

DIAGNÓSTICO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA DE EDIFÍCIOS. ANÁLISE PRELIMINAR À LUZ DOS PRINCÍPIOS DA LEAN CONSTRUCTION.

CALMON, João L. (1); MORAES, Flavia R. de (2)

(1) Prof. Dr. Ing. do PPGE/UFES. Av. Fernando Ferrari, s/n, Campus Universitário, Goiabeiras, CP:01-9011, Vitória-ES. e-mail: calmont@npd.ufes.br

(2) Mestranda do PPGE/UFES. Rua Ciro Lopes Pereira, num. 830, apto. 102, Jardim da Penha, Vitória-ES. e-mail: flaviar1@vix.matrix.com.br

RESUMO

As estruturas metálicas surgiram no Brasil há mais de 50 anos, mas somente nos últimos 15 anos tem ocorrido um maior interesse por parte das construtoras, incorporadoras, entidades governamentais e usuários em geral. Existem muitos mitos e resistências, e ainda não houve tempo para se formar uma cultura para uso consciente e sem temor das estruturas metálicas.

As estruturas metálicas apresentam inúmeras vantagens, mas como qualquer outro sistema construtivo, também apresentam deficiências no processo de projeto e produção que devem ser apontadas, de forma a serem corrigidas.

Este trabalho, parte de uma pesquisa mais ampla, tem como objetivo apresentar um diagnóstico preliminar da construção metálica de edifícios, tentando correlacioná-lo com os princípios da Nova Filosofia de Produção (Lean Construction). A próxima etapa da pesquisa, não contemplada neste artigo, corresponderá à apresentação de estratégias e ações de melhoria nos sistemas de produção de edifícios em construção metálica. A metodologia de pesquisa utilizada foi do tipo exploratória, através de entrevistas não estruturadas, conduzidas de forma focalizada (ANDRADE, 1999).

A obtenção de um entendimento da situação atual em que se encontra a construção metálica de edifícios permitirá identificar problemas de projeto e produção, que após a análise de suas causas, possibilitará agir de forma a reduzi-los ou eliminá-los.

ABSTRACT

The constructional steelwork appeared in Brazil 50 years ago, but only during the last fifteen years, construction companies, incorporating companies, governmental institutions and users become more interested on this kind of construction. There are many myths and resistences, and there wasn't enough time to develop a culture for the use of steel framework without fright and with conscience.

Many advantages from steel framework exist, but like any other construction system, there are deficiencies in design and production process, that have to be pointed them, in order to make corrections and solve problems.

This paper is one part of a larger research. The main objective is to present a preliminary diagnostic of constructional steelwork and establish a correlation with the fundamentals principles of the new production philosophy (Lean Construction). The next step of the research, which are not contemplated in this paper, will correspond to the presentation of strategies and actions for improvement steelwork construction. Exploratory methodology has been used, through directed unstructure interviews (ANDRADE, 1999).

The learning about the actual situation of steelwork construction is found, will allow the identification of problems in design and production processes. The analysis of the problems causes will be very important for developing alternatives for reduction or elimination of the problems.

1. INTRODUÇÃO

A indústria siderúrgica brasileira ocupa a sétima posição de produtor mundial de aço bruto, tendo o consumo de produtos siderúrgicos mostrado um crescimento anual de 8,2% entre 1990/1997, enquanto que no mesmo período o PIB-Produto Interno Bruto cresceu à taxa média de 2,8% ao ano (IBS, 1998).

A construção metálica no mundo consome em média de 15 a 30 quilos de aço por habitante ao ano, enquanto que no Brasil este número varia de 1,5 a 2,0 quilos/habitante/ano. A construção civil, entretanto, está em posição de destaque nos planos das principais indústrias siderúrgicas brasileiras, de forma a incrementar o uso do aço, partindo para uma concepção industrializada de se construir (ABCEM, 1995).

A construção civil é o maior mercado da indústria siderúrgica mundial, sendo que no Brasil este é o menor mercado. A média internacional de destino final de vendas de aço para a indústria da construção civil é de 24%, enquanto que a média nacional é de 6% IBS (1998). Assim sendo, as indústrias siderúrgicas estão buscando aumentar significativamente sua participação neste mercado, incentivando o uso do aço na construção civil. A criação do NEXEM-Núcleo de Excelência de Estruturas Metálicas e Mistas, no âmbito da UFES, e outros projetos são exemplos desses incentivos.

