

A indústria da construção na era da informação

The Construction Industry in the information age

**Luiz Antonio do Nascimento
Eduardo Toledo Santos**

Resumo

A indústria da construção ainda está bastante atrasada em relação a outros setores industriais no uso das novas tecnologias de informação e comunicação. A globalização e o novo panorama mundial, bem como o atual cenário nacional, desestatizado e com escassez de financiamento, requerem da construção civil urgente melhora de produtividade e competitividade. A inovação em seus produtos e processos, particularmente com a ajuda da Tecnologia da Informação (TI), pode conduzir o setor a trilhar novos rumos. A falta de informações estratégicas, bem como a sobrecarga de informações, são fatores a considerar na adoção da TI. Por esta razão, é necessário compreender as barreiras ao uso destas tecnologias no setor e ter uma visão das tendências futuras.

Palavras-chave: tecnologia da informação, indústria da construção, barreiras à TI, gestão do conhecimento, sobrecarga de informações.

Abstract

The construction industry is still lagging behind other industry sectors concerning the use of information and communication technologies. Globalisation and the new world panorama, as well as the current Brazilian scenario, in which there is less public intervention and lack of financing, demand urgent improvement in productivity and competitiveness in the construction sector. Innovation in products and processes, especially with information technology support, can help this sector to find its way to a brighter future. Several factors must be considered in the introduction of IT solutions, such as information overload and the lack of strategic information. Therefore, it is necessary to understand the barriers to the use of IT in the construction sector and to identify future trends.

Keywords: information technology, construction industry, barriers to IT, knowledge management, information overload.

Luiz Antonio do Nascimento
luiz.donascimento@poli.usp.br

Eduardo Toledo Santos
eduardo.toledo@poli.usp.br

Universidade de São Paulo
Escola Politécnica
Departamento de Construção
Civil
Av. Prof. Almeida Prado
trav. 2, nº83
São Paulo
05508-900, SP - Brasil
Tel: (11) 3091.5234
Fax: (11) 3091.5234

Recebido em 17/02/03
Aceito em 30/05/03

Introdução

O macrossetor da Construção Civil tem um papel sócio-econômico importante no Brasil, tendo uma participação em torno de 5,6 % do total dos salários pagos a trabalhadores na economia brasileira, 9 % do pessoal ocupado e em torno de 19 % do PIB brasileiro (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2002). Apesar disso, é um dos setores menos desenvolvidos e mais tradicionais da indústria brasileira e mundial. No entanto, no contexto da “Era da Informação” ou *Infoera* (ZUFFO, 2002), onde o capital intelectual é o mais valorizado num mercado globalizado e competitivo, este cenário tende a se modificar, já que, para sobreviverem, as empresas precisam ser dinâmicas, utilizando recursos, profissionais e estratégias que permitam tomadas de decisões oportunas e eficazes. Para isso as corporações, inclusive as do setor da construção civil, precisam acompanhar a evolução mundial do mercado, modernizando-se, seja investindo no quadro funcional ou em equipamentos, em prol de alavancar seus lucros ou simplesmente sobreviver. Os profissionais também precisam se atualizar, criando dispositivos para que obtenham o conhecimento necessário para tomadas de decisões corretas e no tempo certo.

Neste artigo aborda-se a questão da importância do tratamento do fluxo de informações na indústria da construção civil para um bom desempenho das empresas do setor. Trata-se também do uso intenso de informações nos processos da construção civil e o problema de se conseguir implementar eficazmente a adoção de tecnologias da informação que dêem suporte ao gerenciamento do fluxo dessas informações em toda a cadeia produtiva. Por fim, a falta de informação oportuna e a sobrecarga de informações disponibilizadas aos agentes do processo são relatadas, bem como sugestões de formas de ação.

Visão geral da indústria da construção civil

Estamos acompanhando grandes mudanças na indústria da construção civil. As empresas estão adotando várias inovações tecnológicas e algumas delas estão se consolidando como uma estratégia competitiva para as organizações. Porém, devido aos riscos e incertezas inerentes às inovações tecnológicas não serem aceitáveis para boa parte do setor (TOLEDO et al., 2000), apenas depois de consolidada é que uma tecnologia passa a ser adotada por um número razoável de companhias. Toledo et al. (2000) destacam ainda que a natureza

multidisciplinar dos projetos e a dependência do desenvolvimento de novos materiais e equipamentos para a produção constituem outros obstáculos à adoção de inovações.

A caracterização da indústria da construção civil como tradicional e conservadora no Brasil se dá principalmente pelo fato de que até o final da década de 70 ela teve grandes investimentos financiados pelo Estado, que não possuía nenhum programa de qualidade para o setor, fazendo com que muitas companhias não procurassem inovações. Outro fator importante é que as inovações no setor se dão ao longo de anos (TOLEDO et al., 2000). Esta situação é agravada pelo fato de boa parte da mão de obra ser semi-analfabeta, sendo mais despreparada e desqualificada do que, por exemplo, a da indústria de transformação. Isto dificulta a implementação de inovações em níveis básicos, porém, mesmo nas hierarquias superiores, costuma-se adotar métodos de gestão ultrapassados (MELHADO, 2001). Apesar das mudanças ocorridas nas últimas décadas, o setor ainda não conseguiu se igualar ao nível de eficiência, produtividade e qualidade de outros setores da indústria.

Neste último período, a indústria da construção civil sofreu várias influências políticas e econômicas como as privatizações das empresas estatais, os efeitos da globalização, a diminuição da intervenção do Estado no mercado, a variação da moeda, o aumento da taxa de juros, a exigência do governo aos programas de qualidade, o aumento da competitividade, diminuição dos riscos nos investimentos e a diminuição das margens de lucro das companhias.

Não há índices históricos de produtividade da indústria da construção brasileira, até por que somente na década de 90 surgem estudos importantes para definição de tais índices (LANTELME, 1994). A Figura 1 mostra a situação nos últimos 40 anos nos Estados Unidos. Considerando que as tecnologias e os processos construtivos adotados naquele país favorecem a produtividade, é de se esperar que a situação brasileira seja igual ou pior àquela e que aqui o setor também continue mais ineficiente que outros da indústria como um todo.

