Ganhos em produtividade decorrentes de inovação tecnológica na construção civil: o uso dos distanciadores plásticos no sub-setor de edificações

Berto Luiz Freitas Peixoto (CENTEC-LN) bfpeixoto@uol.com.br
Maria de Lourdes Barreto Gomes (UFPB) marilu@ct.ufpb.br

Resumo

Este artigo aborda a relação entre inovações tecnológicas e ganhos de produtividade na construção civil, especificamente no sub-setor edificações. A partir de uma pesquisa realizada em quatro construtoras, cujas obras se encontravam na etapa estrutural das edificações foi possível fazer a comparação em termos de produtividade do uso de materiais industrializados, distanciadores plásticos e os convencionais denominados cocadinhas de argamassa, fabricados no próprio canteiro de obra. Os resultados apontam ganho de produtividade econômica com o uso dos materiais inovadores, além de melhoria da qualidade do cobrimento, de maior rapidez no processo de montagem, de redução de custos, considerando que os componentes não são fabricados em canteiro, como também redução de mão-de-obra.
Palavras-chave: Inovação; Produtividade; Construção civil

1. Introdução

Na construção civil, especificamente no sub-setor edificação ocorreram grandes avanços em relação à introdução e difusão de novas tecnologias, abrangendo materiais e componentes, pesquisa e difusão de novas técnicas construtivas. Tais inovações não são consideradas revolucionárias a ponto de mudar a base de todo sistema construtivo, mas podem trazer ganhos de produtividade, qualidade e confiabilidade. Como exemplo, se pode citar material usado em sistema de vedações verticais, com estruturas reticulada de concreto armado, as estruturas de aço como alternativa estrutural, os painéis de vedação pré-fabricados de concreto, os painéis de *Glassfibre Reinforced Ciment* (GRC), os painéis metálicos, as vedações externas com gesso acartonado e os distanciadores plásticos, objeto desse artigo.

Apesar dos avanços do setor, em termos de materiais e técnicas construtivas, grande parte do sub-setor de edificações ainda utiliza mão-de-obra de baixa qualificação profissional, bem como pouca mecanização, utilização de processos convencionais e técnicas simples. No entanto, a alta competitividade existente no setor eleva a exigência no mercado com relação aos padrões e normas de qualidade, o que implica em movimento das organizações em busca de melhorias em técnicas, melhoria dos materiais e componentes, e melhoria nos processos produtivos que tragam ganhos em qualidade, maior confiabilidade nos prazos de entrega, e de maior desempenho da mão-de-obra, gerando maior produtividade e redução de custos.

De acordo com Silva (2000), a adoção de novas técnicas, novos materiais e melhoria no processo construtivo têm como efeito menos trabalho realizado no canteiro de obras, aumentando a parcela de tarefas realizadas no escritório e em fábricas de componentes. Uma parte substancial do trabalho artesanal típico da construção civil será substituída pela montagem de componentes, que requer menos esforço físico e novas competências profissionais.

Este artigo faz uma análise da utilização de novos materiais na etapa estrutural das edificações, como os distanciadores plásticos (DtP's), ao mesmo tempo compara os ganhos em produtividade econômica decorrentes do uso dos DtP's com os materiais convencionais, denominados cocadinhas.

A inovação tecnológica é considerada por Moreira e Rodrigues (2002) como o principal motor do aumento da produtividade, como também elevar a capacidade de atuar na competição global e conquistar novos mercados e consumidores.

A inovação está no cerne da mudança econômica. Schumpeter, *apud* OCDE (2004, p. 32) afirma que "inovações radicais provocam grandes mudanças no mundo, enquanto inovações incrementais preenchem continuamente o processo de mudança". Neste contexto, propôs uma relação de vários tipos de inovações:

- introdução de um novo produto ou mudança qualitativa em produto existente;
- inovação de processo que seja novidade para uma indústria;
- abertura de um novo mercado;
- desenvolvimento de novas fontes de suprimento de matéria-prima ou outros insumos;
- mudanças na organização industrial.

Na percepção de Erdmann (1993) as novas tecnologias têm apresentado pelo menos três metas básicas:

- a redução do esforço de trabalho;
- o aumento da produtividade;
- a melhoria da qualidade do produto.