Este artigo aborda brevemente o surgimento da produção enxuta e da construção enxuta, seus objetivos, idéias e princípios. Comenta sobre a produção de edifícios metálicos, objeto do diagnóstico desta pesquisa. Posteriormente, tenta-se estabelecer, em caráter preliminar, uma relação entre o diagnóstico e os princípios da *lean construction*, ou construção enxuta. A pesquisa está em andamento, conseqüentemente, este trabalho não contempla a apresentação de estratégias e ações de melhoria nos processos de projeto e produção de edifícios em construção metálica.

2. A PRODUÇÃO ENXUTA E A CONSTRUÇÃO ENXUTA

A produção enxuta surgiu como uma proposta do Eng^o. Ohno na Toyota Motor Company, uma empresa da indústria automobilística japonesa, de forma a capacitar a

Toyota a competir no mercado, visto a crise pós-guerra em que estava passando na década de 50.

O Sistema Toyota de Produção, como ficou conhecido, tinha como objetivo principal a eliminação de todos os elementos desnecessários à produção, de forma a reduzir os custos. A idéia básica era produzir as unidades necessárias, no tempo necessário e na quantidade necessária (MONDEN, 1984).

A produção enxuta, portanto, é um sistema de produção que busca sistematicamente o surgimento e a manutenção de um ambiente produtivo voltado para a melhoria contínua, criando uma consciência de que todas as melhorias desenvolvidas devem ocorrer com um nível cada vez menor de perdas (CONTE, 1998). Tem como objetivo aumentar a eficiência¹ do sistema de produção junto a um nível de perfeição para satisfazer as necessidades dos clientes, através de uma produção adaptável às variações de demanda e sem estoques intermediários.

A construção enxuta, busca consolidar os conhecimentos obtidos na indústria de manufatura, aplicando-os na construção civil, e observando as peculiaridades do setor (CONTE, 1998). Este movimento teve início em 1992 com a publicação do Relatório Técnico número 72 do CIFE-Center for Integrated Facility Engineering, do pesquisador finlandês Lauri Koskela (KOSKELA, 1992).

O objetivo desta nova filosofia, segundo KOSKELA (1992) é enxergar o sistema de produção como conversões, fluxos e valor. Todas as atividades em questão, consomem tempo e dinheiro, mas somente as atividades de conversão adicionam valor ao produto que está sendo transformado. Neste contexto, as atividades de conversão devem ter sua eficiência aumentada e as atividades que não adicionam valor ao produto (transporte, espera e inspeção) devem ser reduzidas ou eliminadas do processo.

As etapas de planejamento, projeto, suprimento e produção são fundamentais para cada empreendimento, dentro de um modelo de gestão baseado na construção enxuta. Um empreendimento “verdadeiramente enxuto”, na visão de CONTE (1998), deve ter como base de sustentação as seguintes abordagens: a) Lean Design (gestão de projetos, especificações técnicas e métodos construtivos); b) Lean Supply (gestão de rede de suprimentos); e c) Lean Construction (gestão do processo produtivo).

3. A CONSTRUÇÃO METÁLICA E A PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS

A construção civil brasileira tem forte papel indutor na economia, informação esta comprovada através de sua participação no Produto Interno Bruto, na Formação Bruta de Capital Fixo e na População Economicamente Ativa que absorve. Apesar de ser um setor de relevante importância, ainda apresenta patologias e desperdícios significativos (PICCHI, 1993).

Dada a acirrada competição no mercado e o aumento das exigências dos clientes, as empresas têm começado a se preocupar em aumentar a qualidade do setor, buscando conceitos e metodologias que possam guiar ações nesta área. Um grande movimento em torno da produtividade e qualidade tem ocorrido na indústria da construção civil, em particular nos sistemas de produção de edifícios.

¹ Eficiência é a capacidade de utilizar produtivamente os recursos (MAXIMINIANO, 1997).

Os empresários da construção começaram a repensar os projetos tradicionais e convencionais, com maior visão de qualidade e racionalização, por outros projetos que aumentem a produtividade, diminuam o prazo da obra e eliminem o desperdício. Esta necessidade competitiva favoreceu ao desenvolvimento de novas tecnologias que ganharam espaço no processo construtivo. Portanto, viabilizar o uso da estrutura metálica na construção significa abrir uma nova opção construtiva para empreendedores, considerando as vantagens do aço como importante elemento construtivo.

