



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA A PARTIR DO PROJETO COM ÊNFASE NA PROPOSIÇÃO DE TECNOLOGIAS APROPRIADAS PARA FORTALEZA-CE

Davi Ramalho Rodrigues de Andrade (1); Luiz Fernando Mahlmann Heineck (2)

(1) Departamento de Engenharia de Engenharia Estrutural e Construção Civil – DEECC/UFC –
Universidade Federal do Ceará, Brasil – e-mail: daviramalho@yahoo.com.br

(2) Departamento de Engenharia de Engenharia Mecânica e Produção – UFC – Universidade
Federal do Ceará, Brasil – e-mail: -

RESUMO

O presente trabalho parte da necessidade de compreender qual o papel da inovação tecnológica no âmbito da construção civil, e como a informação tecnológica pode ser apropriada pelos projetistas, sejam eles arquitetos e/ou engenheiros, de maneira a promover a qualidade do projeto e da construção atingindo, conseqüentemente, a satisfação dos usuários finais. Metodologicamente a pesquisa parte de um levantamento bibliográfico e de um experimento tentando identificar que os benefícios do uso de uma ferramenta no processo de inovação a partir do projeto. O trabalho pretende compreender como os projetistas podem deter especificidades tecnológicas de maneira a atingir a qualidade técnica das edificações e que instrumentos indicados em literatura nacional e internacional podem fazer com que essa apropriação de dados resulte em melhorias e inovações na tecnologia da construção civil. Considerando que a tecnologia tem um papel que permeia os produtos e processos da construção civil, mas que nem sempre os projetistas se apropriam com profundidade das especificidades tecnológicas dos sistemas construtivos, a pesquisa pretende se aprofundar na discussão da relação projeto-construção, tratando o projeto como instrumento essencial na implementação de inovações na cadeia produtiva da construção civil. O presente trabalho objetiva identificar a existência de instrumentos e estratégias que possibilitem o desenvolvimento tecnológico a partir do projeto arquitetônico, com ênfase na interação de diversos atores responsáveis pela etapa de projeto e a construção de edifícios, buscando manter a ênfase na proposição de tecnologias apropriadas. Como resultado espera-se propor um modelo de ferramentas e estratégias de projeto que favoreçam o desenvolvimento de inovações tecnológicas apropriadas aos condicionantes sociais, econômicos e tecnológicos na região em estudo.

Palavras-chave: Projeto; Inovação; Escritórios de Arquitetura; DSM.

1. INTRODUÇÃO

Diversos estudos nacionais e internacionais vêm buscando compreender qual o papel da inovação tecnológica na qualidade da construção civil. Após uma ampla revisão bibliográfica Barros (1996) resgata o conceito de Sabbatini (1989) para inovação tecnológica no processo de produção dos edifícios: “é um aperfeiçoamento tecnológico, resultado de atividades de pesquisa e desenvolvimento internas ou externas à empresa, aplicado ao processo de produção do edifício objetivando a melhoria de desempenho, qualidade ou custo do edifício ou de uma parte do mesmo.” (SABBATINI, 1989 apud. BARROS, 1996).

Segundo a Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC, 2002) entende-se como tecnologia do ambiente construído a “área do conhecimento relacionada à concepção, projeto, produção, operação, manutenção, demolição e reciclagem ou reutilização de edificações e do seu entorno imediato” sendo “uma área de caráter multidisciplinar, na qual atuam principalmente profissionais com formação em construção civil e arquitetura”.

Sendo assim, no âmbito da inovação e da tecnologia do ambiente construído, pretende-se nesse trabalho compreender melhor como as informações que permeiam a cadeia produtiva da construção civil podem ser apropriadas pelos projetistas, sejam eles arquitetos e/ou engenheiros, de maneira a promover uma otimização dos projetos e da execução dos mesmos, atingindo, conseqüentemente, a satisfação dos usuários finais.

Considerando que a tecnologia tem um papel fundamental na qualidade da construção civil, mas que nem sempre os projetistas conhecem com profundidade as especificidades tecnológicas dos sistemas construtivos, a pesquisa pretende se aprofundar na discussão da relação projeto-construção, tratando o projeto como instrumento essencial na implementação de inovações na cadeia produtiva da construção civil.

O objetivo é identificar a existência de instrumentos e estratégias que possibilitem o desenvolvimento tecnológico a partir do projeto, com ênfase na interação de diversos atores responsáveis pela etapa de projeto e construção de edifícios, buscando sempre ter em mente a proposição de tecnologias adequadas às realidades das localidades onde se desejam aplicar as mesmas.

