



## OS PRINCÍPIOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA COMO FACILITADORES DE UMA ABORDAGEM SISTÊMICA EM CONSTRUÇÃO CIVIL

**Luiz Antônio M. N. Branco** – luizdemc@bol.com.br

Escola de Engenharia da UFMG, Departamento de Engenharia de Produção  
Rua Espírito Santo, 35 – Bairro Centro  
CEP 30160-030 – Belo Horizonte, MG

**Eduardo Romeiro Filho** – romeiro@dep.ufmg.br

Escola de Engenharia da UFMG, Departamento de Engenharia de Produção  
Rua Espírito Santo, 35 – Bairro Centro  
CEP 30160-030 – Belo Horizonte, MG

**Paulo Roberto Pereira Andery** – paulo@denc.ufmg.br

Escola de Engenharia da UFMG, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção  
Rua Espírito Santo, 35 – Bairro Centro  
CEP 30160-030 – Belo Horizonte, MG

***Resumo:** Este trabalho apresenta algumas reflexões sobre a crescente especialização no campo de atuação da Engenharia Civil que, se por um lado se faz necessária em função do avanço do conhecimento, por outro lado, traz um efeito colateral que é a falta de uma visão de conjunto, por parte dos alunos, da cadeia de produção de um empreendimento de construção civil. Como contribuição para minimizar este problema é sugerida a incorporação de princípios da filosofia lean (produção enxuta) como instrumento para facilitar uma visão sistêmica e integradora de conceitos no que diz respeito aos empreendimentos de construção civil. É apresentada uma breve revisão bibliográfica e uma proposta prática para inclusão destes princípios nos currícula em vigor.*

***Palavras-chave:** Construção enxuta, Ensino de Engenharia, Qualidade.*

## 1. INTRODUÇÃO

A atual conjuntura de mercado da construção civil, com a redução de custos e prazos das obras, associada a uma maior exigência dos clientes quanto à qualidade das edificações, têm feito que os agentes de mercado voltem sua atenção à implantação de novos métodos gerenciais e à utilização de novas filosofias de produção.

Um modelo de gestão da produção que tem crescido em importância é a filosofia da construção enxuta, que, baseada nos princípios da *lean production*, prioriza a eliminação das atividades que não agregam valor ao longo do fluxo de produção de uma edificação, ao mesmo tempo em que proporciona uma visão holística dos empreendimentos.

Isso implica em posturas gerenciais que destacam ferramentas de engenharia simultânea, a integração entre projeto e produção e a introdução de novas formas de racionalização da produção nos canteiros de obras.

Nota-se em vários cursos de Engenharia Civil uma carência desses conceitos. Quando são introduzidos nesses cursos, na maioria das vezes isso não é feito de uma maneira sistêmica e uma mostra disso é que, nas distintas abordagens aos empreendimentos de construção civil, normalmente não se destaca como o fluxo de valor é gerado ao longo do empreendimento, quais as interfaces entre as etapas da cadeia produtiva e quais as atividades que não agregam valor, representando aumento de custo, retrabalho, enfim, desperdício. Nesse contexto, o presente artigo mostra que a introdução dos conceitos do pensamento enxuto (*lean thinking*) nos cursos de Engenharia Civil proporciona uma visão holística dos empreendimentos, com um foco nos usuários das edificações, e proporcionando a integração dos conceitos de gestão, utilização de materiais e sistemas construtivos, de maneira a garantir o fluxo de valor e minimizar as atividades que representam desperdício, entendidas em sentido amplo, de acordo com os paradigmas da construção enxuta.

Adicionalmente, o artigo apresenta uma breve revisão sobre os conceitos básicos da construção enxuta e sugere formas de introdução desses conceitos no âmbito dos cursos de Engenharia Civil.