A Figura 2 ilustra esquematicamente as grandes mudanças ocorridas na indústria da construção no Brasil desde o *boom* em 1960 com a construção de Brasília. Neste intervalo houve dois picos: na época de Juscelino Kubitschek (“50 anos em 5”) e no início da década de 70 com o “milagre econômico”. A partir da década de 80 o setor entrou em uma grande recessão que de certo modo continua até hoje.

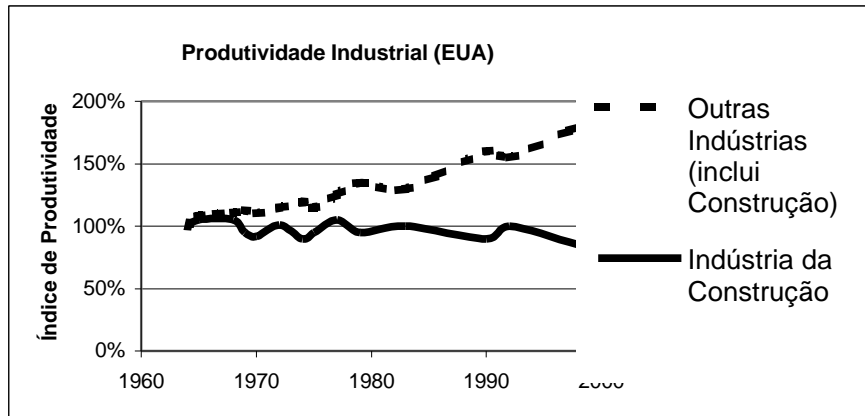


Figura 1 - Produtividade da Construção Civil comparada com outras indústrias (EUA) (Adaptado de TEICHOLZ, 2000)

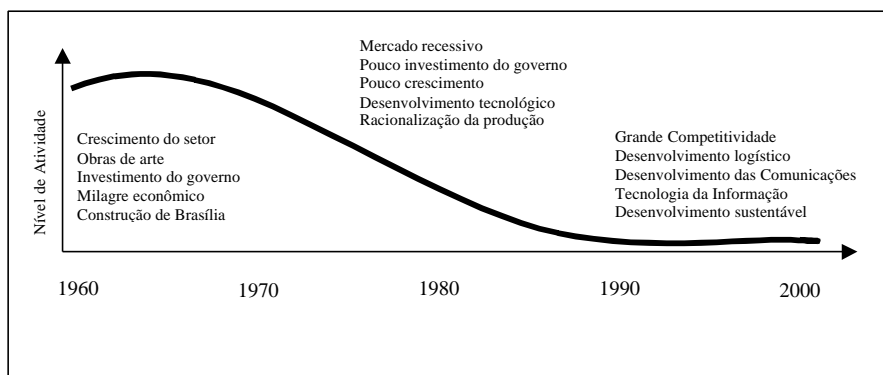


Figura 2 - Histórico recente da indústria da construção civil no Brasil

A falta de informações precisas e oportunas na indústria da construção

A informação é uma “matéria-prima” essencial para as companhias na Infoera. É ingrediente essencial para a produção de documentos, execução de tarefas e geração de novos conhecimentos. Na indústria da construção, o tratamento do fluxo de informações entre os vários agentes multidisciplinares dentro de todo o processo é um dos fatores críticos para o sucesso de um empreendimento. Segundo Schmitt (1993), a falta de informação na elaboração de documentos técnicos de projeto representa um grave problema na obtenção de maior produtividade e qualidade no setor. Quando grande volume de informação está circulando entre os membros de um projeto, é fundamental garantir-se que estas informações sejam precisas e relevantes (SOIBELMAN; CALDAS 2001). Para Tzortzopoulos (1999), ao longo dos processos, muitas decisões essenciais não são tomadas adequadamente por falta de tempo ou pressões do

mercado. Para a mesma autora, estas decisões são tomadas sem considerar todas as informações necessárias podendo gerar perdas como, por exemplo, retrabalho, indefinições do produto, consideração inadequada ou insuficiente das necessidades dos clientes no projeto ou desenvolvimento de um estudo econômica ou financeiramente inadequado. Considera ainda necessário que sejam identificados os documentos e as informações mínimas para possibilitar o início da obra. Por todos estes motivos, pode-se afirmar que a falta de tratamento dos fluxos de informações nos processos da construção pode levar a problemas patológicos na construção, atraso nos prazos, baixa produtividade e qualidade e aumento substancial nos custos.

Hoje, para gerenciar um empreendimento, não é mais suficiente utilizar meios tradicionais, com os quais o gerente não tem controle satisfatório de todas as informações que fluem entre os agentes. Com isso, a utilização de sistemas de informações tem aumentado nos últimos anos, apesar da construção civil ter conseguido menor retorno com

esse investimento em relação a outros setores (STEWART et al., 2002).

Os sistemas de informações transformam dados em informações para poder responder a uma variada gama de consultas. Os dados são conjuntos de fatos distintos e objetivos. Informações são dados com significado, relevância e propósito (DAVENPORT; PRUSAK, 1998). Por isso, a informação é relativa e depende da capacidade de interpretação do receptor. É necessário criar uma estrutura para racionalização do fluxo e compreensão dos dados ao longo do desenvolvimento de um empreendimento. No processo de construção em empresas do subsetor de Edificações, por exemplo, os vários agentes possuem natureza, visão, conhecimentos e simbologias diferentes para representar seus artefatos. Por isso há grande dificuldade em se fazer o controle do fluxo de informações, de forma que todos os dados recebidos pelos agentes tenham significado, caracterizando-se assim como informação.

A informação deve ser compartilhada por todos os agentes e para isso devem ser utilizados mecanismos de comunicação com ferramentas para acesso às informações por toda a equipe. A principal utilização da informação é para tomada de decisão. Por isso, a qualidade da informação pode determinar o acerto das decisões tomadas. A informação com qualidade para tomada de decisão deve ser precisa, oportuna e completa (REZENDE et al., 2000).

Atualmente existe também a preocupação com a gestão da informação. Para isso é essencial que as empresas invistam em tecnologias para a gestão da informação de toda sua cadeia produtiva. Essas tecnologias devem ser capazes de capturar, armazenar, formatar, resumir e filtrar dados. Segundo Nascimento et al. (2000), a gestão da informação constitui uma atividade complexa que percorre diversos níveis, sendo manuseada por muitos usuários. Para estes autores, a informação apresenta-se sob a forma de fluxos contínuos, agregando valor aos processos empresariais e produtivos.