Outra classificação para as inovações tecnológicas é apresentada pela OCDE (2004), segmentada em três tipos:

a) Inovações tecnológicas em produto e processo (TPP) - é considerada implantada se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou usada no processo de produção (inovação de processo). Uma inovação TPP utiliza atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais. Além disso, podem ser discriminadas entre produto e processos e por grau de novidade da mudança introduzida em cada caso.
b) Inovação tecnológica de produto pode ser dividida em dois tipos. O primeiro corresponde a produtos tecnologicamente novos, envolvendo tecnologias radicalmente novas, ou uma combinação de tecnologias existentes em novos usos ou derivada de novos conhecimentos. O segundo tipo diz respeito a produtos tecnologicamente aprimorado, isto é possui desempenho significativamente aprimorado ou elevado, (mesmo que seja simples) com relação ao desempenho ou a menor custo. É o caso de materiais ou componentes que podem aprimorar um subsistema ou uma etapa de processo produtivo.
c) Inovação tecnológica de processo – novos métodos de produção ou significativamente melhorados. O objetivo dos métodos é que os produtos não sejam entregues ou produzidos com métodos convencionais de produção.

Existe uma vasta literatura sobre inovações tecnológicas e os ganhos decorrentes de sua aplicação nos sistemas de produção. Neste segmento a produtividade em relação à mão-de-obra, ao uso de materiais e dos recursos do sistema em geral, são sempre evidentes.

3. Considerações sobre produtividade

A produtividade passou a ser perseguida com mais intensidade, a partir do acirramento da concorrência, instalada pela globalização dos mercados. Na percepção de Macedo (2002), no

panorama competitivo vivenciado pelas organizaçãoes, sem produtividade ou sem a eficiência do processo produtivo, dificilmente uma empresa vai ser bem-sucedida ou até mesmo sobreviver no mercado.

Para Smith (1993), diversas são as maneiras de ver e definir produtividade. Dependendo da percepção, do conhecimento e da experiência das pessoas, melhor será a compreensão sobre o termo, como também sobre sua medida, sobre como melhorá-la para atingir a competitividade a partir de sua medição.

Nas definições de produtivadade em sua maioria, aborda-se termos como lucratividade, eficiência, efetividade, valor, qualidade, inovação e qualidade de vida no trabalho**,** como também se pode combinar variáveis específicas de efetividade humana e organizacional.

Para realizar avaliações descritivas e medições numéricas de produtividade, usa-se padrões e taxas, onde os padrões servem de base para as taxas e muitas delas são usadas para definir e medir produtividade do tipo *output / input.*

Segundo Sink (1985), o conceito de produtividade para um sistema físico de produção, é definido como a relação entre o que é obtido na saída e o que é consumido na entrada desse sistema. Moreira (1996), argumenta que a produtividade esta ligada à eficácia de um sistema produtivo, sendo a eficácia relativa a melhor ou pior utilização dos recursos.

Uma visão mais clássica sobre produtividade é analisada por Severiano Filho (1999) ao tomar como referência três definições:

a) Produtividade de Fator simples: quando relaciona alguma medida de produção a, apenas, um dos insumos usados no processo produtivo, tais como: capital, máquina, energia, homem, sendo este último o mais referenciado nas medidas de produtividade parcial.
b) Produtividade de Valor Agregado: baseado no conceito de agregação de valor, cujo desempenho produtivo é medido pela relação entre o valor agregado e os diversos recursos de produção utilizados. Como utiliza em seus cálculos somente valor monetário, elimina a possibilidade de determinar a produtividade técnica dos fatores, daí, seus indicadores serem utilizados no âmbito de produtividade econômica.
c) Produtividade de Fator Total: quando são considerados simultaneamente mais de um insumo (geralmente mão-de-obra e capital) combinados. Kendrick apud Severiano Filho (1999) ampliou a abrangência dessa medida, criando o conceito de produtividade múltipla dos fatores para designar a relação entre alguma medida de produção e todos os possíveis fatores de produção: capital, trabalho, matérias-primas, energia etc.

Este trabalho utiliza o conceito clássico de produtividade do fator simples. Como medida de produtividade parcial, não retrata a eficiência global de todas as fases do processo construtivo, mas, precisamente a etapa estrutural das edificações, considerando o uso de um material inovador como os distanciadores plásticos e os convencionais fabricados no próprio canteiro.

4. Metodologia

A pesquisa que deu origem a este artigo é de natureza qualitativa, embora dados quantitativos tenham sido utilizados para complementar os resultados. Trata-se de um estudo de casos múltiplos realizado em quatro empresas construtoras, sediadas em Fortaleza, estado do Ceará.

As construtoras pesquisadas foram escolhidas independentes do porte, entretanto todas atuavam no sub-setor edificações, e no momento da pesquisa estavam executando a etapa de estrutura de concreto armado. Além disso, o porte do edifício em construção foi a partir de cinco pavimentos, facilitando, portanto, a observação do uso dos distanciadores em volume mais significativos.