No Brasil, dentre os edifícios pré-fabricados e importados de ferro, o mercado público foi um tipo de construção muito útil e disseminada na época. O Mercado São José, no Recife, é o mais antigo e, provavelmente, o pioneiro, tendo sua montagem concluída em 1875 (BRAGA, 1998). Algumas construções brasileiras em aço, importadas da Europa, são: a Estação da Luz, em São Paulo e o Teatro José de Alencar, em Fortaleza.

Segundo ZANETTINI (1997), o aço veio a ganhar expressão na construção civil somente nos últimos trinta anos e, a partir dos últimos quinze anos, vem atingindo seu maior estágio de uso e desenvolvimento. PENNA (1997) diz que há uma cultura ainda bastante conservadora, no sentido estético do aço, de usá-lo como expressão arquitetônica. E complementa que “(...) o que temos de valor arquitetônico notável, ainda vem das construções em concreto.” (p.15).

Neste contexto, a construção metálica, de acordo com a classificação de suas atividades econômicas, encontra-se inserida na indústria da construção civil, que é dividida internamente nos seguintes sub-setores: edificação, construção pesada e montagem industrial (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO apud PICCHI, 1993). Assim sendo, a produção de edifícios metálicos precisa gerenciar uma interface entre o sub-setor edificação e o sub-setor montagem industrial, onde a estrutura metálica compreende o esqueleto da edificação.

Entretanto, a produção de edifícios metálicos e mistos, além das cinco etapas apresentadas por GARCIA MESEGUER apud PICCHI (1993), que são: planejamento, projeto, materiais, construção e manutenção, também possui as etapas de fabricação e montagem da estrutura metálica, que compõem a construção do edifício. Nestas etapas as chapas de aço e/ou perfis são confeccionados de acordo com as exigências do projeto estrutural detalhado e montados no canteiro de obras.

Em se tratando dos intervenientes² do processo, ressalta-se o fabricante e o montador, que devem aparecer de forma separada do construtor, pois os dois primeiros são, geralmente, sub-contratados do construtor, para executar tarefa específica, que é a de fabricar e montar a estrutura metálica.

3.1 Vantagens e Desvantagens

Várias particularidades com relação a este tipo de construção, de acordo com ABCEM (1994), PENNA (1997), ZANETTINI (1997), e outros, serão citadas abaixo:

Vantagens:

- rapidez na execução da estrutura, tornando a obra mais competitiva;

² Os intervenientes do processo, segundo HELENE & SOUZA (1988) são: agente financeiro, promotor, projetista, fabricante, laboratórios de ensaio, construtor, empresas de organização e controle, associações normativas, proprietário, universidades e institutos de pesquisa, estado, associações profissionais e usuário.

- possibilidade de montagem e desmontagem da estrutura, permitindo assim, que o material seja reaproveitado em outra obra;
- a execução de ampliações e reformas, sem que o usuário seja incomodado, se torna possível devido a uma tecnologia limpa;
- consegue-se menor peso e volume da estrutura fazendo com que haja um alívio das fundações e maior espaço para utilização dos ambientes, respectivamente;
- tem-se a opção de antecipar a compra de todos os materiais, pois trata-se de um sistema estrutural de precisão, que possibilita juntas e folgas milimétricas e conseqüentemente uma melhor negociação com fornecedores;
- por se tratar de um produto industrializado, tem-se a garantia de qualidade do material, com ensaios de ruptura e outros;
- diminuição do desperdício;
- redução da área do canteiro de obras e do espaço para estocagem.

Desvantagens:

- desembolso único para aquisição do material (aço); comenta-se que as usinas siderúrgicas vêm tentando resolver este problema, através do parcelamento dos pagamentos;
- falta de fornecedores nacionais para alguns componentes industriais (panos, vedações, etc);
- exige cuidados inerentes às movimentações diferenciais dos componentes estruturais e dos panos e paredes, de forma que não resultem em patologias. Uma solução é executar a alvenaria independente da estrutura;
- exige cuidados com relação à composição dos materiais de forma a impedir agressões químicas;
- recomenda-se tratamento termoacústico do edifício, pois com a retirada de massa, o conforto térmico do mesmo fica prejudicado, em virtude do material ficar mais suscetível a propagação de calor;
- falta de fornecedores nacionais de perfis laminados;
- medidas adicionais de proteção para aumentar o tempo de resistência da estrutura metálica ao fogo;
- falta de normas técnicas brasileiras, como por exemplo, para dimensionamento em situação de incêndio³;
- preço elevado da estrutura quando analisada de forma isolada;
- a construção metálica paga ICMS-Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços, precisando, portanto, de isonomia tributária.