Como resultado espera-se propor um modelo de ferramentas e estratégias de projeto que favoreçam o desenvolvimento de inovações tecnológicas apropriadas aos condicionantes sociais, econômicos e tecnológicos, tendo como foco a interação dos diferentes atores responsáveis pela produção dos espaços construídos.

1.1. Modelos de Inovação na Construção Civil

Para compreender o conceito de inovação na construção civil o presente trabalho se apoia no modelo de Slaughter (1998), que apresenta cinco modelos de inovações na construção. Baseando-se em teorias de gerenciamento e economia, os modelos da autora refletem as condições singulares das instalações construídas, que incluem: escala, complexidade, longevidade das instalações, além de contextos organizacionais e sociais. Para Slaughter (1998) as inovações são diferenciadas pelo seu grau de mudança das práticas correntes e suas ligações com outros componentes e sistemas. Os cinco modelos são: Incremental, Modular, Arquitetônico (de arquitetura), Sistêmico (de sistema) e Radical. Segundo a autora, através dessa categorização de inovações as companhias podem planejar a implementação de atividades no que diz respeito ao tempo de compromisso, coordenação entre o time envolvido no processo, coordenação de recursos especiais e nível de atividade supervisora necessária.

Slaughter (1998) enfatiza que, apesar da percepção geral de que raramente ocorrem inovações na indústria da construção, acontecem inovações consistentes através de vários setores dessa indústria, idéia também defendida por diversos autores.

Slaughter enumera uma série de benefícios resultantes das inovações na construção:

- a) Aumento no crescimento econômico (macroeconomia) e aumento na produtividade;
- b) Crescimento no mercado através da provisão de produtos novos ou melhorados, além de redução no custo de produção;
- c) Com a redução nos custos de produção as instalações se tornam mais acessíveis (“affordable”) para uma maior porcentagem da população, atingindo assim benefícios regionais e até globais;
- d) Aumenta a viabilidade técnica das empresas de construção;
- e) Aumenta a posição competitiva das empresas do setor;
- f) Melhora a reputação, a facilidade de trabalho e a atração para promissores novos contratos.

A autora apresenta algumas diferenças fundamentais que distinguem as atividades de construção das atividades manufatureiras. Para ela a combinação desses atributos específicos influenciam a natureza das inovações e como estas são desenvolvidas, adquiridas e implementadas.

Percebendo essa complexidade peculiar à construção civil Winch (1998), reforçado mais recentemente por Abiko (2001), observa que a mesma possui um processo de inovação muito diferente dos demais produtos industriais, podendo ser considerados produtos e sistemas complexos (complex products and systems – CoPs). Abiko (2001), com base ainda em Winch (1998) e Hobday (1998), enumera as características que justificam a construção civil, setor edificações, ser considerada CoPs: “a produção orientada pelo projeto, não serem produzidos em massa, o ciclo de vida do produto pode ultrapassar décadas, o grande número de firmas envolvidas por cada projeto, o grande número de componentes envolvidos por cada projeto, a variação de um projeto para o outro, o alto custo dos empreendimentos” (ABIKO, 2001) Apesar disto, segundo o autor, nem sempre algumas características do CoPs estão presentes na Construção Civil, como a alta tecnologia, que eventualmente não se encontra nos produtos construídos.

Gradvohl (2010) também tenta traçar as funções tecnológicas e as atividades relacionadas às diferentes fases de inovação na construção civil com base nos trabalhos de Figueiredo (2001), Bell (1995) e Pavitt (1995), traçando um quadro muito semelhante ao elaborado por Slaughter, conforme pode-se observar no quadro a seguir.

Tabela 1 - Diferentes fases de inovação na Construção Civil

Bell, Pavitt e Figueiredo (Apud. Gradvohl)	Rotineiro		Inovador		
	Básico	Avançado	Básico	Intermediário	Avançado
Slaughter	Incremental	Modular	Arquitetural	De Sistema	Radical

Os autores mencionados trazem uma contribuição significativa para a compreensão do processo de inovação no campo da Construção Civil, e as características de cada um dos níveis de inovação e seus aspectos gerenciais e de planejamento, o que pode ser aprofundado em Slaughter e Gradvohl, respectivamente.

É importante salientar que Slaughter enumera algumas capacidades necessárias para que as organizações implementem as inovações, considerando a multiplicidade de agentes que podem se envolver na inovação, bem como suas relações de acordo com o grau de inovação a serem implementadas.

