

O PAPEL DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS DE EDIFICAÇÕES

**Vinício de Barros Héleno (1); Maria Aparecida Hippert Cintra (2); Sérgio Roberto
Leusin de Amorim (3)**

(1) Universidade Federal de Juiz de Fora, heleno@limce.ufjf.br

(2) Universidade Federal de Juiz de Fora, ahippert@civil.ufjf.br

(3) Universidade Federal Fluminense, leusin@civil.uff.br

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo realizar uma compilação dos recursos disponíveis de Informação Tecnológica (IT) em pequenas e médias empresas atuantes no ramo da construção civil, sub-setor edificações na cidade de Juiz de Fora – MG. A partir das alterações de comportamentos organizacionais geradas pela modificação técnica dos "staffs" gerenciais envolvidos no processo, busca-se analisar a eficiência que tais alterações tem nas empresas e suas obras, e consequentemente, a eficácia da introdução destas novas tecnologias nas sedes e nos canteiros de obras.

A metodologia da pesquisa se baseia numa abordagem quantitativa sendo estudadas dezenas de empresas que apresentam um perfil mais aberto ao uso de inovações. Os dados das empresas são levantados através de um questionário para a identificação e caracterização das mesmas, seguido de entrevistas com os responsáveis pelos setores da empresa envolvidos no processo de produção de edifícios, bem como observações no que diz respeito à organização da empresa e seu ambiente produtivo.

Os dados compilados permitem estabelecer um panorama dos benefícios da utilização dos novos recursos de T.I. para as pequenas e médias empresas da região, bem como as transformações organizacionais e obstáculos a serem vencidos para a sua implantação. A sistematização destas informações permite estabelecer uma fonte de consulta, sobre a contribuição das TI para o processo de produção de edifícios, para as empresas interessadas em inovar nesta área.

Palavras-chave: Construção, Inovação, Informação Tecnológica

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as empresas de construção buscam uma maior qualidade e produtividade ao longo do processo produtivo a fim de se manterem competitivas e presentes no mercado. Dentro deste contexto, a melhoria do processo e a introdução de inovações tecnológicas podem contribuir para levar as empresas a um novo patamar de desenvolvimento tecnológico. A pesquisa por inovações pode, inclusive, contribuir para um aumento da criatividade e do conhecimento dentro da organização.

Entretanto, as empresas de construção, ao implantarem alterações nos seus processos construtivos, esbarram numa série de entraves para a efetivação das mudanças necessárias à sua adequação a estas

novas metodologias. A falta de integração e de troca de informações entre os elementos envolvidos ao longo do processo construtivo, bem como a existência de sistemas de informação deficientes, tem sido relatadas pela literatura como alguns dos entraves encontrados pelas empresas (SOUZA, 1995, BARROS, 1996). Além disto, os novos processos apresentam novas exigências aos sistemas de informação das empresas, independente de seu grau de formalização. Este aspecto nem sempre é bem percebido, contribuindo para agravar a resistência às inovações.

A introdução de uma inovação em uma empresa deve, portanto, ser acompanhada de uma análise do ambiente onde a mesma será inserida, ou seja, a tecnologia, as pessoas e a cultura da empresa. A utilização de uma inovação somente é vantajosa se estiver sintonizada com o processo de produção do edifício levando-o a uma melhoria de desempenho e de qualidade, sem perda de rentabilidade.

Este artigo analisa a questão das inovações tecnológicas referentes a utilização dos recursos de Tecnologia da Informação em empresas construtoras de edificações de Juiz de Fora, sendo parte de um trabalho que vem sendo desenvolvido no Departamento de Construção Civil da UFJF. Este trabalho tem por objetivo principal a consolidação de resultados positivos obtidos na implantação de inovações tecnológicas locais e nacionais de modo a vir subsidiar futuras decisões a respeito da implantação de inovações tecnológicas pelas empresas do setor.

Para o levantamento de dados foram analisadas dezesseis sedes de empresas dentre as que apresentam um perfil de inovação no mercado. O estudo realizado nos permite estabelecer uma tendência para a utilização de inovações no ambiente da construção civil da cidade.