4. METODOLOGIA DA PESQUISA

Esta pesquisa, de caráter exploratório, utilizou-se de entrevistas não-estruturadas, conduzidas de forma focalizada (ANDRADE, 1999), tentando-se, entretanto, seguir alguns tópicos da metodologia proposta por A. SERPELL, L. F. ALARCÓN e V. GHIO (1996) na Quarta Conferência Anual do IGLC-International Group of Lean Construction, para a obtenção de um diagnóstico preliminar.

³ As normas de incêndio recém-registradas são: NBR 13.323 – Cálculo de dimensionamento de proteção contra incêndio e NBR 13.324 – Determinação dos tempos de proteção contra incêndio.

5. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR

A partir de entrevistas com profissionais⁴ intervenientes do processo e de uma pesquisa documental na cidade de Belo Horizonte-MG, a construção metálica mostrou as seguintes características:

- a) um mercado que tem crescido anualmente⁵, representando uma taxa de crescimento de 33,61% de 1993 a 1997;
- b) a construção metálica tem na rapidez de execução seu maior atrativo para questões relacionadas com o custo do empreendimento. A análise de custo do empreendimento deve ser feita em termos de custo x benefício, não devendo ser comparada apenas pelo preço de seu esqueleto estrutural, mas sim pelo resultado final da construção como um todo;
- c) tem-se atualmente uma consciência da “visão da construção metálica”, havendo muito empenho brasileiro na busca por tecnologias mais desenvolvidas;
- d) o planejamento, apesar de ser uma ferramenta fundamental no sistema de produção de edifícios metálicos, ainda está muito deficiente, desencadeando, algumas vezes, inúmeros problemas no processo construtivo, tais como: desperdício, má qualidade, insatisfação do cliente, entre outros;
- e) a produtividade fabril está muito distante dos padrões mundiais; em se tratando da produtividade no canteiro de obras, esta irá depender do tipo de ligação da estrutura (soldada ou parafusada), das condições de trabalho, da velocidade que se deseja impor na obra e da quantidade de recursos disponíveis. A modulação do projeto estrutural, de forma a aumentar a padronização e a simplicidade, tem grande influência no fator produtividade, pois quanto maior a modulação, padronização e simplificação, maior a produtividade. Segundo ABCEM (1994), é possível uma redução de 50% na mão-de-obra especializada para a construção de um edifício em comparação com o processo convencional, atingindo os serviços de carpintaria, armadores, serventes e até pedreiros;
- f) muitos investimentos estão sendo feitos na área de normalização brasileira, notando-se, portanto, esforços para desenvolvimento;
- g) na etapa de projeto não há a devida integração entre os diversos projetos envolvidos na construção metálica, ocasionando muitos retrabalhos e desperdícios no processo de construção;
- h) muitos desperdícios são ocasionados por falhas na etapa de projeto. Alterações, incompatibilidade e falta de padronização de projetos são alguns exemplos;
- i) atualmente, nota-se uma preocupação crescente por parte das empresas, tanto fabricantes e montadoras, quanto construtoras, em implantar programas que garantam a qualidade de seus produtos e serviços;
- j) algumas iniciativas à preparação de profissionais para o mercado da construção estão sendo desenvolvidas, tais como: aumento da carga horária, em Universidades, nas disciplinas de estruturas metálicas; aumento dos cursos de especialização e pós-graduação; aumento da integração empresa x escola; aumento da bibliografia pertinente ao assunto em questão; entre outras.

⁴ Os profissionais visitados foram: empresários, construtores, fabricantes, montadores, projetistas, arquitetos, e engenheiros ligados a núcleos de desenvolvimento do uso do aço na construção civil.

⁵ O setor da construção civil consumiu em 1993: 1.089.000t de aço; em 1994: 1.108.000t; em 1995: 1.331.000t; em 1996: 1.488.000t e em 1997: 1.455.000t (IBS, 1998).