Percebendo que os modelos de inovação podem prover uma base para uma estratégia de incorporação de inovações em projetos específicos, a autora lembra que as empresas construtoras podem fazer suas previsões e planos para diferentes tipos de atividades de acordo com o tipo de inovação envolvida, considerando atividades específicas e recursos necessários para o uso das inovações em empreendimentos específicos. Para tanto a autora descreve a necessidade de considerar quatro elementos importantes:

- a) Tempo de compromisso para implementação da inovação;
- b) Coordenação entre os membros do projeto;
- c) Tipos e fontes dos recursos especiais necessários;
- d) Natureza das atividades de supervisão.

Assim como Gradvohl (2010), Slaughter lembra que os modelos propostos por ela são baseados nas teorias correntes de gerenciamento e economia, mas foram modificados para refletir as condições especiais associadas com as instalações construtivas, como escala, complexidade, durabilidade, contexto organizacional e sócio-político.

Segundo Slaughter, baseados nesses modelos de inovação, as companhias podem avaliar o que elas podem fazer para implementar as inovações. Conforme será visível adiante, Winch e Abiko percebem que essa complexidade caracterizada por Slaughter caracteriza o produto da Construção Civil como Produtos e Sistemas Complexos e é necessário compreender as etapas inerentes ao processo de inovação na construção civil para implementar as estratégias de inovação.

1.2. Inovação Tecnológica com Ênfase na fase de Projeto

Abiko (2001), com base em Freeman e Perez (1988), após uma ampla discussão acerca dos paradigmas da tecnologia discutidos por vários autores (Pavitt, 1984; Dosi, 1988; Freeman et al., 1988) percebe que “a tecnologia tem um papel ativo no seu próprio desenvolvimento e no desenvolvimento econômico, sendo um fator determinante no seu próprio desenvolvimento”, ou seja, “um fator inter-relacionado com a economia mas que tem um desenvolvimento próprio”.

Diante dessa perspectiva Abiko (2001) apresenta, a partir de um amplo levantamento bibliográfico, cinco visões sobre o processo de construção civil no Brasil que pesquisadores da área têm acerca da inovação tecnológica e sua articulação com a economia e a sociedade. O autor observa que na história do Brasil a visão do processo de inovação tecnológica passou pelos seguintes momentos: A tecnologia como chave para o desenvolvimento, vínculo dos processos técnicos com o domínio e controle da mão-de-obra operária (foco no atraso), foco na compreensão do setor e não na explicação do atraso, análise genérica do processo de inovação e o estabelecimento de metodologias para a melhoria produtiva.

Abiko lembra que é importante buscar compreender a lógica da evolução histórica desses processos de inovação na construção e, na busca por um modelo mais abrangente para o processo de inovação na construção civil, se apóia em Winch e Hobday para colocá-lo na categoria de Produtos e Sistemas Complexos (Complex Products and Systems – CoPs).

Categoria de produtos e sistemas com processo de inovação diferente dos produtos industriais, os Produtos e Sistemas Complexos têm as seguintes características: alto custo, utilização de elevada tecnologia, feitos por projetos e em pequenas quantidades, envolvendo um grande número de empresas associadas às vezes até pela primeira vez (HOBDAY, 1998), longo ciclo de vida, demorado processo de decisão do investimento, clientes com papel ativo e direto na produção do produto, relações que se dão entre clientes e empresas, até mesmo nas fases de pesquisa.

“Há um grande envolvimento entre fornecedores e usuários determinando a evolução tecnológica do produto. Cada Cops se desenvolve quase que especificamente para o cliente e é nesse desenvolvimento onde podem haver várias inovações determinadas não por uma firma específica mas pela soma de necessidades e interesses de vários fornecedores e firmas diferentes.” (ABIKO, 2001)

Na construção civil esse conceito pode ser incorporado (WINCH e HOBDDAY) por ter certas semelhanças: A produção é orientada pelo projeto; Não há produção em massa; O ciclo de vida pode ultrapassar décadas; Grande número de empresas envolvidas em cada projeto; Grande número de componentes envolvidos em cada projeto; Variação de um projeto para outro; Alto custo dos empreendimentos; Participação do cliente varia conforme o empreendimento. Apesar disso pode apresentar algumas diferenças, pois nem sempre envolve alta tecnologia.