Na pesquisa de campo foram utilizados questionários e entrevista semi-estruturados, aplicados aos engenheiros responsáveis pelas obras. Tais instrumentais tinham como foco principal a inovação, considerando o uso dos distanciadores plásticos e a produtividade. Além disso, foram feitas observações sistemáticas das atividades relativas a etapa estrutural da construção de edifícios, especificamente na fase de montagem das armações (ferragens) nas fôrmas para execução de elementos estruturais como: pilares, vigas e lajes.

As informações e dados coletados para os dois sistemas (convencional e inovado) foram ordenados e analisados, cujos resultados são apresentados no próximo item, iniciando-se por uma análise sobre os distanciadores.

5. Distanciadores: cocadinha de argamassa (DtC's) e distanciadores plásticos (DtP's)

Os distanciadores têm a função principal de garantir a distância entre a ferragem e a fôrma, de modo que o cobrimento seja exatamente o projetado e exigido pela norma NBR 6118:2003.

Os DtP's utilizados na construção civil podem ser considerados inovação incremental, visto que utiliza novo material, novos formatos, nova forma de aquisição, além de inovar no processo de manuseio. As cocadinhas, ilustradas na figura 1 são produzidas no próprio canteiro, utilizam como matéria prima a argamassa – cimento / areia - e arame, fabricadas pelo pedreiro e o servente. A uniformidade dimensional da cocadinha deixa a desejar, visto que é confeccionada sem maior precisão e de acordo com a necessidade de aplicação.

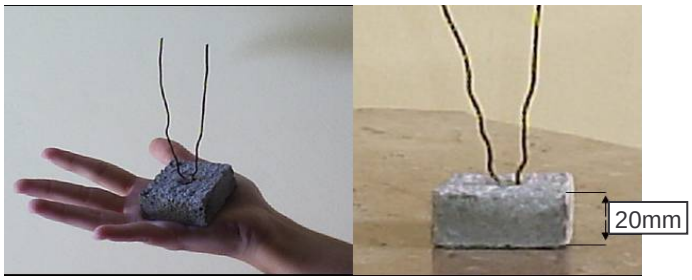

Figura 1: Distanciador tipo cocadinha - detalhe da altura do cobrimento (Pesquisa direta)

Os distanciadores plásticos têm formatos variados como mostra a figura 2. São desenvolvidos para melhoria do processo de produção das estruturas de concreto. No caso em questão, os distanciadores plásticos (DtP's) substituem as cocadinhas de argamassa (DtC's) e outros tipos de materiais que não possuem formato definido e são feitos de aço. As cocadinhas e esses outros tipos são normalmente utilizadas nos canteiros de obra de edificações.

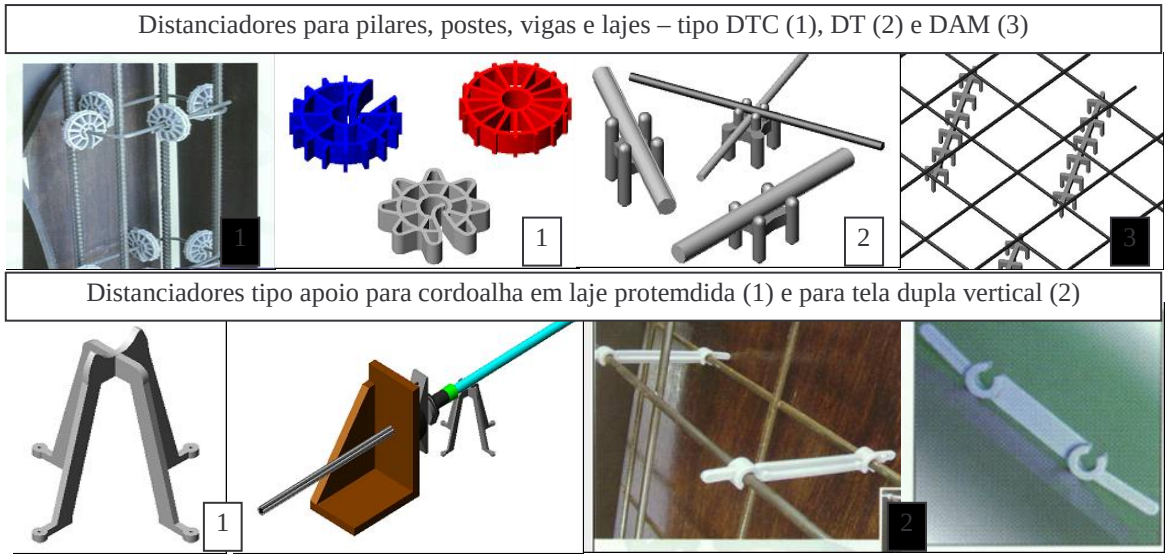

Figura 2: Distanciadores plásticos (Coplás, Jeruel e BBV- Fabricantes)

Os materiais mais utilizados na fabricação dos DtP's são polímeros como polipropileno, polietileno de alta densidade e poliestireno. Estes materiais podem ser reciclados, sem nenhum prejuízo à confiabilidade e qualidade dimensional dos DtP's. O processo de fabricação dos distanciadores é a transformação termoplástica de moldagem por injeção.