Sobrecarga de informações na indústria da construção civil

Mesmo num processo de construção simples, centenas ou milhares de documentos podem ser gerados num empreendimento típico. Estes documentos são de diferentes tipos e incluem pedidos de informação, desenhos CAD, memorandos, fotos, especificações, orçamentos, layout de canteiros, atas de reunião e memoriais descritivos, entre outros, e são somados a normas técnicas, legislação e outros documentos externos. A

implantação e o uso de sistemas de informação ou mesmo das chamadas “*extranets de projeto*” (WATSON; DAVOODI, 2002) tornam muitos destes dados imediatamente disponíveis, podendo levar à sobrecarga de informações¹ (*information overload*), um fenômeno não necessariamente oposto àquele descrito na seção anterior.

A sobrecarga de informações ocorre quando indivíduos recebem mais informação relevante do que eles conseguem absorver (FARHOOMAND; DRURY, 2002), ou quando a eles é enviada grande quantidade de informação não solicitada, parte dela potencialmente relevante (EDMUNDS; MORRIS, 2000).

Na década de 80, e boa parte da década de 90, houve muita pesquisa no setor da construção para tentar solucionar o problema da falta de informação entre as várias equipes que participam de um empreendimento. Na época, a falta de informação para tomada de decisão era responsável por parte do baixo desempenho do setor. Para solucionar esse problema muitas companhias investiram em TI adquirindo *software* e *hardware* para o gerenciamento das informações. Atualmente, com o uso intenso e a gama de opções de ferramentas de TI, alavancadas pelo desenvolvimento e popularização de tecnologias baseadas na Internet, existe uma maior disponibilidade e facilidade de se obter informação. Com a grande oferta de informações, alguns agentes se vêem inundados pela grande quantidade de dados disponíveis, levando seus profissionais à sobrecarga de informações.

Farhoomand e Drury (2002) relatam que as conseqüências mais freqüentes da sobrecarga de informação são perda de tempo, efeitos negativos no trabalho, redução de eficiência, frustração, cansaço, estresse, efeitos negativos sobre a qualidade das decisões, redução na produtividade e danos à vida pessoal. Casos mais severos levam a problemas de saúde tais como indigestão, doenças cardíacas e hipertensão (MURRAY, 1998).

A solução mais comum para este problema é a filtragem de informações (FARHOOMAND; DRURY, 2002). Assim, paradoxalmente, a Tecnologia da Informação está no cerne do problema da sobrecarga de informações e também no caminho da solução do mesmo problema.

¹ Embora o termo “sobrecarga de informações” seja criticado na literatura, pelo fato de que os dados, antes de se tornarem informação, devem ser compreendidos e avaliados (MEADOW; YUAN, 1997), será empregado neste texto, pois é extensivamente usado na literatura.

Tecnologia da informação na construção civil

Tradicionalmente, dá-se o nome de Tecnologia da Informação (TI) às tecnologias utilizadas para capturar, armazenar, processar e distribuir informações eletronicamente.

O termo Tecnologia da Informação não se refere apenas ao tratamento das informações através de ferramentas eletrônicas. O termo diz respeito também, segundo Laurindo (2000), a aspectos humanos, administrativos e organizacionais. A indústria da construção civil tem investido pouco em TI em relação a outros setores da indústria (ANDRESEN et al., 2000). A comparação de estudos feitos no Brasil (NASCIMENTO; SANTOS, 2002) e em outros países (RIVARD, 2000) mostra que, grosso modo, a utilização da Tecnologia da Informação no setor é semelhante em todo o mundo. Porém, pela instabilidade política e econômica que inibe os investidores no Brasil, não há o uso tão intenso como em alguns países desenvolvidos.

A estratégia de TI depende da estratégia de negócios da companhia de acordo com seu resultado e posicionamento esperado no mercado da construção civil. Devem ser levados em conta ainda aspectos políticos, humanos e culturais. Um exemplo clássico que retrata isto é o caso dos dirigentes tecnocratas que adotavam sistemas CAD em seu departamento de projetos e continuavam a executar seus processos da mesma maneira que o faziam quando o processo era manual. Estas empresas não alavancavam seus negócios, pois utilizavam a tecnologia apenas para automatizar desenhos em formato eletrônico, visando somente aspectos quantitativos que, embora dependendo da velocidade do projetista, podia levar o mesmo tempo que um desenho produzido em prancheta (principalmente considerando o tempo de elaboração do desenho e o tempo de plotagem). Assim, apenas a adoção da TI não garante aumento de produtividade. Atualmente o mesmo ocorre com empresas que utilizam ferramentas colaborativas como as extranets de projetos sem considerá-la em sua estratégia de negócio. Estas ferramentas exigem que sejam alterados todo o modelo organizacional e o fluxo de informações do processo de projeto², além do comprometimento com a tecnologia por todos os parceiros de um empreendimento.

Segundo Cruz (1998), é necessário que as empresas repensem seus processos para adotarem tecnologias da informação. Além disso, o mesmo autor comenta que é necessário “aculturar” as pessoas que deverão passar a trabalhar de maneira diferente. Para não haver rejeição à nova tecnologia, deve-se

conscientizar os agentes de que a adoção total da nova metodologia propiciará aumento da produtividade de forma racional, agregando valor aos processos e produtos gerados, melhorando assim a imagem dos agentes perante seus clientes (internos e externos).

A TI tem mudado a forma como as empresas realizam negócios e contribuído para uma grande evolução em relação à logística e à comunicação. Com isso, tem possibilitado o surgimento de novas organizações baseadas neste novo cenário. Os provedores de extranets de projetos e empresas virtuais voltadas para o comércio eletrônico são exemplos dessas novas companhias, que não existiam há menos de dez anos atrás. Enquanto na maioria das empresas a TI apenas dá suporte aos seus processos, nestas empresas a TI é um fator essencial para sua existência.

Pesquisas nos últimos anos (VILLAGARCÍA ZEGARRA et al., 1999) mostram que o setor não tem acompanhado as mudanças nas estratégias das empresas e o aumento da importância da TI para a eficácia do negócio.

O impacto estratégico da TI a curto e longo prazo nas empresas pode ser modelado através do *Grid* Estratégico de McFarlan (1984) (Quadro 1), ajudando a direcionar a estratégia das empresas neste campo. Neste *grid*, o impacto da TI é representado através de quatro quadrantes: Suporte (*Support*), Fábrica (*Factory*), Mudança (*Turnaround*) e Estratégico (*Strategic*).