Winch cita então o modelo elaborado por Miller et al. (1995) onde é feita a distinção entre a **superestrutura da inovação** (clientes, reguladores e instituições profissionais) e sua **infra-estrutura** (fornecedores especializados e consultores). A interface entre os dois grupos é proporcionada pelos integradores de sistema, que fornecem o sistema de tecnológico completo aos clientes. (Ver figura)

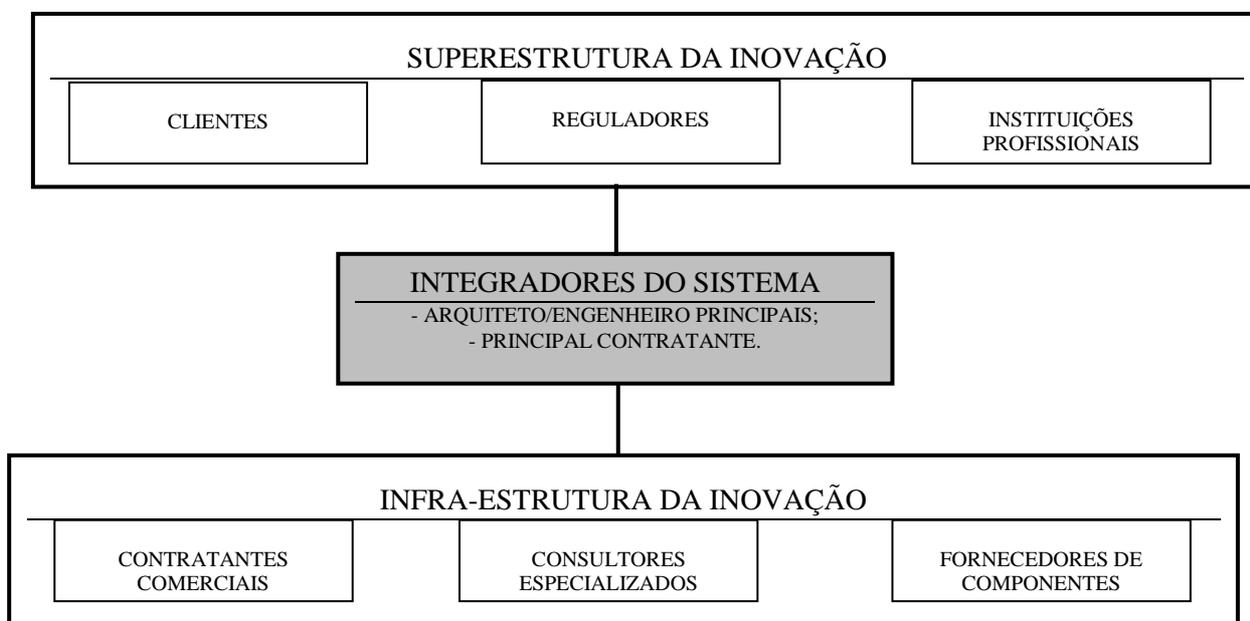


Figura 1 - Relação entre a superestrutura e a infra-estrutura da inovação segundo Winch (1998).

Para Winch (1998), como os projetos de construção envolvem considerável capacidade de resolver problemas, para que essas capacidades se tornem inovações, as soluções alcançadas para um particular problema encontrado no projeto devem ser aprendidas, codificadas e aplicadas em futuros projetos. O conhecimento que permanece implícito dificilmente se transformará boas práticas correntes. Dessa maneira o modelo de inovação na construção proposto por Winch tem dois diferentes momentos: O momento de cima para baixo de adoção e implementação e o momento de baixo para cima de resolução de problemas e aprendizado, processos esses que devem ser gerenciados diferentemente e que são igualmente importantes no processo de inovação na construção.

