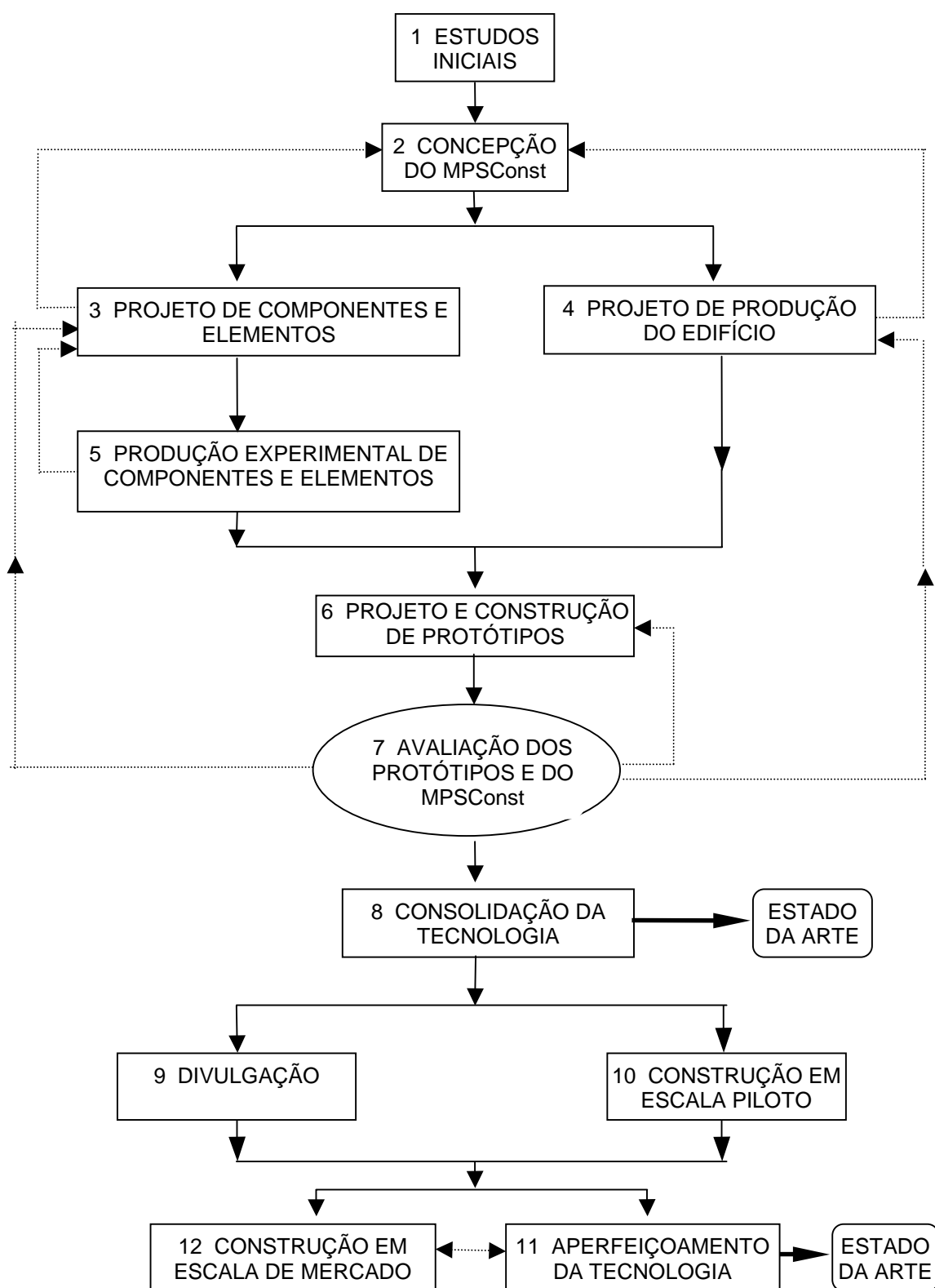


FIGURA 4.5: Ilustração das fases e etapas da metodologia para o desenvolvimento de MPSCConst. proposta por SABBATINI [1989]

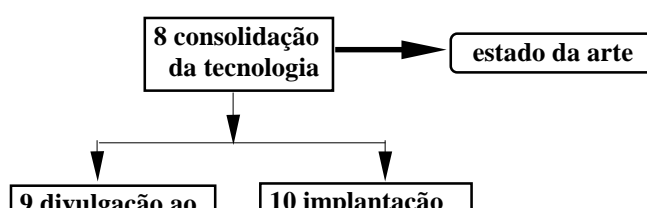


FIGURA 4.6: Fluxograma das etapas iniciais da transferência de tecnologias ao mercado adaptado de SABBATINI [1989]

A etapa de implantação em escala piloto (etapa 10) gera as informações para que ocorra a etapa 11, de aperfeiçoamento da tecnologia, cujo objetivo é fazer a manutenção da tecnologia e promover a sua evolução. Essa é uma etapa que deve ser realimentada continuamente pelas avaliações realizadas para cada aplicação, a fim de não deixar que a tecnologia torne-se obsoleta.

A fase final da proposta de SABBATINI [1989] constitui-se na disseminação da tecnologia para todo o mercado que, segundo o autor, justifica-se enquanto etapa do processo de desenvolvimento, na medida em que existe a etapa 11 para fazer a sua realimentação.

Dessa maneira, o ciclo de aperfeiçoamento contém, no seu interior, um outro ciclo fechado, constituído pela etapa de construção em escala de mercado (etapa 12) e subetapas 11c e 11d, o qual, segundo esse mesmo autor, é responsável pela contínua evolução da tecnologia e também, pela maximização da racionalização construtiva e alimentação do 'estado-da-arte' da tecnologia, até a sua retirada do mercado.

Uma análise cuidadosa da proposição de SABBATINI [1989] permite identificar que o processo de desenvolvimento pode ser associado ao processo de inovação tecnológica a ser empreendido por uma empresa construtora.

As etapas específicas de desenvolvimento da nova tecnologia não precisam ocorrer no âmbito da empresa. Elas podem se dar em um ambiente diferente, como por exemplo, em universidades, em institutos de pesquisa e desenvolvimento, em empresas de materiais, componentes e de equipamentos, a partir do que, as tecnologias estariam disponíveis.

No entanto, a partir do momento que a empresa passa a ter a informação sobre a existência das novas tecnologias, para evoluir tecnologicamente, deverá conseguir implantá-las em seu sistema produtivo. Deverá dar início a um processo de implantação, o qual, assim como o de desenvolvimento tecnológico, deverá envolver diversas etapas que permitam à empresa ir “aprendendo as novas tecnologias”, conhecendo as suas características e efetivamente utilizando-as em seus canteiros de obras.

Dessa maneira, fazendo-se uma analogia entre a proposição de SABBATINI [1989], e o processo de implantação de TCR's em empresas construtoras, este último deverá envolver etapas e atividades que permitam:

- identificação da viabilidade de implantação de TCR's;
- planejamento do processo de implantação de TCR's;
- realização do projeto das TCR's visando a sua implantação;
- aplicação experimental das TCR's, avaliando seus resultados;
- aplicação das TCR's em protótipos, avaliando seus resultados;
- consolidação e divulgação das TCR's na empresa.

Constitui-se num processo evolutivo pelo qual a empresa deverá passar, até que as inovações tecnológicas sejam realmente incorporadas ao seu dia-a-dia.

O processo de implantação deverá envolver efetivamente a participação das empresas de construção de edifícios, as quais deverão estar devidamente organizadas para a recepção das novas tecnologias.

4.2.2 Modelos específicos para a implantação de inovações tecnológicas

Os modelos para implantação de inovações tecnológicas, apresentados neste item, são constituídos, fundamentalmente, por diretrizes que deverão conduzir o processo de implantação, as quais estão presentes numa série de trabalhos, de diversos pesquisadores envolvidos com o tema.

Um estudo que deve ser destacado é o que vem sendo realizado por Clyde Tatum, um dos pesquisadores da *Stanford University* e membro da *American Society of Civil Engineers (ASCE)*.

Esse pesquisador, a partir do estudo de inovações tecnológicas ocorridas em diversas empresas de construção civil, sobretudo de obras pesadas, afirma que as mudanças quanto às exigências dos usuários e a competição estrangeira no mercado de construção dos Estados Unidos vêm demandando a implantação de inovações tecnológicas [TATUM, 1984]. E, em um outro trabalho [TATUM, 1987], esse pesquisador propõe algumas diretrizes que devem conduzir o processo de inovação, as quais são ilustradas na figura 4.7.