Quadro 1 - Impacto Estratégico da TI (Adaptado de MCFARLAN, 1984)

Impacto Atual	alto	FÁBRICA	ESTRATÉGICO
	baixo	SUPORTE	MUDANÇA
		baixo	alto
		Impacto Futuro	

No quadrante SUPORTE estão aquelas empresas que hoje usam a TI somente como suporte de suas atividades. Normalmente poderiam terceirizar estas atividades sem quaisquer prejuízos. Ex: processamento da folha de pagamento de uma construtora. O impacto presente ou futuro da TI neste caso é muito pequeno.

O quadrante FÁBRICA representa aquelas empresas que, em sua organização atual, têm grande dependência da TI, entretanto, há poucas perspectivas destas tecnologias interferirem nas

² Em alguns casos exigindo até alterações na cadeia produtiva.

estratégias futuras da empresa. Um exemplo seria um escritório de projetos que usa um sistema CAD para a produção de desenhos. O CAD torna-se uma ferramenta essencial na atividade da empresa, mas como todos os concorrentes dispõem da mesma tecnologia e a forma com que é usada não é inovadora, não se constitui numa estratégia competitiva capaz de promover o futuro da empresa.

Empresas nas quais a dependência da TI não é total³, mas que a usam com objetivos estratégicos para sua atuação no mercado, estão no quadrante MUDANÇA. Um exemplo deste tipo de posicionamento seria uma construtora que utiliza um sistema de *e-procurement* para realizar compra de produtos e serviços e que, graças à redução de custos e prazos proporcionada por este sistema, atua no mercado oferecendo preços mais baixos que a concorrência. Neste caso a TI proporciona vantagem competitiva, pelo menos enquanto os demais rivais não aderem a esta nova tecnologia.

Finalmente, no quadrante ESTRATÉGICO, o impacto da TI é alto tanto nas atividades atuais quanto na estratégia de futuro da empresa, sendo uma ferramenta essencial para seu negócio. Exemplo é o uso adequado das extranets de projeto ou sistemas de gerenciamento de projeto na *web*. Neste caso, o andamento de todo empreendimento depende do funcionamento ininterrupto da TI envolvida, já que todas as atividades técnicas diretamente ligadas à obra (projeto e execução) dependem das informações lá armazenadas. Da mesma forma, as empresas que adotaram corretamente esta tecnologia contam com os benefícios em termos de redução de custos, prazos e erros proporcionados por ela para dar suporte à sua estratégia competitiva no mercado (ALSHAWI; INGIRIGE, 2003). Empresas de construção civil posicionadas neste quadrante são as que estão mais próximas de alcançar todos os benefícios que a TI proporciona a outros setores econômicos.

As empresas do setor da construção civil, principalmente do subsector de edificações, poderiam já estar nos quadrantes “MUDANÇA” ou “ESTRATÉGICO”, porém a maior parte destas empresas ainda posiciona-se no quadrante “SUPORTE”, onde a TI apenas é utilizada para automatizar algumas atividades administrativas e de projetos. Nestas empresas, a TI tem pouca influencia nas suas estratégias atuais e em longo prazo. Em alguns casos mais específicos, como o das empresas de projetos, a situação é um pouco diferente, concentrando-se no quadrante “FÁBRICA”. Atualmente, a TI tem uma maior importância nas estratégias destas empresas, pois existe uma intensa

utilização do computador ao longo de seus processos. As principais atividades de uma empresa de projeto dependem da utilização de sistemas computacionais para atividades administrativas (planilhas eletrônicas, editores de textos, banco de dados e pacotes de gestão integrados), de projetos (programas CAD, de cálculo, de planejamento e de gerenciamento e armazenamento eletrônico de projetos) e de comunicação (aparelhos eletrônicos de comunicação, sistemas de informação, Internet, intranet e extranet). Isto acontece porque no processo de construção de edificações as etapas de projetos têm um alto grau de automação enquanto que nas etapas de construção o trabalho ainda é “semi-artesanal”, com mão de obra predominantemente braçal e mecânica. Infelizmente, um escritório de projeto que desejasse migrar para o quadrante “ESTRATÉGICO”, por exemplo, utilizando CAD 3D ou até mesmo um Modelo Integrado do Edifício, esbarraria na necessidade de adoção da tecnologia por todos os seus clientes.

Outra maneira de avaliar a importância da TI nas empresas é através da Matriz de Intensidade de Informação (PORTER; MILLAR, 1985). Nesta matriz é verificado um maior grau de importância da TI nas empresas que possuem maior quantidade de informação em seus processos e em seus produtos. Desta perspectiva, as construtoras intrinsecamente encontram-se limitadas quanto à utilização total da TI, já que se posicionam no quadrante onde há intensa utilização de informação no processo que desenvolvem mas, em geral, pouco conteúdo de informação no produto final que geram (Quadro 2).

Quadro 2 - Exemplo de Matriz de Intensidade de Informação para o setor da construção civil

Intensidade de Informação na Cadeia de Valor / Processo	alto	Construtora	Escritório de projetos
	baixo	Concreteira	-
		baixo	alto
		Conteúdo de Informação no Produto	

Os escritórios de projeto podem ser verdadeiras empresas da Infoera, já que lidam fundamentalmente com informação. Seus insumos podem vir sob forma digital (documentos eletrônicos, e-mail, videoconferência, etc.) bem como os produtos que geram (arquivos CAD, documentos eletrônicos) podem ser assim entregues aos seus clientes. Seus funcionários podem trabalhar remotamente e podem

³ Isto é, que podem, por exemplo, tolerar falhas nos sistemas de TI por horas ou até dias.

ser contratados por clientes em todo o mundo. Podem se constituir como “empresas virtuais”. Sua matéria-prima é informação e seu produto final também.

Outros agentes na cadeia de valor da construção civil requerem pouca informação para gerar produtos que também têm pouco ou nenhum conteúdo de informação (Indústria de Cimento, concreteiras, etc.).

Perspectivas para novos usos da TI na construção civil

Atualmente a indústria da construção civil está iniciando sua fase de consolidação do uso da Tecnologia da Informação através de Sistemas de Informação (SI) em seus processos. Com quase duas décadas de atraso, ela ultrapassou a fase em que utilizava computadores apenas para o processamento de seus dados com o intuito de gerar informações úteis que inicialmente eram operados em CPDs (Centro de Processamento de Dados) e posteriormente distribuídos na companhia através dos microcomputadores.