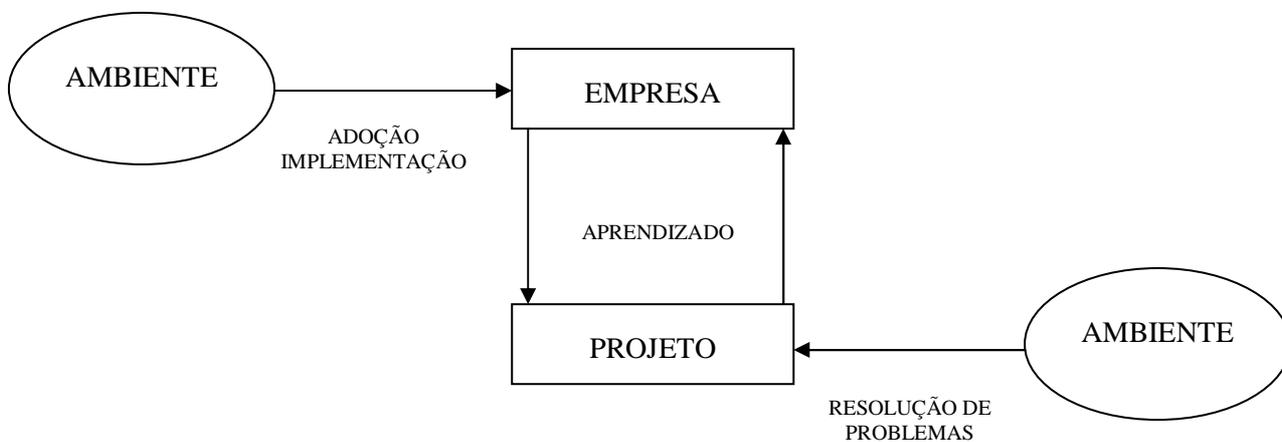


Figura 2 - Movimento bidirecional de inovação na construção, segundo Winch (1998).

Em seu artigo “Zephyrs of creative destruction” Winch chega a duas conclusões importantes: 1. Os produtos construídos são “Produtos e Sistemas Complexos” e a indústria da construção é uma “Indústria de Sistemas Complexos”, observando que a taxa de inovação na construção só vai melhorar quando a superestrutura da inovação e a infra-estrutura na indústria se articularem mais proximamente, permitindo a dinâmica da inovação, e 2. O modelo de inovação na construção é constituído de uma dupla dinâmica de adoção/implementação e resolução de problemas/aprendizado e apóiam-se na capacidade de aprendizado organizacional da empresa.

1.3. Processos de Inovação nas Empresas de Construção

Segundo Tatum (1987) as mudanças nas necessidades dos usuários, as mudanças de projeto (design) de instalações construtivas e o aumento da competitividade estrangeira para o mercado de construção promovem novos incentivos para o avanço da tecnologia da construção. O autor tenta descrever o processo de inovação nas firmas de construção baseado na investigação de vários novos métodos construtivos. O autor identifica assim seis etapas características do processo de inovação em empresas de construção:

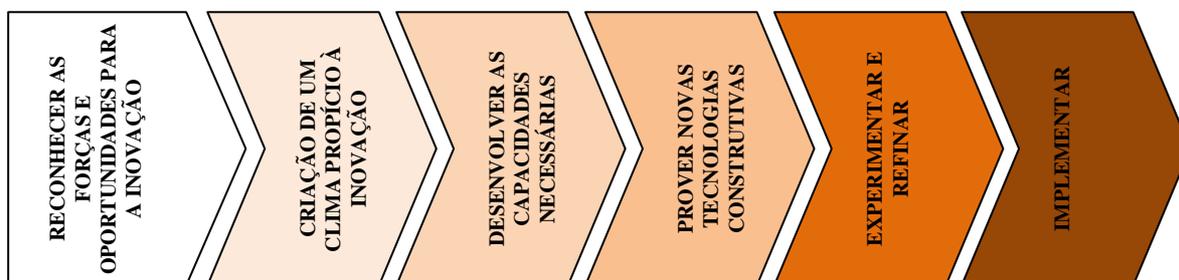


Figura 3 - Etapas características do processo de inovação em empresas de construção, segundo Tatum (1987).

Aparentemente as etapas visualizadas por Tatum na implementação de novas tecnologias em empresas de construção está relacionada às etapas mais avançadas de inovações observadas por Slaughter (1998), pois envolve maiores compromissos e interações entre diversos agentes responsáveis pela implementação dessas inovações. Além do mais, ao tratar da posição competitiva da empresa que implementa a inovação, o autor foca naquelas novidades que são participadas pelos gestores e administradores superiores da empresa, não considerando a importância do movimento inverso de aprendizado e capacidade de resolução de problemas dos operadores do processo.

A pesquisa sobre inovação de Tatum (apesar de perceber as diferentes abordagens dadas por pesquisadores na área de economia, gerenciamento, engenharia e outros) utiliza como cenário as inovações no projeto (design) do produto em indústrias de alta tecnologia e as inovações de processo encontradas nas indústrias manufatureiras, fazendo descobertas relevantes para o processo de inovação em uma empresa de construção. Dentre as quais se destacam:

- a. As inovações decorrem principalmente de dois tipos de forças: as demandas de mercado e o progresso nas fronteiras tecnológicas e científicas;
- b. O processo de inovação é caótico e imprevisível e as melhores aplicações são, normalmente, involuntárias;
- c. Integração de atividades funcionais-chave, como pesquisa e desenvolvimento, marketing e produção promovem o desenvolvimento de novos produtos e os trazem para o mercado;
- d. Os promotores são indivíduos que gastam energia e assumem riscos necessários para fazer as inovações acontecer;
- e. A rede resultante de um clima favorável para a inovação alimenta o trabalho dos promotores, esse clima inclui envolvimento intensivo e flexibilidade organizacional;
- f. É necessário gerenciar conscientemente os fatores para criar o clima que conduz à inovação, incluindo pessoas e interações, tempo, espaço e localização e fluxo das informações;

2. OBJETIVO

Identificar a existência de ferramentas que favoreçam as interações entre os diferentes agentes que atuam na construção civil (setor edificações) e que facilitem o desenvolvimento de inovações tecnológicas tendo como mecanismo de diálogo e interação o projeto.