2. INOVAÇÃO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A idéia subjacente ao conceito de inovação está de maneira geral, relacionada a uma tendência de progresso em relação ao que se está pretendendo inovar. Esta tendência se consubstanciará em aumentar a produtividade dentro do setor onde se está trabalhando ou permitir um crescimento do mercado.

CASTRO (1999) propõe uma classificação para as inovações, segundo seu impacto sobre o sistema econômico, da seguinte forma:

- *Sistêmica* - decorrente de sistemas complexos com efeitos tão amplos que afetam a economia como um todo;
- *Radical* – constituída de eventos descontínuos, resultado de trabalhos dirigidos e de pesquisa e desenvolvimento;
- *Incremental* – caracterizada por aperfeiçoamentos contínuos que ocorrem internamente à empresa, decorrente de trabalho de P&D, dos departamentos de engenharia ou mesmo sugestão dos clientes.

Ainda segundo este autor, dentro da classificação acima podemos encontrar as inovações de *produto* ou *processo*. A primeira ocorre a nível de produto agregando valor ao mesmo ou com a introdução de novos produtos podendo levar a conquista de novos clientes. Esta pode ainda ser classificado em: *autônoma* (pode ser introduzida independentemente de outras) e *sistêmica* (exige reajustes em outros produtos do sistema).

Na segunda, as alterações são feitas nos processos desenvolvidos pela empresa ou a partir da introdução de novos processos com objetivo de aumento de produtividade e redução de custos e melhoria da qualidade.

Portanto, inovação tecnológica pode ser entendida como um processo que se inicia a partir de uma idéia técnica e se consolida quando gera um novo produto ou processo produtivo. É importante frisar que este novo processo produtivo pode surgir através de uma reorganização, apenas, não sendo necessário que ele se traduza em novos equipamentos ou produtos: um novo modelo de gestão pode ser entendido como uma inovação. É o caso da implantação de sistemas de qualidade. Para BARROS (1996) a Inovação Tecnológica no Processo de Produção pode ser definida como: “um aperfeiçoamento tecnológico, resultado de atividades de pesquisa e desenvolvimento internas ou externas à empresa, incorporado à cultura da empresa e aplicado efetivamente ao processo de produção do edifício, objetivando a melhoria de desempenho, qualidade ou custo do edifício ou uma sua parte”.

Voltada à Tecnologia da Informação, a ocorrência e desenvolvimento de inovações nesta área tem desenhado o contorno de um novo paradigma chamado por alguns autores de Paradigma das Tecnologias da Informação, com o desenvolvimento de teorias associadas à economia da informação, conhecimento e aprendizagem. Enquanto os computadores alteraram a maneira de gerar documentos a Tecnologia da Informação vem mudar a forma como as pessoas trocam informações e documentos.

A Tecnologia da Informação evoluiu a partir do desenvolvimento observado nas áreas de microeletrônica e de telecomunicações. Ela pode ser caracterizada como um sistema que trata em conjunto o hardware e o software e que faz uso de um ou mais dos processos de manipulação das informações, que inclui coletar, transmitir, estocar, recuperar, manipular e exibir dados, fazendo parte do sistema de informação das organizações. A TI fazendo uso de microcomputadores vêm fornecendo uma nova infra-estrutura para o desenvolvimento das atividades de produção e de comunicação de uma organização, permitindo mudanças no processo de trabalho de uma maneira geral.

A Tecnologia da Informação deve ser empregada com o objetivo de buscar uma maior eficiência e eficácia no processo de produção desenvolvido pela empresa. Nas empresas de construção notamos uma crescente aplicação dos recursos da Tecnologia da Informação, embora restrito a atividades específicas, como o uso do CAD no projeto e softwares comerciais em outras áreas. Entretanto, muitos destes estão direcionados para a realização de tarefas pré-determinadas não permitindo a transferência de informações entre eles devido a uma limitação da modelagem destes produtos que não são abordados de maneira sistêmica (CINTRA, 1998).