Existem agora diversos tipos de Sistemas de Informações para a indústria da construção civil, desde programas de *workflow* até as populares Extranets de Projeto. Estes sistemas gerenciam toda a informação gerada. Porém, em outros setores da indústria, já existe uma grande preocupação em gerenciar o conhecimento produzido pelos agentes do processo através de equipes de Gestão do Conhecimento (GC), o que começa a preocupar a indústria da construção civil também (SILVA; HEINECK, 2001).

A tendência é que depois de consolidada a gestão do conhecimento, a nova preocupação seja com a Geração de Sabedoria (GS). Para isso, estão sendo desenvolvidos sistemas e ferramentas que possibilitem aos agentes refletirem sobre os conhecimentos adquiridos nas companhias. Com essas novas ferramentas, os agentes poderão entender e explicar melhor os resultados positivos ou negativos dos negócios através de tomadas de decisões baseadas em conhecimento. Por isso, provavelmente no futuro será necessário criar estratégias e sistemas para que, ao longo dos processos da construção, possam ser tratados desde os dados coletados até a formação do saber. O exemplo do Quadro 3 ilustra a evolução da “informação”:

De acordo com o Quadro 3, e considerando a informação como unidade básica, os vários agentes da construção civil poderão ser classificados

segundo o nível informacional em que se situam, conforme a Quadro 4:

Quadro 3 - Exemplo de evolução da informação

Dado	7.
Informação	Utilizar 7 cm de espessura na laje do piso da garagem.
Conhecimento	Laje que passa automóvel não pode ter menos de 12 cm de espessura.
Sabedoria	É aconselhável pedir para o engenheiro calculista rever seus cálculos.

Quadro 4 - Classificação de agentes da construção civil segundo seu nível informacional

Agentes de dados	Digitador, escriturário, auxiliar, etc.
Agentes de informação	Desenhista, secretária, orçamentista, comprador, etc.
Agentes de conhecimento	Engenheiro, arquiteto, tecnólogo, etc.
Agentes de sabedoria	Coordenador, gerente, diretor, consultor, etc.

As principais características das ferramentas de TI podem ser definidas de acordo com o uso por seus agentes. Por exemplo, para os agentes de dados, as ferramentas devem ter boa usabilidade para serem capazes de processar dados rapidamente já que estes profissionais não costumam verificar o conteúdo de seu trabalho. As ferramentas para os agentes de informação devem ser adaptadas para suas funções, pois sua produtividade dependerá da melhor adequação aos seus usuários. Os agentes de conhecimento necessitam de ferramentas específicas para suas atividades e que sejam integráveis com a de seus parceiros para troca de conhecimentos. Para os agentes de sabedoria são necessárias ferramentas que consolidem os resultados gerados por outros trabalhadores, produzindo visões e previsões para análises.

Outro campo que se desenvolve muito na área acadêmica e que precisa migrar com mais rapidez para a prática dos profissionais do setor de construção é aquele de tecnologias mais avançadas como a realidade virtual, o CAD-4D, modelo integrado do edifício, etc.

Algumas das principais tendências futuras da TI na construção civil são sumarizadas abaixo:

- (a) Gerenciamento da informação de projetos baseada em modelos ao invés de documentos, isto é, o uso de um modelo único, conceitual, do produto e

dos processos de um empreendimento, compartilhado por todos os agentes envolvidos e implementado em diferentes aplicações.

- (b) Pensamento voltado ao ciclo de vida da edificação e transição fluída de informação entre as várias fases do ciclo de vida. Hoje há pouca comunicação e compartilhamento de conhecimento entre as várias fases da vida do produto. A TI é elemento fundamental para melhorar estes processos.
- (c) Uso do conhecimento adquirido no passado nos novos empreendimentos. Esta atividade essencial requer uso de sistemas estratégicos para capturar e gerir o conhecimento e a sabedoria.
- (d) Grandes mudanças no processo de compras de serviços e materiais em função da Internet (*e-procurement*), incluindo estratégias *just-in-time*.
- (e) Melhoria da comunicação em todas as etapas do ciclo de vida através da visualização gráfica interativa.
- (f) Uso intensificado de simulação e análises do tipo “e se...” para tarefas como medida de produtividade, análise de riscos, alocação de recursos, planejamento de canteiros, etc.
- (g) Grande tendência de o uso de TI ter um maior impacto como vantagem competitiva nos próximos anos para as indústrias da construção (FROESE et al., 2001).

Para atingir estes benefícios, as empresas do setor precisarão implementar mudanças estruturais fundamentais nos processos e no gerenciamento organizacional, bem como enfrentar o problema de desenvolvimento dos recursos humanos (AMOR et al., 2002).

Barreiras para a TI na indústria da construção civil

A área da tecnologia da informação para a construção civil é um dos setores onde a distância entre o que se pesquisa e se desenvolve academicamente e a correspondente adoção e prática no mercado é das maiores já vistas. Enquanto a pesquisa, por exemplo, de tecnologias CAD-4D tenha quase 10 anos, poucas empresas do setor já incorporaram o CAD-3D em sua rotina de trabalho. Tecnologias como realidade virtual (WHYTE, 2001) e robótica parecem ainda mais distantes da prática do mercado, mesmo sendo temas relativamente comuns (SRIPRASERT; DAWOOD, 2001) na pesquisa acadêmica conduzida nas universidades e centros de pesquisa de todo o mundo. Algumas oportunidades de se utilizar TI no canteiro de obras como robótica, PDAs, ferramentas de comunicação

avanzadas ou sistemas de automação como CNC e CAM são inviabilizadas técnica e economicamente pelo emprego, em seu nível operacional, de mão de obra barata e desqualificada.

A pouca utilização dessas tecnologias são também em grande parte devido a barreiras ligadas aos profissionais que atuam na área, aos seus processos longamente estabelecidos, às características e culturas do próprio setor e a deficiências da tecnologia. A maior parte destas barreiras não é ligada a fatores econômicos ou de subdesenvolvimento já que o que se observa no Brasil em relação ao uso da TI na Construção Civil é muito parecido com o que se vê em países desenvolvidos.