3. METODOLOGIA

Em resposta à necessidade de identificar uma ferramenta que favorecesse as interações entre os diferentes agentes da superestrutura e infra-estrutura da inovação (Winch, 1998), possibilitando facilitar o trabalho de projetistas (arquitetos ou engenheiros) como integradores dos sistemas de inovação (Winch, 1998) dentro da lógica de que a construção civil é um Cops (Winch, 1998; Abiko, 2001), procurou-se avaliar o potencial do uso da Matriz de Estrutura de Projeto (Design Structure Matrix – DSM) como estratégia de gestão do processo de inovação.

Analisado com profundidade pelos autores Koskela e Ballard (1997), a ferramenta é um método adaptado para a representação do fluxo de informação no processo de projeto (design) e pode funcionar no sentido de elaborar uma sequência ótima das tarefas projetuais, prever as incertezas internas e externas que tendem a levar o processo para fora da sequência ótima, evitar que o processo projetual saia da sequência ideal, o que conduz a baixa produtividade, duração prolongada e decréscimo do valor da solução de projeto e é possível e vantajoso reforçar (através de mensurações e controle gerencial) a realização de uma sequência ótima ou próximo da ótima. A partir de estudos de caso e experimentos realizados pelos autores, associados ao método de Matriz de Estrutura de Projeto (Design Structure Matrix – DSM) os autores justificam teórica e empiricamente as hipóteses.

Assim como Tatum (1987) e Winch (1998), Koskela e Ballard (1997) observam problemas recorrentes na fase de projeto dos empreendimentos, como a negligência no gerenciamento de projetos (arquitetônicos e de construção) e o planejamento e controle sendo substituídos por caos e improvisação nos projetos. Para Koskela e Ballard várias são as causas desses problemas, dentre os quais se destacam existência insignificante de revisões e comunicações internas entre agentes envolvidos; inadequações técnicas no conhecimento dos projetistas; falta ou deficiência das informações de entrada; e a grande quantidade de modificações.

Segundo a visão de Winch e Abiko, Koskela e Ballard também visualizam algumas razões para a existência desses problemas, como a complexidade do projeto arquitetônico e a grande quantidade de interdependências no projeto, gerando incertezas. Essas observações evidenciam a visão de Winch e Abiko de que a construção civil trata-se de uma indústria de sistemas complexos.

Todas essas variáveis levam os responsáveis pelo processo de projeto arquitetônico a deixar que os projetistas descubram por eles mesmos em que ordem as tarefas do projeto devem ser desenvolvidas, o que acaba dificultando a sistematização do aprendizado tão defendido por Winch (1998). Koskela e Ballard acreditam que essa condição não é satisfatória e que para melhorar a construção de maneira geral o processo de projeto arquitetônico deve ser melhor controlado. Dessa maneira sugerem a ferramenta do DSM como instrumento de otimização do processo de projeto e, o que este artigo pretende defender, a sistematização do aprendizado durante o processo.

Acredita-se que através da ordenação das atividades de projeto e da previsão das interações necessárias nos diferentes momentos do percurso do mesmo, atividades essas inerentes ao DSM, as principais variáveis necessárias ao desenvolvimento de inovações tecnológicas podem ser estimuladas em busca de uma melhoria contínua do processo de projeto e do produto construído através deste.

3.1. Algumas características do DSM:

- a) Trata-se de um método adaptado para a representação do fluxo de informação no processo de projeto;
- b) Na matriz elaborada, as tarefas de projeto são primeiro organizadas segundo uma ordem cronológica desejada sob a forma de linhas e colunas;
- c) Se houver uma marca acima da diagonal da matriz, isso indica que a tarefa entrega um resultado para uma tarefa anterior;
- d) A organização dessas tarefas reflete a interação lógica no processo de projeto;
- e) As tarefas podem ser reorganizadas de maneira a agrupar aquelas que pertencem ao mesmo circuito interativo de tarefas conjuntas (blocos) formando então a ordenação ótima de tarefas.
- f) Essa matriz organizada provê um ponto de partida para o planejamento e listagem das tarefas em **1.** blocos de tarefas que devem ser desenvolvidas simultaneamente (marcadas em blocos, na matriz), **2.** Tarefas seqüenciais e **3.** Tarefas paralelas que, em ordem arbitrária, não precisam estar conectadas a outras tarefas;