Além da aplicação em elementos estruturais da construção de edificações como colunas, pilares, vigas e lajes, os distanciadores são também utilizados em pré-moldados tipos postes, vigotas treliçadas, estacas, em colocação de cerâmicas, bloco de vidro para vedação, usado também como distanciadores de eletrodutos e distanciadores para bloco EPS (isopor).

Como já evidenciado os distanciadores plásticos têm formatos variados para melhor adaptar-se a sua utilização. A variação dimensional é de acordo com o cobrimento de concreto segundo norma, NBR 6118:2003. Os apoios para cordoalhas utilizados nas lajes protendidas, vão de 35 mm a 170 mm, variando a altura de 5 mm em 5 mm de acordo com o cálculo estrutural.

6. Produtividade e distanciadores

O uso dos distanciadores plásticos (DtP's) em substituição as cocadinhas de argamassa (DtC's), produzem efeitos diversos quanto à produtividade a partir de sua aplicação. Pesquisa realizada por Peixoto (2006) sobre a utilização desse componente na etapa estrutural das edificações, especificamente na atividade de execução da montagem das fôrmas, que os usuários evidenciam as funções dos distanciadores em relação a garantir o cobrimento exigido, de manter a ferragem centralizada e dar uniformidade ao cobrimento. Além disso, justificam a substituição dos distanciadores tipo cocadinha, apontando melhoria da qualidade do cobrimento, maior rapidez no processo de montagem, redução de custos, considerando que os componentes não são fabricados em canteiro e redução de mão-de-obra.

A medida da produtividade em termos quantitativa, como já evidenciada anteriormente, baseou-se na produtividade de fator simples (sfp). No presente artigo apresenta-se os resultados do índice de produtividade econômica, para tanto foi definido o seguinte indicador:

IPE = índice de produtividade econômica.

- IPE = [(CpDtP / CaDtCP)-1] x 100
- CpDtC = Custo de produção dos distanciadores tipo cocadinha
- CaDtP = Custo de aquisição dos distanciadores plástico

A identificação do índice de produtividade econômica a partir da comparação entre os distanciadores convencionais e inovados, mostra que este indicador em particular, mede a produtividade de forma a indicar a monetarização das relações técnicas que formam um processo de produção. Neste indicador são monetarizados os recursos e os resultados, *inputs e outputs* respectivamente.

Caso o processo de fabricação do DtP fosse realizado pela a mesma empresa, estaria sendo medido a produtividade de fator simples dos dois processos. Porém os DtP's são industrializados e adquiridos pelas construtoras através de compras a fornecedores, enquanto as cocadinhas – DtC's são fabricadas no próprio canteiro de obras.

A medida de produtividade econômica entre os dois componentes é efetuada partir de uma comparação direta entre os dois *inputs*, quais sejam, os custos com mão-de-obra e materiais usados na produção das cocadinhas e os custos com a compra dos DtP's ou dois *outputs*, que

são os valores monetários das cocadinhas (DtC's) e dos DtP's. Pode-se ainda usar esta medição da produtividade do fator simples, para servir de orientação aos custos relativos à mão-de-obra e outros custos, caso se queira investigar os custos com esses componentes, período a período dividido por pavimento ou por obra executada pela empresa. A tabela 1 expõe as taxas de sfp e as taxas de variação da produtividade do indicador citado relativas aos dois tipos de distanciadores.

Recursos	Cocadinha			Distanciador Plástico			Taxa de variação da produtidade (%)	
	Quantidade	Valor	sfp	Quantidade	Valor	sfp	[(CDtP/CDtC) - 1] x 100	
Output	(Un)	(R$)		(Un)	(R$)			
Custo Produção / Compra	1000	72,30		1000	50,00		-30,84	
Inputs				*Inputs*				
Materiais								
Cimento (Kg)	100	30,00	2,40	Aquisição por compra - R$ 50,00		1,00		
Areia (m³)	0,15	5,60	12,91					
Arame (Kg)	3	18,00	4,01					
Mão-de-obra (hh)	9	18,70	3,80					
Total		72,30				50		

Fonte: Pesquisa direta

Tabela 1 Variações da produtividade – DtC x DtP

A análise e avaliação da taxa de variação de produtividade mostram o baixo desempenho em produtividade econômica, com o uso dos distanciadores convencionais tipo cocadinha. Os fatores relativos a esse baixo desempenho, mesmo considerando para medição e avaliação, o menor número de homens horas referentes à produção dos DtC's, coletado nas investigações, deve-se tanto ao processo de produção artesanal como aos custos dos materiais utilizados.