3. METODOLOGIA UTILIZADA E A CARACTERIZAÇÃO DAS EMPRESAS

A metodologia utilizada para analisar a aplicação da Tecnologia da Informação nas empresas foi baseada numa abordagem quantitativa através da aplicação de um questionário a ser preenchido pelos diretores e gerentes da empresa com o intuito de estabelecer um panorama que mostre a percepção que os mesmos têm quanto a aplicação da TI nos processos da empresa.

A dificuldade para definição da amostra se deve ao fato de não existirem dados sistematizados que nos forneça a relação das empresas atuantes na cidade. As entidades que detém estas informações, como por exemplo, o CREA e SINDUSCON-JF possuem classificações diversas tendo em vista suas necessidades específicas. Entretanto, o cruzamento das informações aliadas a um consulta a Prefeitura Municipal de Juiz de Fora nos permite estimar um total de 90 empresas atuantes no setor da construção civil da cidade. Do total de questionários enviados tivemos retorno de 16 empresas, que representam em média 18% da amostra analisada. Segundo RIVARD (2000) a taxa de retorno de questionários enviados por correio na Indústria da Construção é normalmente baixa oscilando em torno de 10%. Apesar do índice de respostas obtidas nesta pesquisa ser maior do que o apresentada por RIVARD, o valor encontrado não permitir uma validação estatística mas serve para estabelecer uma tendência do setor com relação a estas inovações.

A maioria das empresas analisadas atuam localmente (85%) em construções de edifícios residenciais e comerciais (80%). As empresas foram classificadas quanto ao porte em função do volume de obras entregues nos últimos três anos e apresentaram a seguinte distribuição:

Tabela 1 – Número de Empresas por Volume de produção anual

ANO	< 3.000 m²	3.000 – 20.000	> 20.000 m²
1999	7	8	1
2000	6	9	1
2001	5	9	2

Da amostra analisada temos uma empresa de grande porte e uma empresa de médio porte que em função da previsão de obras a serem realizadas em 2001 foi enquadrada como sendo de grande porte.

Segundo o número de funcionários, as empresas podem ser agrupadas conforme Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 – Número de Funcionários por Função

Número de funcionários	Engenheiros/ Arquitetos	Administrativos	Produção
Até 5	15	10	-
de 6 a 10	1	4	-
de 11 a 20	-	2	3
de 21 a 50	-	-	6
de 51 a 80	-	-	2
de 81 a 100	-	-	3
de 100 a 200	-	-	2

Segundo este critério, encontramos uma terceira grande empresa que não aparece na tabela acima. Isto se deve ao fato de que a mesma tem o foco voltado para obras de engenharia, sobretudo as de infra-estrutura urbana, justificando assim o grande número de funcionários na produção.

Ainda pela tabela acima temos que a maioria das empresas são classificadas em pequeno e médio porte e possuem seus quadros técnicos (engenheiros e arquitetos) formados pelos próprios sócios.

Quanto as suas atribuições, a maioria das empresas estão classificadas como empresas construtoras, não realizando projetos, sendo portanto responsáveis pela etapa de produção do edifício. Algumas destas empresas fazem a concepção do estudo preliminar (croquis) de arquitetura e repassa aos projetistas/cadistas sub-contratados para o desenvolvimento final dos projetos, incluindo as outras especialidades como instalações e complementos. Veja Tabela 3 abaixo:

Tabela 3 – Formas usuais de Desenvolvimento de Projetos

Projetos	Equipe Própria	Equipes Externas Especializadas	Fornecedor/ Subempreiteiro
Arquitetura	7	9	-
Fachadas	6	10	-
Estrutura de Concreto	5	11	-
Estrutura Metálica	1	1	14
Instalações Elétricas	4	11	1
Instalações Hidráulicas e Sanitárias	6	9	1
Incêndio	3	12	1
Ar condicionado	-	13	3
Aquecimento Solar	-	-	16
Elevadores	-	-	16

Esta informação se faz necessária, tendo em vista que uma das grandes aplicações da Tecnologia da Informação é apoiar o desenvolvimento de projetos e a troca de informações entre os projetistas envolvidos.

4. ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados mostraram que todas as empresas possuem micro computadores e somente uma possui plotter própria. Este resultado se justifica visto que a maioria das empresas (75%) não desenvolve os seus próprios projetos.