Os autores observam que o conhecimento na área ainda é incipiente, e está em desenvolvimento para a construção. Devido às incertezas principalmente nas fases iniciais do processo há uma restrição na determinação da seqüência ótima de tarefas, porém espera-se que a ordem ótima (ou pelo menos próximo desta) seja reconhecida para pelo menos as duas a quatro próximas semanas de trabalho. Isso é possível através da análise da DSM ou mesmo pela experiência do grupo de projetistas.

As figuras abaixo representam a aplicação dessa ferramenta na elaboração hipotética de um estudo preliminar.



Figura 4 - Aplicação da DSM na elaboração de um projeto (estudo preliminar).

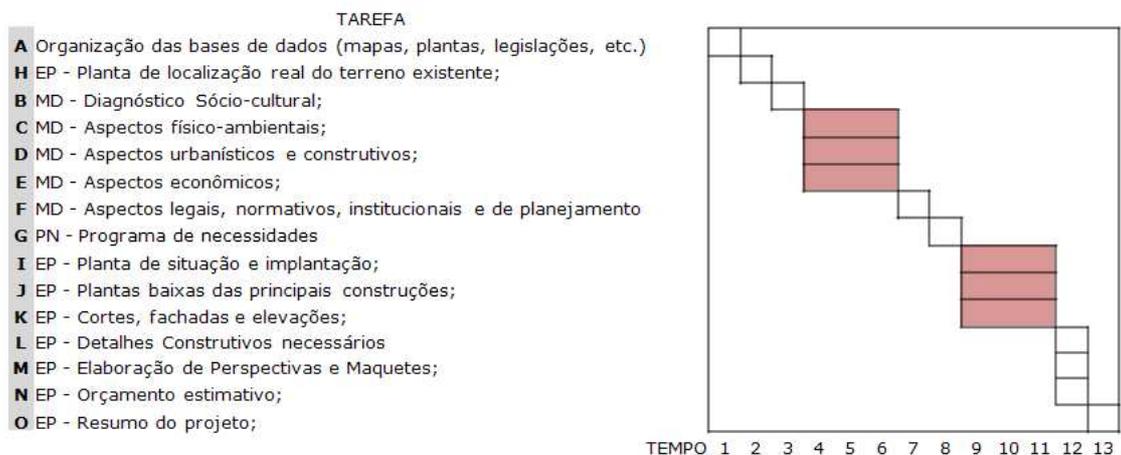


Figura 5 - Aplicação da DSM na elaboração de um projeto (estudo preliminar).

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Considerando a visão de Winch (1998) de que os principais projetistas, sejam eles arquitetos ou engenheiros, devem ser os responsáveis por integrar o sistema do Cops, no caso da construção civil, a DSM demonstrou ser uma ferramenta que facilita a articulação entre os diferentes agentes (e seus respectivos interesses). Nas mãos dos integradores do sistema, a DSM pode ser utilizada para registrar as informações que percorrem a infra-estrutura da inovação e a superestrutura da mesma, procurando caminhos que favoreçam a implementação de inovações e seu desenvolvimento contínuo através dos próximos projetos.

No exercício elaborado para a presente pesquisa percebeu-se que a possibilidade de previsão das necessárias articulações entre agentes envolvidos no processo, particularmente no caso dos blocos de tarefas a serem desenvolvidos simultaneamente, tem grande potencial de estímulo ao desenvolvimento de inovações. Winch (1998) observa que o aprendizado e a interação entre os diferentes agentes, ambos realizados de maneira bem articulada, criam um ambiente propício ao desenvolvimento de inovações.

Ao aplicar o uso da DSM também foi possível observar que através dela o processo de projeto é tornado transparente. Futuras pesquisas podem ser realizadas através de comparação com projetos controle, de maneira a verificar se efetivamente o uso da DSM estimula o surgimento de inovações tecnológicas.

De qualquer maneira identificou-se a potencialidade da maior interação entre clientes (internos e externos) com os projetistas dentro do processo, através da ferramenta apresentada. Essa

interação tornou ambos sensíveis à ação disciplinada como forma de registrar as informações necessárias nos diversos momentos e também suavizar o progresso do processo. A aplicação da ferramenta possibilitou sistematizar a interação entre os agentes através de reuniões e a sistematização do aprendizado.