Considerando que a pesquisa encontra-se em andamento, em caráter preliminar, tentou-se estabelecer uma relação entre o diagnóstico e os princípios da construção enxuta:

- a) verificou-se desperdícios e retrabalhos originados por falhas na etapa de projeto e por planejamento deficiente. De acordo com o princípio **“redução das atividades que não adicionam valor”**, estes desperdícios e retrabalhos devem ser eliminados do processo construtivo, contribuindo também para a **“redução do tempo de ciclo”**, que é outro princípio desta Nova Filosofia;
- b) identificou-se inúmeros problemas desencadeados por planejamento deficiente, entre eles, a má qualidade dos produtos, gerando a insatisfação do cliente externo. Os clientes, externos e internos, não estão sendo identificados em cada estágio de construção e suas necessidades não estão sendo analisadas, o que vem ao encontro do princípio **“aumento do valor final dentre considerações sistemáticas dos clientes”**;
- c) notou-se que as empresas de fabricação e montagem da estrutura metálica, utilizam **“benchmark”** para alcance de melhorias e reconfiguração de processos, que foi mais um princípio observado.

Os princípios: Redução de variabilidade; Simplificação através do número de passos e partes; Aumento do processo de transparência; Aumento de flexibilidade; Focar controle global do processo e Desenvolver melhorias contínuas nos processos, não foram aqui analisados.

6. CONCLUSÕES

De acordo com o diagnóstico preliminar realizado, identificou-se a fase de planejamento e projeto muito deficiente, sendo responsáveis por inúmeras atividades que não adicionam valor ao produto final.

A construção metálica caminha para uma “concepção industrializada”, de forma que cada vez mais, projeto e processo produtivo devem estar compatibilizados. A necessidade de compatibilização de projeto e processo é para que se evite as chamadas “improvisações”, retrabalhos e desperdícios na obra, fazendo com que “as soluções sejam de projeto”.

Notou-se que o fator cultural é preponderante para a não utilização da construção metálica, de forma que a disseminação do conhecimento precisa ser intensificada entre usuários, profissionais e empresários da construção civil, para que possam fazer a opção certa em seus empreendimentos, decidindo pelo sistema construtivo que lhes dê um maior retorno na relação custo x benefício.

Investimentos em treinamento de mão-de-obra e tecnologia devem ser crescentes, objetivando capacitar os profissionais envolvidos no processo e revisar constantemente os processos produtivos, para que o processo esteja sempre em desenvolvimento.

Dentre todas as considerações, a construção metálica possui grande relacionamento com os conceitos da produção industrializada e tem nos princípios, métodos e técnicas da nova filosofia de produção, uma promessa para melhoria e solução de problemas, de forma a alavancar este sistema construtivo nos próximos anos, visto as vantagens apresentadas por ele.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M. M. de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. São Paulo : Atlas, 1999. 153p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO METÁLICA-ABCEM. Vantagens do uso do aço na construção metálica. In: **Revista Construção Metálica**, São Paulo, n. 17, p.14-15, 1994.
- _____, In: **Revista Construção Metálica**, São Paulo, n. 21, p.3, 1995.
- BRAGA, T.dos M. G. **Usimetal** [CD-ROM]. São Paulo : Sonopress-Rimo, [1998].
- CONTE, A S. I. Um novo paradigma para a gestão da produção na construção civil. In: **Qualidade na Construção**, São Paulo, Ano II, n. 11, p. 37-41, 1998.
- HELENE, P. R. L., SOUZA, R. de. Controle da qualidade na indústria da construção civil. In: **Tecnologia de Edificações**. São Paulo : PINI, 1988. p.537-542.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE SIDERURGIA-IBS. **Anuário estatístico**. Rio de Janeiro : IBS, 1998.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report**, Finland : CIFE, n. 72, 75 p., september, 1992.
- MAXIMINIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**. São Paulo : Atlas, 1997, 371p.
- MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção**. Tradução de Antonia V. P. Costa et al. São Paulo : IMAM, 1984. 141 p.
- PENNA, G. A experiência de quem pisa em chão de ferro. In: **Obra, Planejamento & Construção**, n. 96, p.15-18, nov. 1997.
- PICCHI, F. A . **Sistemas da qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. 1993. 462 p. Tese (Doutorado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- SERPELL, A., ALARCÓN, L. F., GHIO, V. A general framework for improvement of the construction process. In: **4th IGLC**. Birmingham, August, 1996.
- ZANETTINI, S. A conquista de espaço nos últimos 30 anos. In: **Obra, Planejamento & Construção**, n. 96, p. 14-15, nov. 1997.

8. AGRADECIMENTOS

Os pesquisadores agradecem ao NEXEM-Núcleo de Excelência em Estruturas Metálicas e Mistas, produto de um convênio firmado entre a UFES-Universidade Federal do Espírito Santo e a CST-Companhia Siderúrgica de Tubarão, por financiarem esta pesquisa.