Com relação ao uso de *softwares*, 100% das empresas utilizam o editor de texto, 94% fazem uso de planilhas eletrônicas e 56% adotam *softwares* de gerenciamento e controle. Quanto ao desenho auxiliado por computador, o CAD, 75% das empresas o utilizam e na maior parte das vezes para a apresentação de projetos (80%). O uso de realidade virtual (CAD-3D) é ainda incipiente, identificado em apenas 19% das empresas.

Perguntados sobre a que tipo de processo os *softwares* estavam sendo aplicados, os entrevistados apresentaram as respostas divididas em três categorias: manual, medianamente informatizado e totalmente informatizado. As maiores aplicações foram para o dimensionamento de projeto (cálculos) com 69%, seguido das especificações técnicas (56%) e programação (44%). Surpreendentemente a forma manual está presente 50% das empresas para as compras de material e 38% para a realização de controle de material apesar de existirem programas que facilitam a sua realização. Vide Figura 1.

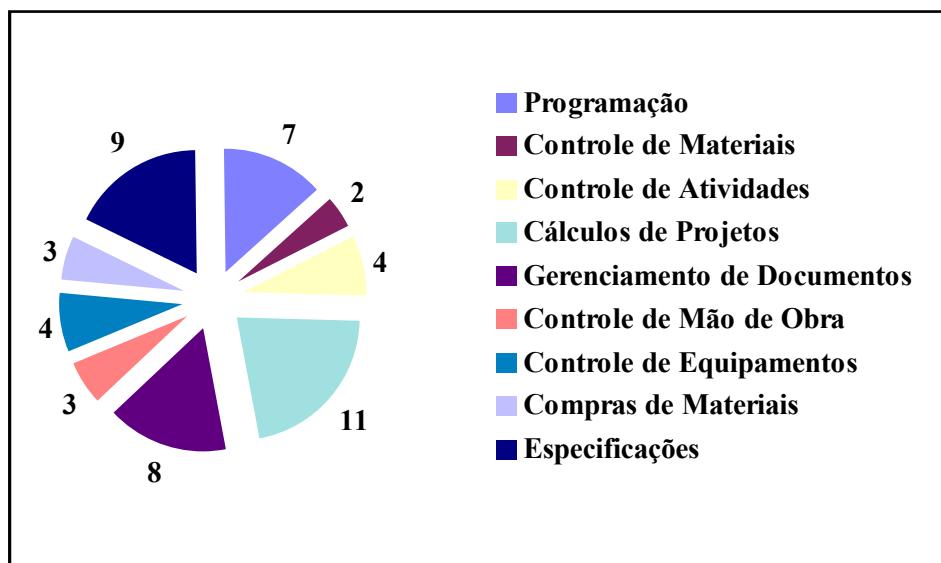


Figura 1 – Número de Empresas por processos informatizados

A Internet vem ocupando cada dia mais o seu espaço. A pesquisa mostrou que 50% das empresas possuem os seus microcomputadores ligados em rede própria e que 81% têm acesso à rede mundial de computadores. O setor que mais utiliza a Internet é o administrativo (69%). As finalidades identificadas para o acesso a Internet dizem respeito às consultas de materiais e equipamentos com 62% das respostas, seguidas de correio eletrônico com 69% e comunicação com parceiros com 44%. Entretanto, somente 12% das empresas possuem home-page fazendo com que as mesmas percam a oportunidade de se divulgar ao mercado e tentar buscar por novos clientes. Vide figura2.