5. CONCLUSÕES

A DSM demonstrou ter grande potencial na otimização do processo de projeto, favorecendo a organização da participação dos agentes nos processos de decisão e implementação de inovações tecnológicas na medida em que a seqüência de atividades de projeto é melhor visualizada, possibilitando a previsão da participação dos diferentes agentes nos momentos decisórios e a compatibilização de suas diferentes necessidades.

É importante enfatizar que, diferente do que normalmente se pensa, o planejamento das atividades de projeto não gera bloqueios ao processo criativo dos projetistas. Os escritórios de projeto, particularmente aqueles dedicados à construção dos empreendimentos, estão acostumados a trabalhar com prazos e, nesse caso, a DSM apenas organiza a seqüência ótima de projeto, facilitando a observação da interdependência entre as diferentes atividades.

Percebe-se a necessidade de elaboração de mais estudos de caso, buscando compreender como se dá o processo de inovação tecnológica na construção civil, particularmente nas atividades que envolvem a elaboração de projetos. Além disso, é preciso verificar a existência de outras ferramentas e estratégias existentes no âmbito de aumentar a transparência, a interação e a sistematização do aprendizado das atividades de projeto, particularmente focado no desenvolvimento de inovações tecnológicas

6. REFERÊNCIAS

ANTAC, Plano Estratégico para Ciência, Tecnologia e Inovação na Área de Tecnologia do Ambiente Construído com ênfase na Construção Habitacional, FINEP, 2002.

BARROS, M.M.B. Metodologia para implantação de tecnologia construtiva racionalizada na produção de edifícios. 1996. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BELL, M. e PAVITT, K., The Development of technological capabilities. In: HAQUE, I. U., Trade, Technology and international competitiveness. Washington: The World Bank, 1995, p.69-101.

BOOTH, Wayne C., COLOMB, Gregory G., WILLIAMS, Joseph M., A Arte da Pesquisa; tradução Henrique A. Rego Monteiro, 2ª Edição, São Paulo: Martins Fontes, 2005.

DOSI, G., The Nature of Innovative Process. Technical Change and Economic Theory, Pinter Publishers, London, 1988, ch.10, p.221-238.

FIGUEIREDO, P. N., Technological Learning and Competitive Performance, Cheltenham, UK, Northampton, MA, USA: Edward Elgar, 2001.

FIGUEIREDO, P. N. & VEDOVELLO, C., Capacidade Tecnológica Industrial e Sistema de Inovação, Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006, 212 p.

FREEMAN, C. & PEREZ, C., Structural Crises of Adjustment: Business cycles and Investment Behaviour. Technical Change and Economic Theory. Pinter Publishers, London, 1988, ch.3, p.38-65.

GRADVOHL, R. F., “Acumulação de Competências Tecnológicas e os Processos de Aprendizagem Subjacentes: um Estudo em Empresas do Sub-setor de Edificações da Construção Civil Participantes de uma Rede de Aprendizagem”, Texto de Qualificação da Dissertação Apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Administração da Universidade Estadual do Ceará – UECE, Fortaleza, Março de 2010.

HOBDAY, M. Product Complexity, innovation and industrial organisation. *Research Policy*, 1998, 26, p.689-710.

KOSKELA, Lauri; BALLARD, Glenn; TANHUANPÄÄ, Veli-pekka. Towards Lean Design Management. *IGLC-5 Proceedings*, 1997, p.1-13.

LAUFER, A. and TUCKER, R. L., “Is Construction Project Planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process”, *Construction Management and Economics*, 1987, 5:3, p. 243-266.

MILLER, R., HOBDAY, M., LEROUX-DEMERS, T. & OLLEROS, X., Innovation in Complex Systems Industries: The case of Flight Simulation, *Industrial and Corporate Change*, v.4, n.2, 1995, p.363-400.

REZENDE, M. A., & ABIKO, A. K. Inovação Tecnológica na Construção de Edificações : Novas Respostas para Antigas Questões. *SIBRAGEC 2001*, 2001.

SABBATINI, F. H., Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos: Formulação e Aplicação de uma Metodologia, 1989.

SLAUGHTER, E. S. Models of Construction Innovation. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 124(3), p. 226-231, 1998.

TATUM, C. B., Process of Innovation in Construction Firm. *Journal of Construction Engineering and Management*, 113(4), p. 648-663, 1987.

WINCH, G. Zephyrs of creative destruction: understanding the management of innovation in construction. *Building Research and Information*, 1998, 26, 5, September/October, p.268-279.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer à CAPES pelo apoio à pesquisa.