Algumas pesquisas (NASCIMENTO; SANTOS, 2002) abordam o tema, listando como principais as seguintes barreiras à TI na construção civil:

- (a) O pessoal de nível tático e estratégico das companhias normalmente não possuem desenvoltura com a aplicação de TI e não estão preparados para especificar nem avaliar ferramentas.
- (b) Outros setores da indústria vêem a *web* como uma oportunidade importante para reduzir custos com intermediários nas compras e descobrir novos parceiros. Já muitos construtores vêem os fornecedores e empreiteiras locais como um elo crucial e insubstituível da cadeia de suprimentos (HASSELL et al., 2000).
- (c) Ainda há falta de padronização na comunicação, apesar dos esforços de organismos como a IAI (padrões IFC e aecXML), ANTAC (terminologia e classificação CDCON) e AsBEA (adaptação da ISO13567 ao Brasil). O desenvolvimento de padrões e classificações para promover a interoperabilidade e integração para a indústria da construção tem demonstrado ser uma atividade complexa (ROE; REINA 2001).
- (d) São utilizados métodos de gestão de processos ultrapassados (MELHADO, 2001) que não incluem a utilização de TI.
- (e) De acordo com vários estudos internacionais (NEWTON, 1998) (STATISTICS NEW ZELAND, 2002), há pouco investimento em TI no setor da Construção Civil comparado com outras indústrias. Na maioria das empresas não existe a área de TI e, mesmo quando existe, não tem orçamento significativo que permita investimento adequado para alavancar resultados positivos (HASSELL et al., 2000).
- (f) O impacto das poucas empresas que investem em TI é pequeno, pois a indústria da construção civil é muito grande, diversificada e fragmentada (VILLAGARCÍA ZEGARRA, et al., 1999). Em

conseqüência disto, quanto menos agentes usarem a TI, menores serão os benefícios, globais ou locais, destes investimentos (HASSEL et al., 2000).

(g) Boa parte das empresas que utilizam intensamente TI não atentam para a necessidade de compatibilização e alinhamento das estratégias da TI com as estratégias do negócio.

(h) Problemas com custos de aquisição e manutenção de equipamentos e software. Apesar do barateamento do custo, este fator foi identificado como a barreira mais significativa em pesquisa do Prof. Rivard (2000), realizada no Canadá. Provavelmente é significativa também no Brasil.

(i) As estruturas curriculares das universidades não dão uma maior ênfase nas aplicações de TI para os futuros profissionais, de forma que tenham uma visão mais ampla e prática das Tecnologias de Informação existentes para sua área.

(j) Até há pouco tempo atrás, praticamente não existia na formação dos profissionais de AEC a utilização de ferramentas informatizadas. Assim, mesmo os jovens engenheiros e arquitetos que se formam hoje, terão por muitos anos um impacto ainda limitado no setor (HASSELL et al., 2000). Muitos profissionais da área de nível estratégico possuem algum conhecimento de TI, porém a nível operacional, não compatível com suas funções.

Sugestões para o uso eficaz da informação na indústria da construção civil

Com a velocidade que as mudanças ocorrem atualmente devido à globalização e ao desenvolvimento tecnológico, as companhias do setor da construção não conseguem adotar todas as soluções inovadoras que aparecem no mercado. Porém, como visto, há a necessidade de se adotar algumas medidas para se manter competitivo. Uma medida que certamente traz resultados positivos a médio e longo prazo é o gerenciamento de informações. No entanto, para isso, há que se investir em tecnologia da informação, podendo-se ainda implantar um processo de gestão de conhecimento. Além disso, no planejamento das soluções, deve-se prever onde se quer chegar e como, estabelecendo políticas de TI alinhadas com os objetivos estratégicos da empresa.

Atualmente a maioria das companhias adota a TI como solução viável para melhorar seu desempenho. Estas tecnologias têm-se tornado economicamente viáveis com o barateamento dos equipamentos de informática nos últimos anos.

Para vencer os obstáculos e ter sucesso na implantação e implementação de soluções baseadas na TI recomenda-se:

(a) Manter disponíveis as informações de um empreendimento por toda a sua vida útil, além de gerir o conhecimento e a sabedoria acumulada na empresa.

(b) Qualificar o pessoal para utilização e entendimento dos benefícios da tecnologia.

(c) Padronizar atividades e processos.

(d) Evitar redundância de informações.

(e) Comprar uma tecnologia através da análise do seu benefício não apenas pelo seu custo.

(f) Motivar a equipe na adoção da tecnologia para evitar rejeição.

(g) Privilegiar tecnologias multiusuário e multiplataforma, de preferência interoperáveis, colaborativas e baseadas na Internet.

(h) Privilegiar sistemas que integrem sistemas já existentes na empresa (GED, ERP, SGBD, PDM, etc.).

(i) Procurar utilizar a informação para obter novas oportunidades de agregar valor aos serviços e produtos.

(j) Utilizar ferramentas que acelerem o fluxo de informações de toda a cadeia produtiva.

(k) Adotar um sistema de organização flexível que permita acompanhar e adaptar-se às constantes mudanças.

(l) Investir em capital intelectual.

(m) Utilizar sistemas de informação para conhecer melhor seus serviços, produtos, clientes internos, clientes externos e concorrentes.

(n) Utilizar sistemas que ofereçam segurança e confiabilidade da informação.

Cada vez mais se torna necessário, de acordo com estudos recentes, a necessidade de solucionar o problema da falta de informações relevantes e oportunas, além da sobrecarga de informação para os tomadores de decisão na indústria da construção. Algumas pesquisas (SANTOS; NASCIMENTO, 2002) (CALDAS; SOIBELMAN, 2002) propõem soluções através de técnicas de Recuperação de Informação (*Information Retrieval*) nos sistemas para garantir a qualidade da informação aos usuários de sistemas de informação automáticos. Algumas soluções para viabilizar a utilização da TI na indústria da construção civil, porém, dependem da mudança da cultura e, principalmente, da formação dos profissionais da construção. Segundo uma empresa que gerencia documentos, os profissionais

da construção não conseguem reunir informações e elaborar uma proposta convincente para justificar seus pedidos de investimentos para adoção da tecnologia (MOREIRA, 1999). Para solução deste problema, os cursos de formação desses profissionais, além de oferecer disciplinas que ensinem a operar ferramentas como CAD, devem capacitar seus alunos a analisar opções de ferramentas e gerir a tecnologia da informação normalmente utilizada no setor. Estas disciplinas podem ainda ser oferecidas como disciplinas optativas, em cursos de pós-graduação ou em cursos de educação continuada para profissionais já formados. Outro fator importante para o sucesso da TI, como já mencionado, é que a tecnologia seja usada de forma racional de maneira que haja um alinhamento estratégico entre as estratégias da empresa e a estratégia da TI.