## 2. A ABORDAGEM DOS CURSOS COM RELAÇÃO À GESTÃO DE EMPREENDIMENTOS

Um empreendimento de construção civil exige a participação de vários projetistas para a concepção, contando também com a participação do empreendedor. Entretanto, face à grande especialização do setor, os vários projetos (arquitetônico, estrutural, elétrico, hidrosanitário, dentre outros) são desenvolvidos por profissionais com formação e interesses diferentes. Sendo assim, cada um dos projetos muitas vezes não traz detalhes e especificações suficientes para mostrar com clareza o processo de construção, de modo que ficam à mercê dos executores a tomada de decisões que podem impactar o produto final. Conforme estudos de MELHADO (1998), dentre os projetos que compõem um programa de um empreendimento, o projeto arquitetônico é o responsável pelas indicações a serem seguidas pelos demais projetos. Assim, as práticas projetuais se mostram articuladas de forma seqüencial, em detrimento de um desenvolvimento em paralelo, onde cada um dos profissionais pudesse participar do programa como um todo, colaborando com opiniões racionalizantes e também verificando a possibilidade de ocorrência de interferências.

Entretanto, exceto os centros de excelência, as escolas de engenharia apresentam o conhecimento na forma de disciplinas estanques que não interagem com as demais, ou seja, as soluções apresentadas representam o melhor daquele recorte do conhecimento, não se levando em conta as interferências que porventura possam existir. Por exemplo, é possível que uma pequena modificação no quadro estrutural do edifício permita uma distribuição mais adequada

das redes de água e energia, gerando não só facilidade de construção como também permitindo uma eventual manutenção menos onerosa. Entretanto, para que tal sinergia possa acontecer, é necessário que os projetistas das instalações tenham acesso ao projetista estrutural para que suas sugestões possam ser discutidas, lembrando de submeter a solução final aos demais projetistas para as devidas articulações. Essa particularização e segmentação de conceitos ocorre também no aprendizado das tecnologias construtivas, muitas vezes desvinculado de um enfoque voltado ao planejamento das atividades no canteiro de obras, de forma a se garantir um fluxo contínuo e otimizado da produção. Analogamente, muitas vezes não são priorizados os conceitos de logística no canteiro de obras, que englobaria o adequado tratamento da compra, armazenagem e utilização de materiais e outros recursos, incluindo a mão-de-obra terceirizada, cuja crescente utilização é uma tendência nos empreendimentos de construção civil.

### 3. UMA BREVE INTRODUÇÃO AOS CONCEITOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Por ocasião do fim da Segunda Grande Guerra, o Japão apresentava um quadro de destruição de suas principais cidades, fabricas, portos e, conseqüentemente, de sua capacidade produtiva. Foi nesta ocasião que a industria japonesa precisou levantar-se e direcionar todos seus esforços para sua reconstrução, procurando ainda desenvolver um sistema de produção que pudesse evitar todo tipo de desperdício. Para tal, foram adaptados ao modelo, um pensamento que procurava combinar virtudes próprias da produção artesanal (como flexibilidade e qualidade) com as próprias da produção em massa (alto volume com redução do custo por unidade). As empresas fabricantes de automóveis destacaram-se neste contexto, servindo de exemplo para outras indústrias. Neste contexto tem-se o surgimento de um modelo denominado *Lean Production*, ou Produção Enxuta, que tem como foco principal o combate ao desperdício em todas suas formas.

A partir das experiências bem sucedidas nas indústrias japonesas e do fenômeno da globalização mais intensificado na década de 1990, vários pesquisadores dedicaram-se à análise da Produção Enxuta e como adequá-lo a outras empresas.

WOMACK (1991) explana que Ohno (outro pesquisador na indústria japonesa) em suas extensivas pesquisas no campo da industria automotiva, identificou sete tipos de *muda* (ou fontes de desperdícios): defeitos; excesso de produção; estoques à espera de processamento; processamento desnecessário; movimento desnecessário; transporte desnecessário; espera; projetos que não atendem às necessidades dos clientes. Ainda segundo WOMACK (1996), o antídoto ao desperdício é o Pensamento Enxuto que pode ser resumido nos seguintes itens:

- 1-Determinar precisamente o valor por produto
- 2-Identificar a cadeia de valor
- 3-Fazer o valor fluir sem interrupções
- 4-Deixar que o cliente puxe valor do produtor
- 5-Buscar a perfeição

Obviamente estes itens representam diretrizes gerais e devem ser aplicados de acordo com a realidade de cada empresa e também de cada setor.