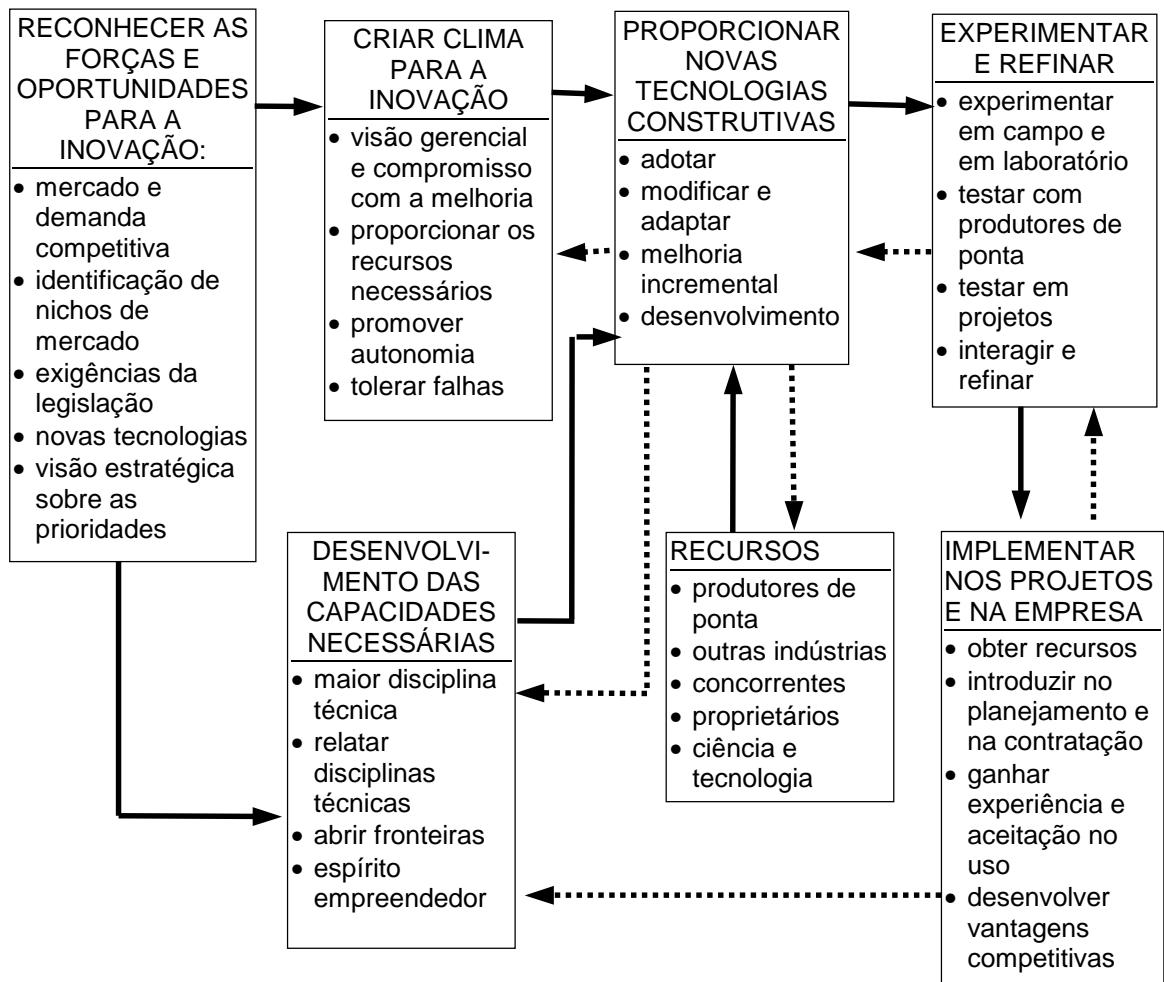


FIGURA 4.7: Processo de inovação em empresas de construção [TATUM, 1987]

LABORDE; SANVIDO [1994], por sua vez, fazem uma crítica ao modelo de implantação de inovações tecnológicas proposto por TATUM [1987]. Segundo esses autores, o modelo de TATUM [1987], devido à sua complexidade e ao número de papéis que é designado à pessoa chave, não deve ser utilizado para pequenas empresas.

E, a partir do estudo de seis casos bem sucedidos de inovação tecnológica aplicada à melhoria dos processos de produção, LABORDE; SANVIDO [1994], propõem algumas diretrizes para a implantação de inovações tecnológicas em empresas de pequeno porte.

Os casos estudados pelos pesquisadores envolveram a implantação de sistemas de 3DCAD (*"three dimensional computer-aided design"*); um novo sistema

de fôrmas trepantes; um método construtivo de estrutura do tipo “*up-down*” e o controle geométrico através de nível “laser”.

A maioria dos casos enfocados por LABORDE; SANVIDO [1994] tratam de inovações que rompem mais abruptamente com o antigo processo de construção, exceto no caso do controle geométrico por nível “laser”. Essa modificação, apesar de romper com a antiga forma de controle, trata-se de uma inovação restrita à algumas atividades no canteiro de obras, sendo, assim, uma de pequena amplitude e de mais fácil gerenciamento.

Segundo LABORDE; SANVIDO [1994], o que mais afeta o processo de inovação é o tamanho da empresa e o tipo de amplitude da inovação.

Quanto ao **tamanho da empresa**, segundo os autores, apesar de não ser uma barreira à inovação, há uma variação no processo de implantação, pelas implicações na dinâmica da empresa, como ilustra a tabela 4.2.

TABELA 4.2: Influência do tamanho da empresa no processo de inovação tecnológica [LABORDE; SANVIDO, 1994].

fator analisado	pequena empresa (empresa local)	empresa de grande porte (empresa nacional)
Risco financeiro	Elevado risco; desproporcional porque não pode ser amortizado no conjunto de projetos.	É possível amortizar o risco em um grande número de projetos. Maior capacidade de encontrar novas tecnologias.
Recursos para P&D	Freqüentemente carecem de técnicos qualificados e recursos para suportar um esforço formal de P&D.	Capaz de atrair equipes de técnicos qualificados e podem suportar departamentos de P&D.
Velocidade de comunicação interna	Rede de comunicação eficiente e informal; rápida resposta a problemas; fácil adaptação a mudanças.	Canais de comunicação congestionados; vagarosa reação a problemas; implementação de mudanças difícil e vagarosa
Estilo de gerência	Ausência de burocracia; gerentes inovadores que podem rapidamente tirar vantagens de novas oportunidades	Processo de decisão centralizado e aumento dos níveis gerenciais; dificuldade de comunicação; oculta problemas e inibe mudanças.

No que se refere **ao tipo e amplitude** da inovação, os autores afirmam que, quando a inovação é aplicada a um particular empreendimento, fica restrita ao grupo, que, na maioria das vezes, deverá trabalhar com os recursos de orçamento afeitos a ele. Neste caso, são implementadas tecnologias que melhoram aquele empreendimento, esperando-se dele o retorno da implantação.

Nos casos em que a empresa tem por filosofia estar permanentemente inserida num ambiente inovador, é comum haver um departamento específico, envolvido com as inovações; neste caso, os recursos e a equipe não são ligados a um particular empreendimento, aceitando-se retornos de mais longo prazo, que poderão se concretizar em obras futuras.

As diretrizes para implantação de inovações tecnológicas em empresas construtoras, propostas por LABORDE; SANVIDO [1994] são muito semelhantes às propostas por TATUM [1987]. Aqueles autores salientam, porém, que as suas diretrizes podem ser adaptadas ao emprego de uma situação específica, quando se deseja a resolução imediata de um problema particular, ou podem ser aplicadas num contexto maior, como ao direcionamento das ações de uma empresa que busque melhorar as práticas de negócios e manter-se competitiva no mercado.

DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992], pesquisadores do *Virginia Tech, Blacksburg*, também associados do ASCE, propõem um modelo de transferência de tecnologia voltado à introdução de tecnologia de sistemas especialistas ("expert systems technology's"), o qual passa por três estágios distintos: identificação; avaliação e implementação, caracterizados a seguir e ilustrados na figura 4.8.

IDENTIFICAÇÃO - é a fase que envolve o reconhecimento das oportunidades para explorar novas tecnologias e a identificação das tecnologias de sistemas especialistas por um membro da empresa.

AVALIAÇÃO - é a fase que envolve as etapas de comprometimento de recursos iniciais, desenvolvimento das capacidades dos sistemas especialistas e avaliação técnico-organizacional.

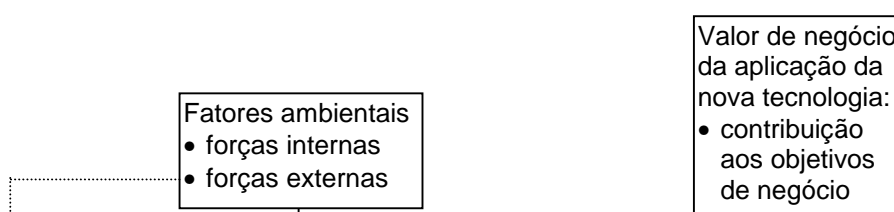


FIGURA 4.8: Relação entre os fatores que afetam a transferência de tecnologia de sistemas especialistas [DE LA GARZA; MITROPOULOS, 1992]

IMPLEMENTAÇÃO - fase que envolve: a decisão quanto a adoção pela alta gerência e o comprometimento dos recursos; desenvolvimento e implantação da tecnologia de sistemas especialistas; avaliação do retorno do emprego da nova tecnologia e confirmação da relevância dos sistemas especialistas.

Os modelos para o processo de inovação propostos por TATUM [1987]; por DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992] e por LABORDE; SANVIDO [1994], contêm uma série de passos e ações que devem ser considerados no desenvolvimento de uma metodologia para implantação de TCR's. Por isso, a seguir,

essas propostas serão analisadas, juntando-se, às mesmas, proposições de outros autores, também envolvidos com o tema.

4.2.3 Análise das diretrizes para implantação de inovações tecnológicas

A análise feita neste item tomará como parâmetro o modelo proposto por TATUM [1987], apresentado na figura 4.7, considerando-se cada um dos elementos do seu plano de ação, quais sejam:

- reconhecer as forças e oportunidades para inovação;
- criar um clima para inovação;
- desenvolver as capacidades necessárias;
- busca de novas tecnologias construtivas;
- experimentar em campo ou em laboratório e refinar;
- implementar em empreendimentos e na empresa.

4.2.3.1 Reconhecer as forças e oportunidades para inovação

Analizando-se a proposição de TATUM [1987], ilustrada na figura 4.7, anteriormente apresentada, fica claro que o processo de inovação tecnológica na indústria da Construção é iniciado à medida em que existe algum tipo de impulso para a mudança, ou seja, “as forças e oportunidades para inovação”.