Finalmente, a comunidade da construção e o governo devem criar e apoiar programas que discutam o uso da Tecnologia da Informação como, por exemplo, o Programa Construbusiness Paraná (2001) e o Plano Estratégico para a Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia do Ambiente Construído com Ênfase na Construção Habitacional (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002).

Conclusões

Apesar dos avanços recentes e das mudanças no cenário do mercado mundial, a indústria da construção ainda exhibe, não só no Brasil, mas também em países desenvolvidos, um padrão relativamente atrasado no uso das modernas inovações proporcionadas pelas Tecnologias da Informação e Comunicação. Esta situação é paradoxal no sentido em que o mesmo setor apresenta baixa produtividade e grande necessidade de aumento de sua eficiência e competitividade, áreas em que a TI normalmente têm grande impacto, ao mesmo tempo em que o potencial para aplicação desta tecnologia é muito grande no setor.

Ao longo dos processos da manufatura na indústria da construção civil, é gerado um volume muito grande de informações (NEWTON, 1998) que muitas vezes não são disponibilizadas oportunamente para os tomadores de decisão. É por isso há um grande potencial para o uso de tecnologias para gerenciamento adequado destas informações. Os resultados de uma iniciativa que fosse capaz de agregar a TI de forma eficaz no cotidiano dos profissionais da Construção teriam um enorme impacto no setor devido principalmente a dois fatores: a fatia considerável que representa no PIB e a baixa produtividade que o caracteriza. As oportunidades para aumento da eficiência desta

indústria pela aplicação destas tecnologias são muitas, proporcionando impacto significativo no crescimento nacional, provavelmente até maior que na maioria dos demais setores (NEWTON, 1998).

Assim como a falta de informações nos processos da construção pode levar a decisões erradas ou provocar erros de execução e projeto, com conseqüente retrabalho, o excesso de informações pode inundar com dados seus usuários, gerando sobrecarga de informações se os dados relevantes não forem filtrados.

Para ser eficaz e conseguir o mesmo retorno que o conseguido pela indústria de transformação, é necessário alinhar as estratégias de negócio das empresas do setor com as estratégias utilizadas para a TI. Para isso, as empresas deverão superar suas barreiras culturais e mudar a forma de executar seus processos. Os variados tipos e tamanhos de empresas do setor da construção civil requerem estratégias diferenciadas para adoção de sistemas de informação, de acordo com os impactos a curto ou longo prazo que as ferramentas adotadas podem apresentar. Uma análise crítica da intensidade de informação nos produtos e processos envolvidos em seus negócios também pode sugerir novos posicionamentos estratégicos para as empresas do setor.

Novas tecnologias estão sendo disponibilizadas em ferramentas que modelam as informações e gerenciam os dados de um empreendimento, contribuindo fundamentalmente para melhores tomadas de decisão e para a criação de novo conhecimento, integrando todas as fases e compartilhando informações entre os agentes dos processos em todo o ciclo.

Para romper as barreiras à adoção maciça de TI no setor, é necessário que sejam adotadas padronizações e modernização na gestão das empresas, a fim de que sejam viabilizados os investimentos na área.

Neste artigo foram expostas algumas barreiras à disseminação da TI na construção civil, bem como propostas para incorporação adequada dessas tecnologias no setor onde poucas são as inovações que efetivamente chegam e se consolidam no mercado.

Referências

- ALSHAWI, M.; INGIRIGE, B. Web-enabled project management: an emerging paradigm in construction. **Automation in Construction**, Oxford, v. 12, n. 4, p. 349-364, 2003.
- AMOR, R.; BETTS, M.; COETZEE, G.; SEXTON, M. Information technology for construction: recent

work and future directions. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, v. 7, p. 245-258, 2002. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2002/16/paper.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2003.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Plano estratégico para ciência, tecnologia e inovação na área de tecnologia do ambiente construído com ênfase na construção habitacional**. Porto Alegre, 2002. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/Temas/Desenv/ECIB/ecib_novo.htm>. Acesso em: 02 jul. 2002.

ANDRESEN, J. et al. A Framework for measuring IT innovation benefits. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, Stockholm, v. 5, p. 57-72, 2000. Disponível em: <http://www.itcon.org/2000/4/paper.pdf>. Acesso em: 09 fev. 2003.

CALDAS, C.H.; SOIBELMAN, L. Automated classification methods: supporting the implementation of pull techniques for information flow management. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10., 2002, Gramado, RS. **Proceedings...** Porto Alegre: UFRGS, 2002. p. 675-686.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS. **Macrossetor da construção produz quase 20% do PIB (Release)**. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.moradia.org.br/BuscaDados.asp>>. Acesso em: 11 fev. 2003.

CRUZ, T. **Workflow**: a tecnologia que vai revolucionar processos. São Paulo: Atlas, 1998. 222 p.

DAVENPORT, T.H.; PRUSAK, L. **Working Knowledge**: how organizations manage what they know. Boston: Harvard Business School, 1998.

EDMUNDS, A.; MORRIS, A. The problem of information overload in business organizations: a review of the literature. **International Journal of Information Management**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 17-28, 2000.

FARHOOMAND, A.; DRURY, D. Managerial information overload. **Communications of the ACM**, New York, v. 45, n. 10, p. 127-131, Oct. 2002. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=570907.570909/>>. Acesso em: 15 dez. 2002.

FROESE, T.; WAUGH, L.; POURIA, A. project management in the year 2020. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE CANADIAN SOCIETY FOR CIVIL ENGINEERS, 2001, Victoria, Canada. **Proceedings...** Victoria: [s.n.], 2001.

HASELL, S.; BERNSTEIN, M.; BOWER, A. **The role of information technology in housing design and construction**. Santa Monica, CA: Science and Technology Policy Institute/RAND, 2000. (CF-156-OSTP) Disponível em: <<http://www.rand.org/publications/CF/CF156/CF156.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2002.