De acordo com KOSKELA (1992) “Os problemas crônicos da construção são bem conhecidos: baixa produtividade, segurança precária, condições precárias de trabalho e qualidade insuficiente”. Sem correr o risco de generalizações indevidas, parece este ser o quadro mais comum que se verifica na realidade da construção civil. Acrescente-se ainda a parte viva do trabalho, representada por todos os atores sociais envolvidos na cadeia produtiva, que labutam e convivem com a divisão do trabalho entre concepção e execução.

Naturalmente, derivados destes problemas crônicos, existem varias conseqüências: produto final que não atende aos anseios dos clientes, alta rotatividade dos operários, interferências intra e inter projetos e, de forma bastante visível, desperdícios. Pode-se dizer que a forma tradicional de produção em construção civil baseia-se nos princípios do taylorismo (com ênfase da divisão do trabalho) e do fordismo (com ênfase na produção em massa), onde é bastante visível a ruptura entre projeto e execução, bem como da preocupação em produzir-se mais em menos tempo (com a conseqüente falta de atenção ao referencial da qualidade).

De acordo com o exposto acima, podem ser comparadas as filosofias encontradas na construção civil e agrupadas no Quadro 1.

Quadro 1 – As abordagens convencional e *lean* nas empresas

Item	Filosofia convencional	Filosofia <i>lean</i>
Conceituação de produção	Produção consiste em conversões; Não se distinguem as atividades em termos de geração de valor	Produção consiste em conversões e fluxos; Existem atividades que agregam valor e outras não
Foco de controle	Custo das atividades	Custo, tempo e valor dos fluxos
Foco de melhoria	Incrementos pontuais de eficiência através de implantação de novas tecnologias ou ferramentas de garantia da qualidade	Eliminação ou supressão de atividades que não agregam valor; incremento de eficiência através das atividades que agregam valor; gestão simultânea dos processos de transformação, fluxo de atividades e criação de valor ao longo do empreendimento

Fonte: (Adaptado de KOSKELA, 1992).

Na realidade, o conceito de *lean production* não deve ser entendido como um paradigma totalmente inovador, já que alguns autores o vêem como uma fusão de princípios de TQM (Total Quality Management) e JIT (Just in Time) que foi aplicado com muito sucesso no Japão, década de 50, na fábrica da Toyota, gerando assim a denominação de Sistema de Produção da Toyota. Vale lembrar que no caso específico da construção civil, pode ser citada a publicação do Technical Report no. 72, por KOSKELA (1992), como marco da transposição dos conceitos de produção enxuta para o contexto da construção civil, originando a chamada construção enxuta ou *lean construction*. A diferença básica entre o modelo tradicional e o modelo *lean* é o enfoque que se dá ao empreendimento: tradicionalmente a construção se mostra como uma seqüência de atividades de conversão de insumos em produtos intermediários (por exemplo, cada um dos subsistemas como estrutura, alvenarias, acabamento e etc), enquanto no modelo enxuto preocupa-se com o fluxo de valor. A partir daí, foi criado em 1993 o IGLC (International Group for Lean Construction) que promove o intercambio de idéias e experiências entre pesquisadores e interessados neste modelo.

#### **4. PORQUE O MODELO LEAN OFERECE VISÃO DE CONJUNTO**

De acordo com FORMOSO (1998) “a diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a *lean production* é principalmente conceitual”. O conceito central envolvido é a mudança na abordagem de que a produção convencional na construção civil é um conjunto de atividades de conversão (com transformação de insumos em produtos intermediários); já na abordagem *lean*, a produção é encarada como um fluxo de valor, e questão central é identificar onde comparece o valor e envidar todos esforços no sentido de otimizar sua geração e identificar todos os focos de desperdício e propor ações mitigadoras.

Entretanto, desde a concepção proposta por DESCARTES, em sua famosa publicação Discurso sobre o Método, a idéia de se separar um problema grande em vários outros menores e depois aglutinar estas soluções parciais, tomou um contorno de axioma incontestável para os Engenheiros. Assim é que, geralmente, as propostas de otimização são orientadas para alguma fase ou método particular, prescindindo, portanto, de uma visão mais sistêmica ou holística (abordagem que prioriza o entendimento integral dos fenômenos, em oposição ao procedimento analítico em que seus componentes são tomados isoladamente). Então, a abordagem *lean* já parte do pressuposto que um empreendimento deve ser entendido e estudado no todo, ou seja, existe uma significativa mudança na forma de pensar, o que, inclusive, gerou a expressão pensamento enxuto que pode ser encontrado nos estudos apresentados em WOMACK (1996).