TATUM [1987] salienta, ainda, que as principais forças e oportunidades para inovação são: demanda de mercado; identificação de novos “nicho” de mercado; exigências da legislação; novas tecnologias e visão estratégica sobre as prioridades.

Reconhecer as forças e as oportunidades para explorar novas tecnologias está também presente no trabalho de DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992], na etapa que denominam de identificação, anteriormente salientada. E, pela figura 4.8, fica claro que essas forças podem ter origem interna ou externa à empresa.

O papel das forças de mercado (*demand-pull*) e do “avanço tecnológico” (*technology-push*) como incentivos para a mudança é destacado, ainda, nos trabalhos de TATUM [1986] e de NAM; TATUM [1989], no qual afirmam que

algumas vezes é a velocidade do avanço científico e o tamanho do grupo de pesquisa que determinam o nível de inovação, enquanto outras vezes são as forças de mercado que provocam a inovação.

NAM; TATUM [1992], após uma extensa pesquisa, na qual analisam diferentes empresas que tiveram sucesso ao implantar inovações tecnológicas em seu processo de produção, são enfáticos ao afirmar que o principal elemento que leva à inovação é o desenvolvimento tecnológico.

Salientam ainda que o resultado desse desenvolvimento é comumente implantado a partir de melhorias incrementais, através de um esforço persistente em todos os níveis organizacionais da empresa.

Esses pesquisadores afirmam também que a demanda de mercado e a disponibilidade de tecnologia, por si só, não deflagram o processo de inovação na empresa. Há forças internas que podem conduzir ao processo de mudança ou mesmo obstruí-lo, destacando-se **o foco estratégico da empresa**, ou seja, o entendimento de para onde deseja prosseguir e como quer conduzir seus próximos passos. Nesse sentido, o posicionamento da alta administração, reconhecendo a necessidade de inovação, é apresentado como sendo um elemento de destaque.

O envolvimento da alta administração está presente também no trabalho de TATUM [1984] ao afirmar que uma condição fundamental para a inovação é “o compromisso gerencial forte e imparcial para selecionar as tecnologias que melhor suportem os objetivos do empreendimento”.

Essa posição é confirmada por GHIO; BASCUÑÁN [1995], ao afirmarem que deve haver “a decisão expressa da empresa pelo caminho da inovação, entendendo claramente quais são os seus benefícios”.

Além disso, esses pesquisadores destacam, ainda, que devem estar presentes: “a motivação e o comprometimento de pelo menos um executivo que participe da direção da empresa, disposto a promover o desenvolvimento”.

Quanto à participação gerencial, DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992] salientam que a introdução de uma inovação tecnológica pode seguir dois cami-

nhos distintos na empresa, em função da posição que o introdutor da nova tecnologia (“*gatekeeper*”) ocupa na mesma.

Pode-se ter uma tecnologia vinda de cima para baixo (“*top-down*”) ou de baixo para cima (“*botton-up*”). No primeiro caso, a nova tecnologia é introduzida e sustentada pela alta gerência. Numa abordagem de baixo para cima, a nova tecnologia é introduzida e conduzida por um membro da empresa que não pertence ao grupo da alta gerência.

DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992] destacam que existem outros fatores que podem influenciar o processo de implantação de novas tecnologias, além da posição daquele que introduz a inovação (“*gatekeeper*”), destacando:

- atitude da alta gerência com relação à tecnologia;
- condições organizacionais da empresa;
- capacidades tecnológicas organizacionais;
- maturidade da tecnologia de sistemas especialistas.

No trabalho de DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992], fica expresso que a atitude gerencial é um dos principais fatores que afetam todas as demais fases do processo de inovação. Salientam que o posicionamento da gerência frente à estratégia tecnológica da empresa direciona todas as ações empresariais.

Uma atitude positiva da alta administração leva a uma estratégia ativa; enquanto uma atitude negativa ou indiferente leva à perda da estratégia tecnológica. Neste caso, a tecnologia somente será aplicada se outros fatores criarem forças suficientes para sobrepor a esta atitude.

SERPEL [1995], analisando o comportamento de empresas chilenas frente ao processo de inovação tecnológica, afirma que existem forças, dentre as quais destaca a inércia, o hábito e a comodidade com o conhecido, que procuram manter a situação inalterada, sem a introdução de mudanças.

Esse autor salienta que “as reações são mais devidas ao medo da perda de controle do que à mudança propriamente dita”. Por essa razão, destaca que as empresas devem criar um ambiente de trabalho favorável às trocas e à introdução de inovações e de novas tecnologias.

A partir de um estudo realizado junto a cinco casos de implantação de algum tipo de inovação em empresas construtoras envolvendo melhoria nos sistemas administrativos e dos processos de construção, SERPEL [1995] identifica os elementos estratégicos que devem estar presentes no ambiente da empresa para facilitar o processo de implantação de inovações, dentre os quais, destaca:

- compromisso da alta administração, com uma organização de grupo;
- a inovação deve ser parte do plano estratégico da empresa;
- devem existir: uma perspectiva de longo prazo; programas de incentivos; difusão ampla dos objetivos e dos resultados esperados e alcançados.

SERPEL [1995] conclui que: “para que a inovação possa ser um processo mais difundido na Construção Civil, é clara a necessidade de controle nas relações entre os diversos envolvidos no processo de produção de edifícios, como por exemplo os empreendedores, projetistas, fornecedores de materiais, construtores, etc.”.

SANDERS; ESKRIDGE [1993] destacam, ainda, como elementos estratégicos fundamentais para a condução do processo de inovação: o alinhamento dos interesses entre as diretrizes estabelecidas e os trabalhadores em todos os níveis; e também, a adaptação das inovações às características da empresa.

Das colocações anteriores fica claro que a estrutura organizacional e a cultura da empresa são fatores que influenciam a implantação de novas tecnologias, porque elas afetam a capacidade gerencial de conduzir esse processo. Por isso, o grau de compatibilidade entre a tecnologia e os valores organizacionais irão influenciar a capacidade de aceitação do processo de inovação.

4.2.3.2 O comprometimento e desenvolvimento dos recursos

A partir do momento que o foco estratégico da empresa passa a ser a implantação de melhorias e inovações, estabelece-se a necessidade de viabilizar essa estratégia.

Segundo TATUM [1987], essa etapa deve envolver atividades que resultem num ambiente propício à receptividade das inovações e que permitam o desenvolvimento das capacidades exigidas.

Os recursos para o processo de inovação dizem respeito, sobretudo, às pessoas com capacidade de condução do processo e à infra-estrutura exigida para a condução desse processo, abordados na seqüência.

a) os líderes do processo de inovação

O envolvimento daqueles que formam a empresa, na sua estratégia, é condição básica para que se alcance os objetivos estabelecidos. Assim, o início do processo de mudança e de evolução deve encontrar um ambiente favorável, no qual as pessoas estejam dispostas a participar e a se envolver com os objetivos estabelecidos.

GHIO; BASCUÑÁN [1995] apontam a necessidade de uma pessoa responsável pela condução do processo de mudança tecnológica, ainda que a pessoa não seja membro da empresa, como é o caso do uso de consultores. Esses pesquisadores destacam, também, a exigência de investimentos em algum tipo de capacitação daqueles que irão participar do processo de implantação de inovações.

SANDERS; ESKRIDGE [1993], por sua vez, enfatizam que os **líderes** devem ser identificados desde cedo no processo de inovação. Segundo esses autores, os **líderes** não podem ser apontados; devem surgir. Devem ser pessoas que tenham seu próprio interesse na nova idéia e assim, devem ter desejo e determinação de ver sua idéia completamente implementada com sucesso. Devem ter um papel de condutor do processo de inovação.

Além disso, uma forte competência técnica nas disciplinas relativas aos requisitos de projeto e operações de produção usados pela empresa é a chave para a capacidade de inovar. Ou seja, devem existir pessoas que tenham o domínio tecnológico dos processos de produção em utilização na empresa, e também *um líder* (“*champion*”) com competência para a condução da inovação, junto a todos os envolvidos no processo de produção: proprietários, projetistas, fornecedores, usuários [TATUM, 1987].

A existência de **líderes** conduzindo o processo de implantação de novas tecnologias é defendida também nos trabalhos de QUINN [1986]; TATUM [1989];

NAM; TATUM [1989], sendo que esses últimos identificam três tipos de **líderes** que trabalham juntos:

- o “**líder técnico**”: é aquele que a partir de um conceito inicial, desenvolve-o até chegar a um produto ou processo viável;
- o “**líder de negócio**”: é aquele que viabiliza a estrutura de negócio para a aplicação de uma idéia técnica;
- o “**líder executivo**”: é aquele que sustenta a idéia junto à alta gerência.

Além desses “**líderes**”, TATUM [1989] salienta que também devem estar presentes nas empresas:

- pessoas com visão de futuro, que acreditam no potencial da inovação;
- pessoas insatisfeitas com o patamar alcançado, ou seja, que acreditam que “deve haver um modo melhor”;
- pessoas dispostas a buscar tecnologias externas à empresa, que tenham potencial para avaliá-las e percepção de onde utilizá-las.

Esse autor afirma que não há na empresa pessoas específicas para essas funções, sendo comum que isso parta dos gerentes, num primeiro momento, e depois, com o crescimento da idéia, essas funções sejam exercidas por pessoas que ocupam um plano secundário na empresa.

O **líder**, como um elemento do processo de inovação, é destacado também por SERPEL [1995]. Segundo esse autor, o **líder** deverá ter visão e disposição para assumir riscos e para superar obstáculos; ser capaz de se educar e de identificar oportunidades de inovação e, ainda, ser capaz de passar a inovação para os demais e educá-los, tanto formal como informalmente.

DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992], por sua vez, defendem que, além da firme disposição de buscar a inovação tecnológica, a gerência deve ser capaz de entender o potencial da nova tecnologia e para isto, precisa ter um embasamento tecnológico.

Segundo esses autores, a alta posição dos “captadores de tecnologias” (“gatekeepers”) na hierarquia organizacional capacita-os a entender o potencial da tecnologia e como pode servir para se chegar aos objetivos estratégicos da empresa. Por isso, a gerência deve assegurar que as aplicações escolhidas

sejam relevantes para a organização e deve selecionar aquelas que sirvam melhor aos seus objetivos.

Pela tabela 4.2, anteriormente apresentada, de autoria de LABORDE; SANVIDO [1994], fica claro que o “estilo de gerência” influencia no processo de implantação e que as características da gerência são distintas nos casos das pequenas e grandes empresas. Segundo os autores, no caso das pequenas empresas, a ausência de burocracia e a conseqüente agilidade das ações podem resultar em vantagens ao processo de implantação; enquanto o processo de decisão centralizado e o aumento dos níveis gerenciais, comum das grandes organizações, dificultam o processo de comunicação e podem favorecer e ocultar problemas, inibindo o processo de mudança.

b) o sistema de comunicação favorecendo o processo de implantação

Um ambiente favorável ao processo de inovação, segundo TATUM [1984], deverá permitir a “fluência efetiva de informações dentro da equipe para identificar e resolver problemas resultantes da nova tecnologia”.

A existência de linhas de comunicação eficientes é destacada também por SERPEL [1995], para que se tenha sucesso na implantação de inovações.

SANDERS; ESKRIDGE [1993] também apontam o estabelecimento de comunicação formal e um sistema de retorno como elementos do processo de implantação de novas tecnologias.

Para que esses elementos estejam presente, os autores salientam que deverá existir canais de comunicação internos à empresa de forma que idéias de mudanças (que venham dos empregados de todos os níveis da empresa) possam ser coletadas e implementadas.

LABORDE; SANVIDO [1994] também destacam a relevância do sistema de comunicação nas empresas. Esses pesquisadores afirmam que as pequenas empresas tendem a ter uma rede de comunicação eficiente e informal, que proporciona rápida resposta a problemas, sendo mais fácil a adaptação a mudanças; enquanto as grandes empresas possuem, na maioria das vezes, canais de comunicação congestionados, com uma vagarosa reação a

problemas e, com isto, a implementação de mudanças torna-se mais difícil e vagarosa.

c) os recursos financeiros para a viabilização da implantação

O custo da tecnologia é um outro fator que afeta a probabilidade de sua adoção. O custo inclui todas as despesas com o desenvolvimento e o próprio uso da tecnologia e depende, preliminarmente, do estágio de desenvolvimento da tecnologia e, em segundo plano, das capacidades tecnológicas existentes na empresa. Então, para minimizar o custo e conseqüentemente o risco financeiro, a empresa pode desenvolver aplicações de pequena amplitude e relativamente simples, que requerem menos recursos [DE LA GARZA; MITROPOULOS, 1992].

O risco financeiro é destacado também por LABORDE; SANVIDO [1994], como uma das principais variáveis do processo de implantação. Esses autores afirmam que, para as pequenas empresas, é mais difícil assumir o risco envolvido na implantação de uma nova tecnologia, uma vez que os investimentos dificilmente poderão ser amortizados no seu conjunto de projetos. No que se refere aos riscos, a empresa de grande porte leva vantagens, uma vez que podem amortizá-los num grande número de projetos.

4.2.3.3 Busca de novas tecnologias construtivas

A busca de novas tecnologias é um aspecto destacado pela maioria dos pesquisadores.

TATUM [1987] salienta que as tecnologia podem ter diferentes origens, dentre as quais, destaca: a adoção de tecnologias provenientes de fontes externas à empresa; a modificação e adaptação de tecnologias disponíveis na empresa; a promoção de melhorias incrementais provocadas nas tecnologias em uso; o desenvolvimento de novas tecnologias.

DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992], em sua metodologia voltada a aplicação de tecnologias de sistemas especialistas (“expert systems technology’s”) destacam as fases de “identificação”, “avaliação” e “decisão sobre a adoção”, como fundamentais para o início do processo de implantação.

Segundo LABORDE; SANVIDO [1994], a etapa de **identificação** refere-se à busca de tecnologias “candidatas” à implantação. Esses autores apresentam como fontes chaves para a busca de tecnologias: fornecedores de materiais e componentes; subcontratados; competição entre as empresas; universidades e institutos de pesquisa; operários; esforço formal de desenvolvimento interno.

Não basta, apenas, identificar as novas tecnologias disponíveis. Uma vez identificadas, deve-se passar à etapa de **avaliação** das mesmas, cujo primeiro passo consiste na análise da relação custo/benefício de cada alternativa.

Para LABORDE; SANVIDO [1994], esta análise pode ser realizada pelo diretor de desenvolvimento ou pelo gerente do empreendimento, segundo os seguintes critérios:

- grau com que a inovação atende aos objetivos da empresa ou a estratégia do empreendimento;
- primeiro custo do novo produto (inovação de produto) ou equipamento ou “software” (inovação de processo);
- tempo disponível para a implantação das mudanças;
- impacto das mudanças nos diferentes departamentos da empresa;
- período de retorno;
- economia nos custos frente aos métodos convencionais;
- dificuldade de implementação;
- impacto sobre a moral, qualidade e segurança.

SANDERS; ESKRIDGE [1993] defendem a prática do “benchmarking” antes de se lançar a novas idéias, verificando-se o estágio das empresas concorrentes ou mesmo através da literatura, para identificar o estado-da-arte de uma determinada tecnologia dentro da indústria.

GHIO; BASCUÑÁN [1995] defendem a idéia de que, no princípio, deve-se optar por inovações que ofereçam retorno mais rápido, as quais, geralmente, referem-se a inovações que requerem menores investimentos, sendo mais tangíveis e mais fáceis de quantificar.

4.2.3.4 A experimentação e o refino de novas tecnologias

“Experimentar e refinar” as novas tecnologias é um aspecto destacado por diversos autores.

Tendo-se decidido sobre qual tecnologia empregar, deve-se passar a elaborar um planejamento para a utilização e o refino da nova tecnologia.

O planejamento dessa etapa é destacado como fundamental por muitos pesquisadores, dentre eles, SANDERS; ESKRIDGE [1993] e LABORDE; SANVIDO [1994].

TATUM [1987] salienta que muitas iterações poderão ser realizadas para satisfazer as condições da inovação e encontrar todo o seu potencial. Dessa forma, é preciso experimentar, testar e refinar.

A experimentação não precisa ser realizada em um laboratório; pode-se experimentar em campo, sob condições controladas. A experimentação possibilita controlar variáveis específicas e identificar as mudanças exigidas para encontrar os requisitos ou as restrições impostas por outras variáveis durante o processo de inovação.

TATUM [1987] afirma que: “essa etapa pode trazer resultados imprevisíveis, podendo ser extremamente frustrante e altamente iterativa”.

A etapa de teste, proposta por TATUM [1987], ainda dentro da fase de experimentação e refino, envolve a aplicação da nova tecnologia em protótipos objetivando o refinamento da mesma. O emprego em protótipos pode levar a alterações em critérios de projeto, materiais, configurações, técnicas de execução ou aplicações específicas.

A extensiva iteração e o refinamento, para a completa adequação da nova tecnologia, são elementos apresentados por diversos autores como sendo de grande dificuldade no processo de implantação. O longo período demandado para esta atividade pode criar sérios problemas para a empresa, quando o objetivo principal é a obtenção de resultados imediatos.

GHIO; BASCUÑÁN [1995] destacam que a equipe envolvida com o processo de implantação deverá ser responsável pela compatibilização das diversas

disciplinas de projetos e pela montagem de um arquivo que resuma os procedimentos, alterações e inovações implementadas de modo a poder “aparar qualquer aresta” e passar a informação a futuros projetos.

Esses pesquisadores sugerem que essa equipe seja constituída: pelo proprietário; pelos representantes das empresas construtoras, das empresas de projeto e dos fornecedores; e também, pelos consultores especializados nos processos de mudança.

DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992] também apresentam a etapa de implementação da nova tecnologia e afirmam que a capacidade de medir o retorno é crítica para a confirmação da relevância da tecnologia e para a continuidade de suporte da alta gerência.

SANDERS; ESKRIDGE [1993] salientam que devem ser estabelecidos meios de medição formal e procedimentos de avaliação. Segundo esses autores, essa é a maneira de avaliar se o programa de implantação está ocorrendo como planejado. Para eles, as táticas de avaliação variam de empresa para outra, conforme o número pessoas envolvidas, o número de melhorias implementadas e a economia esperada.

Durante o desenvolvimento da etapa de implementação, LABORDE; SANVIDO [1994] apresentam alguns elementos que devem estar presentes, a fim de favorecerem a efetivação da nova tecnologia.

- escolher um projeto pequeno, pois para uma primeira implantação de uma nova tecnologia, este tipo de projeto apresenta maior facilidade de gerenciamento, apresentando menores riscos para a empresa;
- escolher uma equipe de projeto competente, possuindo capacidade técnica e uma atitude positiva frente às inovações e mudanças;
- envolver o arquiteto e o proprietário tanto quanto possível, pois se eles participarem do desenvolvimento e planejamento dos estágios da nova tecnologia, estarão mais dispostos a cooperar;
- providenciar os recursos, tanto econômicos como humanos, aliviando-se o grupo de projeto de outras atividades que não dizem respeito à inovação;
- treinar os membros do grupo;

- investir tempo no planejamento, mais do que em um projeto convencional;
- assegurar encontros para revisões regulares, pois a comunicação é essencial neste tipo de proposta inovadora;
- registrar os acontecimentos sobre a nova tecnologia, seja o impacto sobre o planejamento, orçamento, produtividade, qualidade e segurança; o registro auxilia decisões futuras.