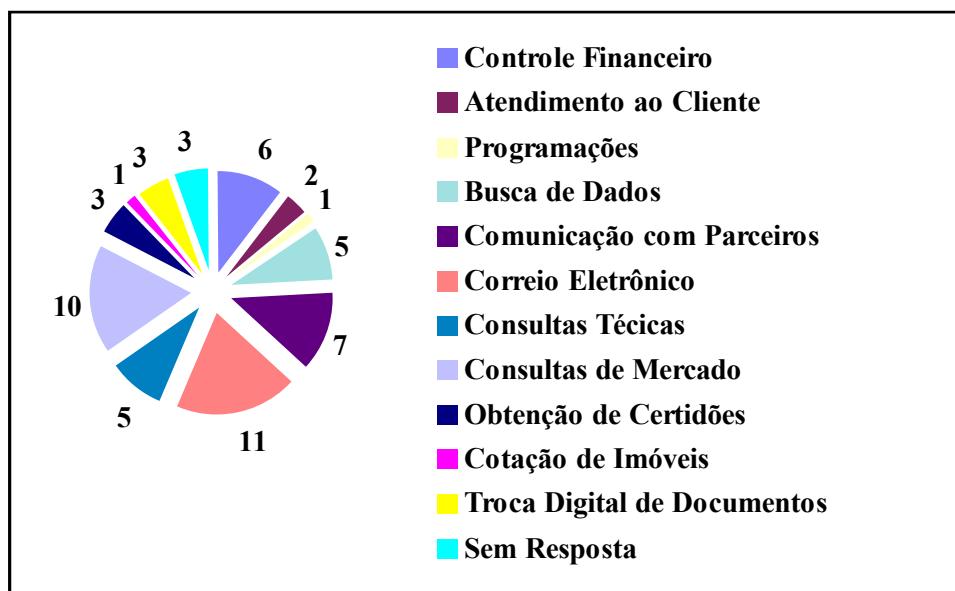


Figura 2 – Finalidade de Acesso a Internet por número de respostas

Em uma das empresas visitadas o entrevistado comentou que o uso da Internet se restringe basicamente a procurar algum tipo de material ou serviço especializado incomum no mercado local. Declara ainda que “*a construção civil regional não realiza suas compras via Internet porque os fornecedores atuantes na cidade ainda não disponibilizam este sistema informatizado; não há comunicação entre duas partes se ambas não falarem a mesma língua*”. Além disto, “*a grande maioria dos profissionais liberais, especificamente os projetistas das diversas áreas, não adotam por sua vez o intercâmbio digitalizado de seus serviços*”.

Este mesmo profissional ainda destaca que os últimos investimentos em TI reduziram sensivelmente o “serviço de rua” e o retrabalho de seus funcionários. Por outro lado fez aumentar a dependência do pessoal administrativo aos equipamentos para a realização das suas tarefas.

Outro entrevistado surpreende pela declaração de não utilização da Internet para efetivar os pedidos de compra: *“Devido ao satisfatório desempenho de seus fornecedores de materiais de construção e à eliminação da hipótese de correrem o risco de sofrer fraudes ou desvio de documentos que implicam diretamente no sustento financeiro da empreiteira. No máximo a empresa contata o fornecedor e a forma tradicional executa o processo de compras”*.

Os resultados mostram também que, os principais fatores motivadores para a adoção das TI nas empresas estavam associados a melhoria da eficiência do trabalho, o técnico com 95% e o administrativo com 80%. A necessidade de estar na vanguarda foi encontrada em somente 25% das empresas. Este resultado se aproxima com o apresentado por RIVARD (2000) que num levantamento junto ao setor de AEC do Canadá mostrou que os maiores motivadores para a adoção das TIs foram a eficiência do trabalho, a demanda e ao aumento da competitividade. De maneira geral estes resultados estão agrupados e foram apresentados por MITROPOULOS & TATUM (2000). Os autores ao analisarem as forças que impulsionam a inovação a partir do uso do CAD e EDI em oito grandes empresas nos Estados Unidos concluíram que são quatro os principais fatores: vantagem competitiva, problemas de processos, oportunidade tecnológica e exigências da instituição.