Como não existem dados referentes aos inputs dos DtP's de forma discriminada, a comparação foi feita a entre os custos totais conhecidos, para se medir e avaliar a variação da taxa de produtividade.

A partir dessas considerações, pode-se afirmar que sendo a produtividade uma medida de eficiência e efetividade já citadas no decorrer desse artigo, então, com o cálculo da produtividade de fator simples dos recursos monetarizados, é visto que, mesmo em condições de usar propositalmente dados mais favoráveis da produção dos DtC's, entre os coletados na pesquisa, em que estes são menores que a menor média entre as informações coletadas junto as construtoras pesquisadas, fortalece a análise nesse artigo, quanto aos ganhos visíveis decorrentes do uso das inovação, no sub-setor de edificações da ICC, a partir da medição e avaliação da produtividade. Sendo assim considera-se as variações de produtividade favoráveis ao uso dos distanciadores plásticos (DtP's) em detrimento do uso dos distanciadores tipo cocadinha de argamassa (DtC's).

7. Conclusão

Embora o sub-setor de edificações da construção civil tenha mais dificuldades de adotar inovações tecnológicas (ITEC's) em comparação com outros setores de atividade econômica, se pode visualizar ao mesmo tempo a busca desse setor pelas ITEC's e conseqüentemente ganhos em produtividade, visando maior competitividade no mercado. Conclui-se, portanto a partir desse trabalho que os ganhos em produtividade decorrentes de inovações tecnológicas é

fato na construção civil, sobretudo considerando que esses ganhos acrescidos, especificamente de componentes inovadores possam passar despercebidos por aqueles que ainda preferem usar os convencionais cocadinhas (DtC's). Ressalta-se ainda que nesse artigo apresentou-se apenas um dos indicadores, a produtividade econômica, enquanto que na pesquisa foram explorados mais quatro indicadores, grau de dificuldade na aplicação dos distanciadores, índice de racionalização, tempo gasto para a montagem por m² de fôrma, produtividade da mão de obra, dos quais todos auferem ganhos em produtividade na atividade que envolve os distanciadores.

Referências

ABNT-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Projeto e execução de obras de concreto simples, armado e protendido – Procedimento*. Norma NBR – 6118:2003

ERDMANN, R H. *O impacto da teoria contingencial - variável tecnologia - sobre a administração da produção.* In: XIII ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia da Produção) e I Congresso Latino Americano de Engenharia Industrial [Anais]. Florianópolis, UFSC, 1993.

MACEDO, M. M. *Gestão da produtividade nas empresas.* Revista fae business, n.3, set. p. 18 a 23, 2002.

MOREIRA, C. E.; RODRIGUES F. M. M. *A Indústria e a Questão Tecnológica, Ministério da Ciência e Tecnologia,* Finep, CNI , Brasília – DF ,2002, disponível em: homepage: http://www.cni.org.br**.**

MOREIRA, D. A. *Dimensões do desempenho em manufatura e serviços*. São Paulo: Pioneira, 1996.

OCDE, Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento;Manual de Oslo. *Proposta e Diretrizes para Coleta e Interpretação de Dados sobre Inovação Tecnológica***.**Traduzido por FINEP;136 p. Brasília-DF:2004.

PEIXOTO, B.L.F. *Inovações tecnológicas e a produtividade na construção civil, caso distanciadores plásticos no sub-setor edificações do Ceará.* Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. UFPB. João Pessoa – Pb. Dissertação de Mestrado,2006.

SEVERIANO FILHO, C. *Produtividade & manufatura avançada*. João Pessoa. Editora Universitária. 1999.

SILVA, M. A. C. *Necessidades de ações de desenvolvimento tecnológico na produção da construção civil.* Brasília, Ministério da Ciência e Tecnologia, set. 2000. in: ANTAC – Versão 1/ Abril 2002.

SINK, D. S., *Pruductivity Management: Planning, Measurement and Evaluation, Control and Improvement, Somerset*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 1985.

SMITH, E. A. *Manual da produtividade: métodos e atividades para envolver os funcionários na melhoria da produtividade.* Rio de Janeiro. : Qualitymark, 1993