Nessa fase de implantação das novas tecnologias, SANDERS; ESKRIDGE [1993] destacam a contribuição do treinamento para a efetivação da nova tecnologia. Esses autores salientam que este é um recurso subutilizado na indústria da Construção Civil. Defendem que sejam utilizados treinamentos em todas as instâncias da empresa, de forma contínua e constante.

SANDERS; ESKRIDGE [1993] afirmam, ainda, que a empresa tem algumas opções para a implantação de mudanças, destacando-se a implantação por estágios incrementais e através de projetos piloto. Implantar por estágios significa que o esforço é quebrado em vários estágios e implementados um por vez. Segundo esses autores, essa situação facilita o controle gerencial, podendo-se implantar uma pequena parte, monitorar os resultados e então determinar o que se deve fazer em seguida. Trata-se de um processo de longo prazo e onde o retorno não vem tão cedo.

Esses autores propõem, ainda, que a implantação seja feita utilizando-se um projeto piloto, ao invés de se implantar a nova idéia em toda a empresa. Ao se selecionar um projeto para testar a implantação, tem um escopo mais estreito para ser monitorado. Além disso, destacam, que a empresa não deve tentar mudar muitas coisas de uma só vez, pois o sentimento de estabilidade deve estar presente nos operários.

4.2.3.5 Avaliação e disseminação da tecnologia na empresa

Após a fase de implantação, LABORDE; SANVIDO [1994] definem, ainda, uma etapa de **retorno**, que está implícita também na proposta de TATUM [1987], ao propor a fase de “refino”. Esta etapa permite uma análise dos resultados da inovação implementada, assim que o empreendimento estiver completo.

Segundo LABORDE; SANVIDO [1994], essa etapa deve envolver os seguintes passos:

- compilação de toda a documentação produzida ao longo do desenvolvimento do empreendimento e análise do resultado final;
- elaboração de recomendações para empreendimentos futuros, identificando-se como a tecnologia poderá ser modificada para melhor servir à empresa e, ainda, quais as características que o empreendimento deve apresentar para absorver a nova tecnologia e como poderá ser implantada em larga escala;
- recompensa dos membros do grupo, independente do sucesso ou fracasso da experiência. Essa recompensa poderá ser reconhecimento pessoal ou em dinheiro. Observam que, no caso de insucesso, o grupo não deverá ser punido, devendo-se dar uma chance para que aprenda a partir da falha, podendo corrigir num próximo trabalho;
- disseminação das informações para outros empreendimentos.

Para LABORDE; SANVIDO [1994], a disseminação pode ser viabilizada através do diretor de desenvolvimento, ou por meio da equipe que participou da primeira implantação. Para os autores, essa forma de disseminação diminui drasticamente o impacto da nova tecnologia na empresa.

Além disso, os autores propõem que seja criado um **banco de dados** contendo as lições aprendidas, o qual poderá subsidiar a elaboração de novos projetos e a realização de novos empreendimentos.

GHIO; BASCUÑÁN [1995] destacam, que uma base de dados com experiências passadas é fundamental para dar início ao processo de implantação. Para eles, se essa base não existir, deverá ser formada previamente à implantação.

SANDERS; ESKRIDGE [1993] também destacam que o estabelecimento de recompensas e reconhecimentos na fase de avaliação da implantação é um elemento relevante para o sucesso do processo de inovação. Segundo esses autores, “é melhor reconhecer um pouco de muitos do que muito de poucos”. Acrescentam, ainda, que a recompensa pode ser na forma de dinheiro ou

prêmios ou simples reconhecimento e destacam que, às vezes, o reconhecimento público tem mais efeito que a recompensa financeira.

Além disso, SANDERS; ESKRIDGE [1993] colocam a documentação como mais um instrumento do processo de implantação, uma vez que os esforços para a implementação das novas tecnologias, os sucessos e as falhas precisam ser documentados, para auxiliar novos esforços.

Segundo DE LA GARZA; MITROPOULOS [1992], essa última etapa, de confirmação, possibilita o retorno dos resultados à gerência, a qual compromete novos recursos para a continuidade da implantação ou rejeita a tecnologia. Esse estágio resulta em três possibilidades de retorno:

- a empresa aprecia ou rejeita as novas tecnologias como forma de atingir os objetivos do negócio;
- a alta gerência continua ou não a comprometer recursos para a tecnologia;
- a estratégia de implementação é reavaliada e uma diferente estratégia pode ser adotada.

Para TATUM [1987], a última etapa consiste na difusão das novas tecnologias na empresa como um todo. Para esse autor, assim como na indústria de bens de consumo, essa é uma etapa não totalmente equacionada. Coloca como passos principais para a sua concretização: prover os recursos de pessoal, de tecnologia, e os financeiros; alimentar o planejamento e orçamento, em função das implicações técnicas e comerciais; ganhar experiência e aceitação no uso e desenvolver a vantagem competitiva.

4.2.4 Elementos que se constituem em dificuldades à inovação

Além de todas as diretrizes anteriormente apresentadas, cabe destacar, ainda, alguns elementos comumente destacados como barreiras ao processo de inovação, os quais devem ser evitados ao se definir a organização e estratégia das empresas.

Segundo SERPEL [1995], as principais barreiras são:

- a grande maioria das empresas construtoras são de propriedade de empresários individuais ou familiares que tendem a não valorizar adequadamente

a contratação de pessoal qualificado para funções relevantes dentro da empresa; além disso, é comum haver um estilo personalista de administração, reduzindo a criatividade e inibindo a motivação das pessoas pelas idéias inovadoras;

- flutuações de mercado da indústria da Construção, uma vez que criam períodos de menor atividade relativa;
- falta de padronização dos produtos da construção (materiais e componentes) e de normalização adequada. Muitas idéias de inovações são deixadas de lado, por não se ter fornecedores e produtos no mercado capazes de atender aos requisitos que as mesmas impõem;
- falta de incentivo a inovação por parte dos clientes;
- falta de integração entre os diferentes agentes que participam de um empreendimento de construção, em particular: clientes, projetistas, construtora, fornecedores e subcontratados.

NEVES [1995], a partir de uma análise junto a empresas construtoras da cidade de Salvador (BA), identifica aspectos que interferem negativamente na implantação de melhorias e de inovações tecnológicas na produção de edifícios, destacando:

- os materiais, quando fora das especificações ou inadequados ou, ainda, cuja oferta não atende a demanda;
- a mão-de-obra de terceiros, sem a devida especialização;
- a ausência de investimentos em equipamentos mais sofisticados;
- equipe de engenharia pouco experiente para a construção de edifícios.

Segundo a autora, “as empresas que trabalham com estruturas pré-fabricadas de concreto ou metálicas têm mais facilidade de incorporar práticas racionalizadas ao processo construtivo, provavelmente transmitidas desta atividade para as demais”.

4.2.5 Análise das propostas voltadas à indústria da Construção

Os modelos propostos para implantação de inovações tecnológicas na indústria da Construção Civil, assim como os propostos para a indústria seriada,

também enfocam diretrizes globais, não chegando a orientar a condução estratégica do trabalho na empresa.

A metodologia proposta por SABBATINI [1989] foi criada objetivando o desenvolvimento tecnológico de MPSCConst.. Nesse contexto, a implantação do “produto” do desenvolvimento (a tecnologia construtiva), no mercado, é apenas uma das etapas da metodologia. E, essa etapa contém apenas diretrizes amplas para a sua efetivação. Desta maneira, da proposição de SABBATINI [1989], é possível aproveitar as idéias fundamentais, enquanto encadeamento global das atividades que deverão estar presentes.

Os modelos propostos por TATUM [1987] e por LABORDE; SANVIDO [1994] são os que mais se aproximam do objetivo do presente trabalho; no entanto, são muito genéricos, pois não enfatizam a operacionalização das diretrizes propostas.

Entretanto, acredita-se que, no Brasil, para se levar as TCR's ao canteiro de obras, é preciso mais que diretrizes genéricas. É preciso um plano de ação que permita às empresas visualizar e conduzir “passo-a-passo” o processo de implantação e que lhes permita definir com maior clareza os recursos envolvidos. O que se propõe no capítulo 5 é uma metodologia que procura contemplar esses aspectos.

Ainda que tratem de diretrizes globais, o estudo dos modelos e diretrizes anteriormente apresentados permitiram reunir os principais elementos que deverão estar presentes numa metodologia de implantação, a fim de que tenha um maior potencial para a efetivação das TCR's na cultura da empresa.

Esses elementos serão sintetizados e discutidos na seqüência.

A análise das propostas deixa claro que o processo de implantação de inovações tecnológicas na indústria da Construção Civil ocorre, na maioria das vezes, a partir de incentivos provenientes do mercado que, de alguma maneira, reivindica as alterações tecnológicas.

As novas tecnologias, raras vezes, são desenvolvidas pelas próprias empresas construtoras. No caso da indústria da Construção, a fonte de tecnologia é di-

versa, destacando-se a forte atuação das universidades e centros de pesquisa, bem como, a participação da indústria de materiais e componentes.

Além disso, ficou claro, também, que, para ocorrer a interação entre as necessidades de mercado e a mudança tecnológica, deverá haver uma “vontade” da organização, expressa em suas diretrizes estratégicas. Destaca-se, com isso, a **participação da alta direção**, envolvendo-se e comprometendo-se com o processo de implantação; agindo como elemento facilitador e tendo uma “visão de longo prazo” para a obtenção dos retornos pretendidos.