Quanto aos benefícios alcançados pela adoção das TI foram identificados a maior rapidez com qualidade nos projetos, melhor controle, maior agilidade nas comunicações, facilidade nos planejamentos futuros e um melhor relacionamento construção/administração. Apesar de situações diversas, os resultados encontrados se coadunam com os encontrados por RIVARD (2000) que aponta como benefícios da implantação das TIs um aumento na qualidade de documentos e na velocidade de trabalho, a melhoria do controle financeiro, a melhoria das comunicações, tornando-as mais simples e rápida, com acesso a dados comuns, como também uma diminuição no número de enganos em documentação. Na mesma direção estão os resultados encontrados por ANDRESEN et al (2000). Os autores ao levantar as aplicações das TI com objetivo de elaborar uma ferramenta que permitisse mensurar de forma quantitativa as vantagens da implantação desta tecnologia, apontam como benefícios: o aumento da produtividade, uma maior qualidade dos documentos, um melhor controle financeiro de comunicação e maior simplicidade de acesso a dados comuns.

As pesquisas mostram que os benefícios da implantação da TI vem acompanhados de uma série de dificuldades e obstáculos a serem vencidos para utilização mais efetiva desta tecnologia. LA ROVERE (1999) identificou como obstáculos a necessidade de mudanças organizacionais e treinamento da mão-de-obra. Este levantamento tratou da difusão das Tecnologias da Informação e a situação competitiva de um grupo de PME que fazem uso intensivo da tecnologia, como as produtoras de *software* e serviços, na Alemanha Oriental. Apesar das especificidades do setor analisado, os resultados não se distanciam dos obtidos no setor da construção. No trabalho de RIVARD (2000) a questão da mão-de-obra mais qualificada, o aumento da complexidade do trabalho, das necessidades administrativas, da proporção de novas operações e do custo das atividades, além da demanda constante por melhorar *hardware* e *software* foram os obstáculos identificados a serem vencidos pelas empresas do setor de EAC do Canadá ao implantar as TIs.

Entretanto, os resultados de nossa pesquisa indicam que 50% das empresas não tiveram dificuldades com relação a utilização da TI. Outros pontos abordados foram a necessidade de treinamento da mão-de-obra, a dependência da equipe em relação ao equipamento, dificuldade de acompanhar as constantes evolução do setor bem como a falta de cultura em buscar este tipo de investimento. Vide figura 3.

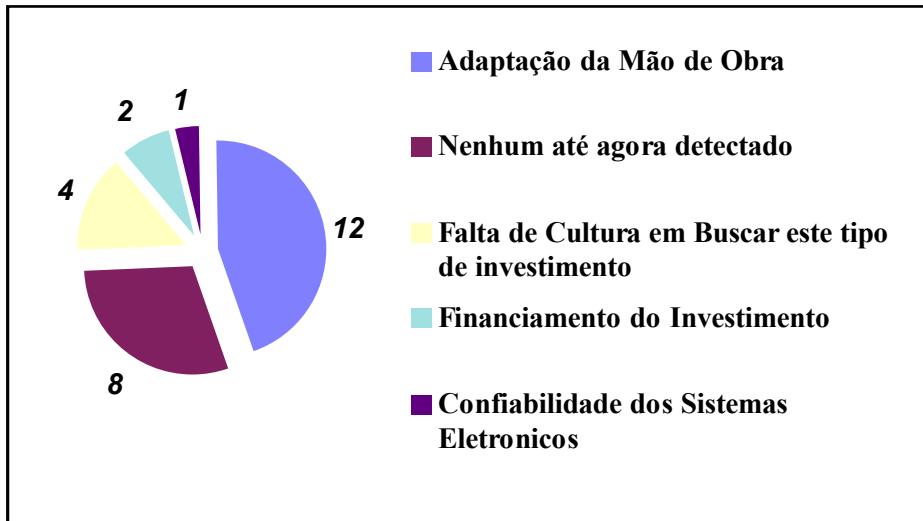


Figura 3 – Obstáculos Encontrados ao Implantar a TI por número de respostas

Como nas empresas analisadas os recursos da TI são parcialmente aplicados, isto é, na maioria das vezes serviram para informatizar tarefas feitas manualmente, as dificuldades para um uso mais efetivo da TI, como por exemplo, na troca digital de documentos, ainda não foi percebida.

Um dos entrevistados expõe que a falta de cultura em buscar soluções e melhorias através da informatização dos processos pertinentes ao setor, por parte dos diretores mais tradicionais, implica no maior obstáculo encontrado pela outra parte, denominada por ele de “inovadora”.