LAURINDO, F.J.B. **Um estudo sobre a avaliação da eficácia da tecnologia de informação nas organizações**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

LANTELME, E.M.V. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994. 124p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

MCFARLAN, F.W. Information technology changes the way you compete. **Harvard Business Review**, Boston, v. 3, n. 62, p. 98-103, May/Jun. 1984.

MEADOW, C.T.; YUAN, W. Measuring the impact of information: defining the concepts. **Information Processing and Management**, New York, v. 33, n. 6, p. 697-714, 1997.

MELHADO, S.B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. Tese (Livre Docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MOREIRA, M.E. Gerenciamento de informação movimentará US\$6bi em 2000. **CADesign**, São Paulo, v. 5, n. 51, jul. 1999.

MURRAY, B. Data smog: newest culprit in brain drain. **APA Monitor**, Washington, v. 29, n. 3, Mar 1998. Disponível em: <<http://www.apa.org/monitor/mar98/smog.html>>. Acesso em: 12 dez. 2002.

NASCIMENTO, L.A.; SANTOS, E.T. Barreiras para o uso da Tecnologia da Informação na Indústria da Construção Civil. In.: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto

Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUC-RS, 2002. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO, V.M.; CRUZ, A.L.G.; ABREU, A.F. O sistema de comunicação e a gestão dos fluxos logísticos na Construção Civil: estudo aplicado ao gerenciamento de processos empresariais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: ANTAC, 2000. v. 1, p.580-587.

NEWTON, P. Diffusion of IT in the Building and Construction Industry. In: BUILDING FOR GROWTH INNOVATION FORUM, 1998, Sydney. **Proceedings...** Sidney: ITR, 1998. Disponível: <<http://www.isr.gov.au/industry/building/invforum/>>. Acesso em: 16 set. 2002.

PORTER, M.; MILLAR, V. How information gives you competitive advantage. **Harvard Business Review**, Boston, v. 63, n. 4, p. 149-160, July/Aug. 1985. Reprint 85415.

PROGRAMA CONSTRUBUSINESS PARANÁ. **Alinhamento estratégico das instituições ligadas ao Construbusiness Paraná**. Versão 0.0. Paraná, 2001. Disponível em: <<http://www.construirparana.com.br/relatorios.htm>>. Acesso em: 17 Jan. 2003.

REZENDE, D.A.; ABREU, A.F.; PEREIRA, R.O. Geração de informações oportunas ou conhecimento para auxiliar nos processos decisórios empresariais das organizações que utilizam Tecnologia da Informação. In: CONGRESSO DE LÓGICA APLICADA À TECNOLOGIA, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Plêiade, 2000.

RIVARD, H. A survey on the impact of information technology on the Canadian Architecture, Engineering and Construction Industry. **Electronic Journal of Information Technology in Construction**, Stockholm, v. 5, p. 37-56, 2000. Disponível em: <<http://www.itcon.org/2000/3/>>. Acesso em: 16 set. 2002.

ROE, A.; REINA, P. Learning to share is tougher than anyone anticipated: industry fragmentation impedes automation. **E-construction**, New York, Interoperability, 13 Aug 2001. Disponível em: <http://enr.construction.com/features/technologyecon/st/archives/010813c.asp/>. Acesso em: 16 set. 2002.

SANTOS, E.T.; NASCIMENTO, L.A. Recuperação de informações na construção civil: o caso das extranets de projeto. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2002.

Disponível em: <<http://toledo.pcc.usp.br/pdf/tic2002-ir-reprint.pdf>>. Acesso em: 28 maio 2003.

SCHMITT, C.M. Documentação de projetos para edificação: solução para este quebra-cabeças. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANTAC, 1993. v.2, p.637.

SILVA, M.F.S; HEINECK, L.F.M. Equipes de projeto de edificações e seu potencial como equipes de gestão de conhecimento: uma reflexão preliminar. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2001. 1 CD-ROM.

SOIBELMAN, L.; CALDAS, C.H.S. Avaliação da logística de informação em processos inter-organizacionais na construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANTAC, 2001. 1 CD-ROM.

SRIPRASERT, E.; DAWOOD, N. Potential of integrated digital technologies (IDT) for construction work-face instruction. In: CONFERENCE ON APPLIED VIRTUAL REALITY IN ENGINEERING & CONSTRUCTION APPLICATIONS OF VIRTUAL REALITY, 2., 2001, Gothenburg. **Current initiatives and future challenges: proceedings**. Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2001. p. 136-145.

STATISTICS NEW ZEALAND. **Information technology use in New Zealand 2001**, Wellington, May 2002. Disponível em: <<http://www.stats.govt.nz/>>. Acesso em: 16 de set. 2002.

STEWART, R.A.; MOHAMED, S.; DAET, R. Strategic implementation of IT/IS projects in construction: a case study. **Automation in Construction**, Oxford, v. 11, p. 681-694, 2002.

TEICHOLZ, P. Productivity Trends in the Construction Industry. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND SYMBOLIC COMPUTATION, 5, 2000, Madrid. Theory, Implementations and Application: presentations. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2000.

TOLEDO, R.; ABREU, A.F.; JUNGLES, A.E. A difusão de inovações tecnológicas na indústria da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Bahia. **Anais...** Bahia: ANTAC, 2000.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** 1999.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

VILLAGARCIA ZEGARRA, S.L.; FRIGIERI JR., V.; CARDOSO, F.F. A tecnologia da informação e a indústria da construção de edifícios. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 1999, Recife. **A competitividade da construção civil no novo milênio:** anais. Recife: ANTAC, 1999. v. 1, p. 71-80.

WATSON, A.; DAVOODI, M. Transferring project documents and associated metadata between company document management systems and project extranets. In: ESM@ART 2002

CONFERENCE, 2002, Salford. **Proceedings...** Salford: University of Salford, 2002.

WHYTE, J. Business Drivers for the Use of Virtual Reality in the Construction Sector. In: CONFERENCE ON APPLIED VIRTUAL REALITY IN ENGINEERING & CONSTRUCTION APPLICATIONS OF VIRTUAL REALITY, 2001, Gothenburg. **Current initiatives and future challenges:** proceedings. Gothenburg: Chalmers University of Technology, 2001. p.99-105.

ZUFFO, J.A. **A tecnologia e a Infossociedade.** São Paulo: Manole, 2002. (A sociedade e a economia do novo milênio, v.1).

Agradecimentos

À CAPES pelo apoio na forma de bolsa de mestrado.