Não adianta existir demanda de mercado, sem a tecnologia ou, vice-versa, a tecnologia, sem uma demanda de mercado. E, além disso, o processo de inovação não será efetivado se as diretrizes estratégicas da empresa não contemplarem ações que facilitem a condução desse processo.

Assim, o foco estratégico e a definição de prioridades da empresa passam a ser um elemento motivador interno essencial para a aplicação de uma determinada inovação, em uma organização. Se a empresa não contemplar em sua estratégia de ação a busca da competência, através da introdução de novas tecnologias, pouco poderá ser feito.

Por isso, destaca-se a exigência de esforços persistentes em todos os níveis organizacionais da empresa, com o posicionamento da alta administração que tanto pode constituir-se num elemento motivador do processo de implantação, como pode obstruí-lo.

A existência de elementos que impulsionem o processo de inovação não é uma característica apenas da indústria da Construção Civil, mas de todo o setor industrial. No trabalho de FLEURY; FLEURY [1995], em que analisam o processo de aprendizagem e inovação nos setores automobilístico e de telecomunicações em três diferentes países - Japão, Coréia e Brasil - os autores salientam que “introduzir e cultivar a noção de mudança e inovação deixou de ser apenas um modismo para se tornar uma questão de sobrevivência e sucesso (...) Durante muito tempo a Função Tecnologia foi muito pouco importante na estratégia competitiva das empresas. Foi um tempo durante o qual

produzir certo e de maneira ótima não resultava em vantagem competitiva para a empresa”.

Para esses autores, “esse quadro começa a reverter com a mudança nas regras de competição, resultantes de um mercado que hoje é comprador, ou seja, a oferta é maior que a demanda e com isso é o cliente quem determina as regras de um mercado em que competição é a palavra de ordem”.

O ambiente em que a indústria da Construção Civil atua também tem passado por mudanças nos últimos tempos.

Atualmente, pode-se dizer que, enquanto demanda solvável, o mercado brasileiro é recessivo. Inúmeras empresas construtoras disputam um restrito número de empreendedores e de financiamentos disponíveis. Com isso, apenas as empresas de maior competência tendem a permanecer no mercado e há consenso entre os pesquisadores que a inovação tecnológica é uma das formas de desenvolvimento dessa competência.

No mercado brasileiro de Construção de Edifícios, algumas grandes empresas construtoras têm contribuído para que as demais, para não perder o seu mercado, realizem modificações em seu processo de produção, com vistas a torná-lo mais competitivo.

Mas, para que essas mudanças efetivem-se na cultura da empresa, os trabalhos estudados destacam, ainda, como sendo fundamentais os seguintes elementos:

- a presença de “**líderes**” com competência tecnológica para a condução do processo de implantação;
- um sistema de comunicação, que permita a troca de informações e a integração entre todos os níveis hierárquicos da empresa e também de todos os participantes do processo de produção, tais como os proprietários, os usuários, os projetistas, os fornecedores de materiais e mão-de-obra e a própria empresa é fundamental para o processo de inovação; e
- a disponibilidade de recursos de tempo e financeiros, que permitam viabilizar os recursos humanos, materiais e de equipamentos.

Além disso, a bibliografia destaca, ainda, que caberá à alta gestão assumir os riscos naturais do processo de implantação de inovações tecnológicas. Sem recursos e sem assumir riscos, não existe a implantação de novas tecnologias.

Além disso, alguns autores destacam o desenvolvimento do projeto como mais um elemento que deve estar presente na condução da implantação. Para isso, o projeto deverá incorporar a nova tecnologia e permitir que seja acessível aos canteiros de obras.

As proposições que contém algumas diretrizes de ordem tática, destacam a importância de um cuidadoso planejamento da implantação, que deverá prever todas as etapas e ações a serem empreendidas. E, dentre as muitas etapas que o processo de implantação envolve, pôde-se identificar que há uma orientação geral no sentido de:

- realizar a implantação de novas tecnologias através de ações incrementais, que não alterem significativamente a dinâmica da empresa;
- envolver todos os participantes através de treinamentos, o qual deverá ser específico para cada fim que se deseja alcançar e, além disso, deverá ser permanente e contínuo;
- realizar experimentações sobre o uso da nova tecnologia, tanto em laboratório, como em campo;
- avaliar os resultados obtidos das experimentações, corrigir os eventuais problemas e retomar o processo de implantação;
- realizar a anotação e o registro de todas as atividades desenvolvidas, como uma forma de subsidiar etapas futuras.

4.3 Análise das Experiências de Implantação de TCR's

O estudo da bibliografia disponível sobre o processo de inovação nas empresas da indústria seriada e da Construção Civil é fundamental para os objetivos do presente trabalho, mas não é suficiente. Por se tratarem de experiências advindas de outros setores industriais e da indústria da Construção de outros países, muitas vezes nem todos os elementos que interferem no processo de implantação estão presentes.

Por isso, acredita-se que a experiência pessoal da autora, fruto de diversas tentativas em se implantar TCR's em empresas construtoras, possa ser de grande valia para completar os elementos que deverão integrar a proposição da metodologia, no capítulo 5.

Com esse objetivo, duas das principais experiências vivenciadas pela autora serão apresentadas e discutidas nesse item.

O envolvimento da autora com trabalhos objetivando o desenvolvimento e a implantação de TCR's teve início em 1988, com a assinatura de um convênio entre a Escola Politécnica e uma grande empresa construtora de edifícios, atuante em todo o território nacional.

Nessa época, iniciou-se o desenvolvimento de TCR's visando a produção de alvenarias de vedação e de revestimentos, tanto, os verticais argamassados e cerâmicos, como os de piso, incluindo os contrapisos.

O desenvolvimento e a sistematização de métodos construtivos visando a produção de alvenarias e de revestimentos foram colocados completamente à disposição da empresa contratante do convênio de pesquisa. Além disso, os principais resultados foram amplamente divulgados ao meio técnico através de textos e boletins técnicos, trabalhos em congressos científicos, proposição de projeto de norma (caso específico da tecnologia de produção de contrapisos) e cursos treinamento para empresas construtoras.

No entanto, apesar da premência em se promover o avanço tecnológico na construção, sentiu-se grande dificuldade para transferir a tecnologia disponível ao setor. E apesar do relevante conteúdo tecnológico do material produzido, desde cedo pôde-se perceber que a disponibilidade da tecnologia não bastava para que se concretizasse uma evolução no processo de produção dos edifícios, sobretudo pelas características intrínsecas desse processo de produção, discutidas no capítulo 3.

Os estudos de caso apresentados na seqüência demonstram as dificuldades de se fazer chegar a todos os canteiros de obras de uma empresa construtora as ações de racionalização, ainda que sejam relativas a um só serviço. Através

desses estudos procura-se, ainda, reunir elementos que possam ser utilizados na metodologia, proposta no capítulo 5.

Dentre os diversos trabalhos realizados, e utilizados para subsidiar a proposição da metodologia, destacam-se os relativos à “implantação da tecnologia de produção de contrapisos para edifícios habitacionais e comerciais”.

Essa tecnologia foi apresentada por ocasião da dissertação de mestrado da autora [BARROS, 1991a]. Entretanto, apesar de estar disponível ao meio técnico, desde essa época, não vinha sendo aplicada nos canteiros de obras.

Essa tecnologia prevê todas as etapas para a produção racionalizada de contrapisos internos de edifícios, quais sejam:

- **diretrizes para o projeto de contrapiso** - as quais permitem definir as espessuras mínimas para o contrapiso, em função dos revestimentos de piso a serem empregados e dos fatores condicionantes do projeto de arquitetura, de estrutura, de instalações e de impermeabilização. Permitem, ainda, a definição racional da composição e dosagem da argamassa a ser utilizada, em função das características de execução e do nível de controle estabelecidos;
- **diretrizes para o treinamento da mão-de-obra** - as quais contêm a definição, explicitação e ilustração de todas as etapas de execução propostas para a racionalização da atividade; e
- **diretrizes para o controle** - as quais estabelecem os procedimentos para acompanhamento da produção e aceitação do produto executado, bem como as responsabilidades dos envolvidos no processo de implantação.

A produção de contrapisos é uma atividade considerada simples frente à complexidade de produção de um edifício. Por isso mesmo, imaginou-se que a implantação da TCR proposta também seria simples; no entanto, esse processo mostrou-se de grande complexidade.

O trabalho de implantação da tecnologia racionalizada de produção de contrapisos foi realizado, inicialmente, em duas empresas de construção, as quais não participaram do processo de desenvolvimento da nova tecnologia. Uma das empresas tem sua sede na cidade de Campinas e a outra, em São Paulo.

Ambas atuam no mercado de construção e incorporação de edifícios, na maioria dos casos, produzidos segundo o processo construtivo tradicional.

Motivadas a diminuir seus custos de produção para permanecerem no mercado cada vez mais competitivo, ambas partiram para contratação da consultoria de técnicos especializados em desenvolvimento tecnológico, com o objetivo de conhecer as tecnologias disponíveis e incorporá-las aos seus empreendimentos, daí para frente.

As duas empresas definiram o contrapiso racionalizado como a primeira tecnologia construtiva a ser implantada, pois seria o procedimento de mais rápida aplicação e de retorno imediato quanto a custos de produção, o que geralmente causa um impacto benéfico na empresa, motivando a continuidade dos trabalhos.

Para que se proceda a análise dos efeitos da introdução dessa TCR nas empresas, inicialmente será apresentada a maneira que foi utilizada para conduzir essa implantação e, também, o contexto em se deu e a sua evolução.