Outro entrevistado enumerou como desvantagens observadas após a implantação da TI as seguintes: 1º “*Não manter arquivos indestrutíveis. Perder arquivos.* 2º *Risco de acesso rápido aos dados da empresa por pessoas indesejáveis.* 3º *Perda da capacidade de análise dos resultados por TI.*” E destaca, além do treinamento de pessoal para lidar com recursos da TI, a falta de financiamentos acessíveis para tal investimento.

Quanto ao uso dos recursos da TI em canteiros de obras, a pesquisa mostrou que ele se dá de forma ainda incipiente. As poucas empresas que o utilizam, o fazem para atender necessidades administrativas como por exemplo o controle de estoque e o controle do ponto de funcionários. Estas informações são agrupadas e enviadas semanalmente de forma magnética para a sede da empresa.

As pesquisas mostram que a adoção das TI pelas empresas se caracteriza por uma inovação trazendo no seu bojo uma mudança de mentalidade refletida numa série de mudanças no seu processo de produção. São vantagens obtidas como também obstáculos a serem vencidos. A Tecnologia da Informação está transformando os sistemas tradicionais de manipulação das informações, mas não podemos nos esquecer que seu objetivo é servir ao homem e que é ele quem deve manter o papel de responsável pela tomada de decisões.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tecnologia da Informação está presente na construção de edifícios sendo que na maioria das vezes os processos que fazem uso desta tecnologia ainda não se encontram integrados. A implantação da TI vem cercada de uma série de expectativas que acabam se traduzindo numa maior produtividade, maior rapidez para execução dos trabalhos permitindo um maior controle. Entretanto, os benefícios alcançados pelo uso da TI vêm acompanhados de uma série de obstáculos a serem vencidos como a necessidade de maiores custos para a atualização dos *hardwares* e *softwares*, a necessidade de treinamento de mão-de-obra e uma maior complexidade do trabalho.

As empresas construtoras de edificações, principalmente as PMEs apresentam algumas características próprias que dificultam a adoção de inovações, pois na sua maioria são empresas conservadoras, com poucos investimentos e que não podem correr o risco de adotarem uma solução inovadora que venha a falhar posteriormente.

Esta nova tecnologia se apresenta com uma série de recursos que ainda não estão sendo totalmente explorados mas que é questão de tempo. A medida que os recursos de TI se tornem mais acessíveis, conhecidos e capazes de permitir uma maior integração dos processos necessários para a construção de uma edificação, os mesmos passarão a estar presentes nas empresas de pequeno e médio porte.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRESEN, Jan et al. A framework for measuring IT innovation benefits, Eletronic Journal of Information Technology in Construction. Disponível em <http://itcon.org> Acessado em 06.12.2000.

AMORIM, Sérgio Roberto Leusin de. Tecnologia, Organização e Produtividade na Construção. Rio de Janeiro, 1995. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

BARROS, Mércia Maria S. Bottura. Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios. São Paulo, 1996. Tese de Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Universidade de São Paulo.

CINTRA, Maria Aparecida Hippert Cintra. Sistema de informação e gerenciamento de projetos: um estudo de caso na cidade de Juiz de Fora. Niterói: 1998. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense.

RIVARD, Hugues. A Survey of the Impact of Information Technology on the Canadian Architecture, Engineering and Construction Industry, Eletronic Journal of Information Technology in Construction. Disponível em <http://itcon.org>. Acessado em 06.12.2000.

SOUZA, Roberto et al. Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras. São Paulo: Pini, 1995. (CTE, SindusCon-SP, SEBRAE-SP).

MITROPOULOS, Panagiotis, TATUM, C.B. Forces driving adoption of new Information Technologies. Journal of Construction Engineering and Management. v.126, n.5, 2000. p. 340-348

LA ROVERE, Renata. Difusão de tecnologias da informação em pequenas e médias empresas: um estudo de caso. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas Editora, 1999 (Revista Brasileira de Economia, n.53, v.1)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Bolsa de Iniciação Científica da UFJF pela bolsa concedida e à todas as empresas colaboradoras que nos permitiram acesso aos dados aqui apresentados.