No caso da empresa de Campinas, pouco antes do início do trabalho, a equipe de projetos da empresa havia sido extinta. Permaneceu apenas uma pessoa com a função de coordenar as atividades dos projetos, que seriam contratados junto a empresas específicas. Além dessa pessoa, a empresa contava com um setor de engenharia, junto ao qual iniciou-se o processo de implantação.

Inicialmente foi montada uma equipe com a participação dos engenheiros e de alguns mestres de obras, objetivando resgatar o conhecimento tecnológico no que se referia à produção de contrapisos. Nesta ocasião, identificou-se uma dispersão acentuada das tecnologias construtivas aplicadas nas obras em andamento, originada não apenas a partir das experiências distintas de cada técnico, mas sobretudo do fato da empresa organizar-se sob a coordenação de dois gerentes de obras, com “filosofias” de trabalho bastante diferentes.

A partir de então, procurou-se realizar não apenas uma padronização do procedimento de execução, mas também a promoção de um avanço tecnológico, ainda que incremental, padronizando-se o procedimento racionalizado.

Desta maneira, foram elaborados os procedimentos para projeto, execução e controle, incorporando os princípios de racionalização construtiva. Em paralelo, foi realizada uma experimentação da tecnologia proposta.

Com essa experimentação, pôde-se produzir um filme para vídeo, utilizando-se os operários da própria empresa; portanto, numa situação real de produção, mas em condições completamente controladas.

Tendo-se os procedimentos e o filme prontos, foi realizada uma implantação em dois níveis: formação da equipe de engenharia e treinamento dos mestres de obra. O treinamento da equipe técnica foi feito pelos consultores, enquanto que o dos mestres foi realizado por um engenheiro da empresa, o qual seria responsável pela área de desenvolvimento tecnológico a ser implantada¹.

Com isso, a tecnologia de produção do contrapiso racionalizado passou a ser utilizada pela empresa, mas tão somente no que se refere à técnica de execução.

Ainda que a tecnologia tenha sido parcialmente implantada, obteve-se uma economia significativa no consumo de aglomerante da argamassa. Passou-se de um consumo médio de 450kg de cimento por m³ de argamassa para 250kg.

Essa economia foi sentida de modo significativo na produção do contrapiso de um “*shopping center*” em Campinas. Essa obra resultou num contrapiso com uma espessura média de 11,0cm, tendo sido feito com a argamassa e a técnica de execução racionalizados.

A técnica racionalizada de execução foi utilizada, ainda, em dois edifícios de múltiplos pavimentos, construídos pela empresa.

Em um empreendimento, cujo projeto estava no início quando da realização do trabalho, foi possível a elaboração do projeto de revestimento de piso, juntamente com os projetos tradicionalmente elaborados. Nesse empreendimento a economia de material e de mão-de-obra também foi significativa, uma vez que foi possível compatibilizar os diversos revestimentos utilizados, redu-

¹ Até o momento em que a autora atuou como consultora da empresa, objetivando a implantação de TCR's, o departamento de desenvolvimento tecnológico não havia sido montado.

zindo-se, com isso, as espessuras da camada de contrapiso nos diversos ambientes. A espessura média inicialmente estimada em 6,2cm, com uma sobrecarga de 126kg/m^2 , após o desenvolvimento do projeto, passou para 3,2cm, reduzindo a sobrecarga para 68kg/m^2 , o que viabilizou o sistema estrutural utilizado para o edifício.

No entanto, apenas esse projeto foi realizado pela empresa. Ainda que a metodologia de projeto existisse, a empresa não tinha uma estrutura organizacional adequada para a sua implantação.

Além disso, não foi implantada também a fase de treinamento para os operários, ainda que a mão-de-obra fosse própria, e nem a de controle formal da produção, também prevista.

Da experiência decorrente da implantação nessa empresa, pôde-se registrar algumas reflexões importantes, aqui destacadas:

- a tecnologia de produção de contrapiso racionalizado estava desenvolvida; precisava apenas ser introduzida no sistema produtivo da empresa;
- além da existência da tecnologia, ela foi adaptada à linguagem da empresa, enquanto procedimento; no entanto, percebeu-se logo que a existência desses procedimentos não bastava; não assegurava que a produção em canteiro seria efetivada de maneira racionalizada;
- a implantação das etapas de projeto para produção, de treinamento da mão-de-obra e de controle de produção e do produto executado, fundamentais para a completa racionalização dessa atividade, não foram implantadas completamente nessa empresa.

Com tudo isso, a tecnologia perdeu significativamente sua eficiência, pois, apesar de incorporar o “acervo tecnológico” da empresa, através da existência de procedimentos escritos, não conseguiu fazer com que esses procedimentos atingissem a produção propriamente dita.

A empresa não conseguiu organizar-se para consolidar o conhecimento adquirido e poder repassá-lo aos novos engenheiros e técnicos que futuramente viessem a integrar o seu corpo técnico.

A tecnologia ficou registrada apenas “na cabeça” das pessoas participantes do processo inicial e na forma de procedimentos que hoje fazem parte do “arquivo técnico” da empresa, mas não do seu dia-a-dia.

Se à época, os investimentos tivessem sido voltados à implantação da metodologia de projeto e no treinamento dos operários, os benefícios poderiam ter sido melhores, na medida em que seriam multiplicados por todos os demais empreendimentos que a empresa viesse a desenvolver.

Na empresa com sede em São Paulo, o processo de implantação deu-se de maneira diferente. A implantação do contrapiso racionalizado foi realizada apenas em uma obra, buscando-se aliar a racionalização do contrapiso à racionalização da produção da laje, a fim de que se obtivesse a menor espessura possível para o contrapiso. Portanto, a intervenção teve início pelo desenvolvimento do “*projeto de piso*”.

A partir da análise dos projetos de estrutura, instalações e impermeabilização, foram estabelecidos os desníveis da laje para a obtenção de reduzidas espessuras do contrapiso e até mesmo a sua eliminação em algumas áreas, como por exemplo, cozinhas e banheiros, onde foi prevista a aplicação de revestimentos cerâmicos diretamente sobre a laje estrutural.

Com isso, pôde-se desenvolver todo o “*projeto de piso*” e o edifício foi executado com o princípio de se ter a laje produzida tal qual especificada no projeto. Contudo, pela estrutura organizacional da empresa, não foi possível implantar o procedimento de controle das atividades de produção das lajes, que pudesse subsidiar um eventual “reprojeto” do contrapiso, em função das reais condições de produção das lajes.

Desta maneira, quando a obra atingiu o momento de execução do contrapiso, verificou-se que nem sempre a laje estava nas condições previstas no projeto; daí, na maioria das vezes, não era possível executar-se os revestimentos cerâmicos diretamente sobre as lajes, exigindo-se, nas áreas molhadas, a execução do contrapiso e, como decorrência, o aumento da sua espessura nas áreas secas.

Nesse caso, a racionalização potencial proporcionada pelo projeto foi perdida, devido a problemas de execução da estrutura, não identificados a tempo de se realizar um “reprojeto” do contrapiso.

Apesar disso, buscou-se ainda a execução racionalizada dessa camada, com treinamento para a dosagem da argamassa e para a execução.

Tal treinamento foi realizado com operários de uma subempreiteira e um encarregado pertencente ao quadro de funcionários da empresa, na própria obra. Esse treinamento foi conduzido enfatizando o preparo da base, a compactação da camada e a correta execução acabamento superficial, o qual previa um reforço com polvilhamento de pó de cimento.

Participaram do treinamento, além dos operários, o engenheiro e o mestre da obra e também o próprio empreiteiro.

Decorrida uma semana do treinamento, voltou-se para avaliar as condições da produção do contrapiso e identificou-se, entre outros aspectos, os seguintes:

- as equipes de produção não eram as mesmas;
- o encarregado da obra tinha sido afastado, por falta de liderança; e o mesmo não havia sido substituído, em função de contenção de despesas com mão-de-obra;
- das três equipes que executavam o contrapiso, apenas uma preparava a base como havia sido estabelecido, mas não realizava o acabamento superficial especificado;
- nenhuma das equipes estava utilizando o soquete estabelecido para a compactação, a qual era feita com a própria enxada;
- o engenheiro e o mestre não tinham conhecimento do que estava realmente ocorrendo na obra, cujo controle estava nas mãos do estagiário que, por sua vez, não tinha participado do processo de treinamento e não havia recebido as instruções para o controle da execução.

Tendo em vista a exposição anterior, vê-se que essa experiência foi também de grande valia para o aprendizado quanto à condução do processo de implantação, podendo-se destacar algumas questões de maior relevância:

- a incorporação das TCR's ainda na fase de projeto permite obter um grande nível de racionalização, desde que as etapas que antecedem o serviço a ser racionalizado sejam produzidas dentro das especificações estabelecidas;
- o controle de todas as etapas de execução é fundamental para que se possa ter uma etapa de reprojeção que considere as verdadeiras condições de execução da obra, e que direcione as próximas ações de racionalização;
- a organização da mão-de-obra na empresa e os investimentos na sua fixação, procurando diminuir a rotatividade, é essencial para que os esforços realizados com o treinamento não sejam perdidos em pouco tempo;
- o controle do serviço objeto da racionalização é fundamental; não se implanta uma nova tecnologia da noite para o dia, é preciso estabelecer uma sistemática de controle para se identificar os potenciais problemas e corrigi-los, realimentando, dessa maneira, o processo de implantação.

Pode-se dizer que grande parte dos pontos de reflexão, destacados para as duas empresas, tem sua natureza ligada ao sistema de gestão e organização das mesmas, e essas experiências mostraram que os entraves para alterar tal sistema não são poucos.

Esses entraves aparecem logo no início, com a dificuldade de se alterar o processo de projeto. As dificuldades incluem desde a ausência de profissionais internos às empresas dedicados a esta atividade, até as precárias condições de contratação das equipes de projetistas externas às empresas.

Por outro lado, a complexa forma de contratação da mão-de-obra, em que se sobressaem os contratos por empreitada de serviços, sem critério técnico, aparece sempre como uma dificuldade à evolução desse processo de produção. Ao contratar subempreiteiras, não há motivação por parte da construtora em assumir o treinamento dos operários, uma vez que essa mão-de-obra permanecerá na empresa, no máximo, apenas durante a execução desse serviço específico.

Os investimentos para a montagem de uma estrutura mínima de controle também aparecem como fatores dificultadores da implantação da proposta de

racionalização. No entanto, sem controle não se pode ter retroalimentação da implantação e, portanto, não se consegue avaliar os seus resultados.

Nessas duas oportunidades em que se buscou implantar essa TCR, os resultados finais foram praticamente os mesmos: a manutenção do sistema de gestão tradicional da empresa, ou seja não foi possível alterar a organização do processo de produção, havendo, como consequência, a perda do potencial de racionalização embutida na tecnologia.

A redução do consumo de materiais proporcionada pela TCR para produção de contrapisos motiva qualquer profissional da área a experimentar sua implantação; entretanto, parece não ficar claro para esses profissionais que tal redução somente será possível se um conjunto de fatores organizacionais e gerenciais forem agregados aos tecnológicos.

O consumo de aglomerante na produção da argamassa é reduzido significativamente com relação aos traços usualmente empregados em obra. Porém, para que isso ocorra, é preciso que seja adotada uma técnica de execução correta e de se estabelecer procedimentos de controle na produção das argamassas e do próprio contrapiso. Essas atividades, não são fáceis de serem implantadas.

Além disso, essa economia não é mais significativa do que a obtida pela racionalização das espessuras comumente praticadas para os contrapisos, o que somente é possível com a implantação de mudanças durante a fase de projeto e de produção da estrutura. É na fase de projeto que as espessuras do contrapiso podem ser otimizadas em função das demais disciplinas de projeto e, é na fase de produção da estrutura que se pode obter uma laje com os níveis especificados no respectivo projeto.

Com essas experiências, pôde-se compreender que mesmo a tecnologia estando disponível, sem uma específica metodologia para a implantação, as TCR's não se fixam ao processo construtivo empregado pela construtora, ainda que esta se empenhe em padronizar seus próprios procedimentos.

Para que os resultados positivos, obtidos numa obra, possam ser fixados ao sistema de produção da empresa e venham a ser transferidos a outros empre-

endimentos, é imprescindível um adequado equacionamento de todos os fatores intervenientes no processo de produção. E isto não é fácil de ser realizado. Exige, dedicação e voluntariedade das pessoas envolvidas e, principalmente, uma adequada forma de condução do processo de implantação.

4.4 Conclusões sobre o Processo de Implantação de Novas Tecnologias

A apresentação e análise dos diversos modelos para a inovação tecnológica disponíveis na bibliografia e dos dois estudos de caso procuraram consolidar o conhecimento até então disponível sobre o assunto e, principalmente, identificar as diretrizes principais que devem conduzir um processo de inovação.

Com isso, pretende-se, neste item, realizar uma síntese dos elementos identificados como fundamentais para o processo de implantação de novas tecnologias, distinguindo-se, inicialmente, as etapas que o processo de implantação deve conter e, depois, os elementos de caráter estratégico, tático e até mesmo operacional.

4.4.1 Etapas do processo de inovação

A inovação tecnológica ocorre a partir de um processo constituído de diversas etapas e subetapas. No entanto, antes de se propor a implantar uma nova tecnologia, a empresa deverá observar duas premissas fundamentais:

- a existência de motivação para a implantação
- a preparação da organização para empreender a mudança, “criando um clima organizacional favorável e disponibilizando os recursos”.

Dentro deste contexto empresarial, as principais etapas que deverão constituir o processo de inovação são:

- planejamento da implantação
- inserção da mudança no processo construtivo da empresa;
- avaliação dos primeiros resultados e correção dos problemas identificados;
- retomada das etapas anteriores até a consolidação da tecnologia.

4.4.2 Elementos de ordem estratégica

Os principais elementos de ordem estratégica que deverão ser contemplados pela metodologia são:

- visão de longo prazo;
- inovação tecnológica presente na definição estratégica da empresa e orientada para o mercado;
- desenvolvimento da capacidade técnico-organizacional da empresa;
- desenvolvimento das capacidades técnicas da empresa: deve existir um elemento com o domínio do processo de produção
- comprometimento da alta administração com o processo de implantação;
- presença de um elemento humano que lidere o processo de inovação na empresa;
- comprometimento de recursos humanos e financeiros;
- existência de um sistema de informações técnicas e gerenciais;
- adoção de coordenação de projetos;
- implementação de atividades de treinamento;
- busca da padronização e normalização

4.4.2 Elementos de ordem tática

Os principais elementos de ordem tática que deverão ser contemplados pela metodologia são:

- identificação e avaliação das tecnologias disponíveis: parcerias com as universidades e centros de pesquisa; prática do 'benchmarking';
- motivação do pessoal envolvido, através de reconhecimento e recompensas;
- existência de um processo de documentação e registro;
- análise dos resultados obtidos;
- gerenciamento e controle dos resultados da implantação: permitir a retomada de direção em função dos resultados obtidos;

- implantação de ações simples, de menor amplitude, como uma forma de possibilitar o controle e menores custos envolvidos;
- não implantar várias tecnologias de uma só vez, proporcionando maior segurança aos envolvidos com o processo de inovação;
- implantação das novas tecnologias por estágios incrementais;
- emprego de etapas experimentais, com o uso de protótipos;
- planejamento da implantação;
- envolvimento dos agentes que participam do processo de produção, com o controle das relações entre eles;
- elaboração de recomendações para projetos futuros;

Considerando-se esses elementos, no capítulo 5, a seguir, apresenta-se a metodologia defendida neste trabalho como sendo um caminho adequado e propício para a implantação de TCR's em empresas construtoras de edifícios pelo processo construtivo tradicional.

CAPÍTULO 4 **106**

O PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA SERIADA E NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS **106**

4.1 A Inovação Tecnológica na Indústria Seriada	106
4.1.1 Modelos com enfoque para o mercado	108
4.1.2 Modelos que envolvem a integração entre os departamentos funcionais da empresa	111
4.1.3 Modelos que envolvem a gestão do processo de inovação	114
4.1.4 Outras diretrizes para a condução do processo de implantação	115
4.1.5 Análise das propostas voltadas à indústria seriada	118
4.2 A Inovação Tecnológica na Indústria da Construção Civil	121
4.2.1 Modelo que envolve o processo de desenvolvimento tecnológico	123
4.2.2 Modelos específicos para a implantação de inovações tecnológicas	128
4.2.3 Análise das diretrizes para implantação de inovações tecnológicas	133
4.2.3.1 Reconhecer as forças e oportunidades para inovação	133
4.2.3.2 O comprometimento e desenvolvimento dos recursos	136
4.2.3.3 Busca de novas tecnologias construtivas	140
4.2.3.4 A experimentação e o refino de novas tecnologias	142
4.2.3.5 Avaliação e disseminação da tecnologia na empresa	144
4.2.4 Elementos que se constituem em dificuldades à inovação	146
4.2.5 Análise das propostas voltadas à indústria da Construção	147
4.3 Análise das Experiências de Implantação de TCR's	151

4.4 Conclusões sobre o Processo de Implantação de Novas Tecnologias	161
4.4.1 Etapas do processo de inovação	161
4.4.2 Elementos de ordem estratégica	162
4.4.2 Elementos de ordem tática	162
FIGURA 4.1:	109
INOVAÇÃO TECNOLÓGICA COMO UM PROCESSO DE CONVERSÃO ORIENTADO PELA RELAÇÃO “TECNOLOGIA/MERCADO” [ADAPTADO DE TWISS, 1974]	109
FIGURA 4.2:	110
PROCESSO MULTISTÁGIO DA INOVAÇÃO [BARATELLI JR. ET AL., 1994]	110
FIGURA 4.3:	112
MODELO SIMPLIFICADO DAS RELAÇÕES ENTRE A FIRMA INOVADORA E O SEU AMBIENTE EXTERNO [COOMBS; ET AL. 1987]	112
FIGURA 4.4:	113
ESTRUTURA DA FUNÇÃO TECNOLÓGICA (“FT”) UTILIZADA NO ESTUDO DE KRUGLIANSKAS; SBRAGIA [1995]	113
TABELA 4.1:	119
DESPESAS COM C&T/P&D POR FONTE DE FINANCIAMENTO (GOVERNO E INDÚSTRIA) E RELAÇÃO DNTC/PIB. [ZAWISLAK, 1995].	119
FIGURA 4.5:	125
ILUSTRAÇÃO DAS FASES E ETAPAS DA METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DE MPSCONST. PROPOSTA POR SABBATINI [1989]	125
FIGURA 4.6:	126
FLUXOGRAMA DAS ETAPAS INICIAIS DA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS AO MERCADO ADAPTADO DE SABBATINI [1989]	126
FIGURA 4.7:	129
PROCESSO DE INOVAÇÃO EM EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO [TATUM, 1987]	129
TABELA 4.2:	130
INFLUÊNCIA DO TAMANHO DA EMPRESA NO PROCESSO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA [LABORDE; SANVIDO, 1994].	130
FIGURA 4.8:	132
RELAÇÃO ENTRE OS FATORES QUE AFETAM A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA DE SISTEMAS ESPECIALISTAS [DE LA GARZA; MITROPOULOS, 1992]	132