Neste contexto, verifica-se em FARAH (1992) que a preocupação no modelo tradicional de construção, é tratar os projetos como responsáveis pela indicação da forma e das características tecnológicas do edifício e não da sua produção. Por outro lado, vários autores têm apresentado a tendência e necessidade de desenvolvimento de ‘projetos para produção’, ou seja, planos que mostram a transposição entre o projeto do produto e a obra propriamente dita.

No entanto, os currículos dos cursos de engenharia, embora se vejam constantemente às voltas com as necessidades de atualização de seu conteúdo programático em função do desenvolvimento da tecnologia, raramente incorporam conceitos de gestão da produção, mais ainda com esse enfoque do pensamento enxuto.

Nesse sentido, um possível novo enfoque para os cursos de Engenharia Civil não envolveria necessariamente a criação de novas disciplinas dedicadas exclusivamente à filosofia *lean*, com o conseqüente impacto na carga horária dos cursos. Ao contrário, uma proposta passível de discussão seria a de incluir os conceitos da produção enxuta nas disciplinas já existentes, e em atividades extracurriculares ou exercidas fora das salas de aula. Nesse sentido, seria oferecida aos alunos a oportunidade de exercitar a utilização dos princípios do pensamento enxuto no estudo em várias disciplinas, de um empreendimento de construção civil visto sob o ponto de vista das particularidades de cada disciplina, mas com um foco no empreendimento como um todo, priorizando os conceitos de gestão de valor, gestão do fluxo de atividades e otimização dos sistemas de concepção e produção de uma edificação.

#### **5. COMO O MODELO LEAN OFERECE VISÃO DE CONJUNTO**

O termo enxuto foi cunhado por John Krafcik na década de 1980 para descrever um modelo de produção que preconizava a redução de tudo, ou seja, o combate diuturno a todas as formas de desperdício, que em termos de filosofia *lean* são conhecidas como atividades que não agregam valor. É interessante salientar que magro não deve ser confundido com anorético; o que se procura é a utilização exata de recursos (magro ou enxuto) e não insuficiência ou exagero (desperdícios).

Assim, pode-se mostrar esquematicamente o panorama de contrastes entre os modelos de produção, de acordo com o Quadro 2:

Quadro 2 – A produção em massa *versus* a produção enxuta

Item	Produção em massa	Produção enxuta
Esforço dos trabalhadores	Extenuante	Reduzido
Espaço para fabricação	Amplio	Reduzido
Investimento em ferramentas	Alto	Baixo
Estoques	Grandes	Pequenos
Fornecedores	Vários	Pequeno grupo
Defeitos	Proporcional à produção	Busca do zero defeito
Produtos	Alguns modelos	Variedade

Dentro deste panorama, o sistema de produção enxuta busca a perfeição através de redução de desperdícios (humano, material ou de informações), gerenciamento da qualidade total (e não apenas controle de qualidade), flexibilidade, estoque zero e, principalmente, otimizar o fluxo do valor por toda a cadeia produtiva. Observa-se, então, que os esforços de otimização são concentrados em várias etapas do empreendimento, desde a concepção até a entrega, incluindo inclusive o projeto *as built* (que serve para apontar modificações feitas e não registradas no projeto original) e a análise pós-ocupação. Ou seja, os empreendimentos são vistos com uma visão do todo, identificando as interfaces entre as atividades na cadeia de produção, suas sinergias e a maneira como se dá o fluxo de operações, de forma a otimizá-lo. Num sistema que busca a perfeição, todas as verificações percebidas devem compor um registro formal para futuras consultas propiciando não cometer erros anteriores ou aproveitar de experiências de sucesso (como por exemplo, alguma solução tecnológica).

Caberia neste momento um breve comentário sobre qualidade, inerente aos princípios da produção enxuta, dado que neste paradigma de construção, é incessante a busca pela qualidade que, dentre várias acepções, pode ser entendida como um conjunto de ações que visam alcançar e superar a satisfação dos clientes (tanto internos quanto externos).

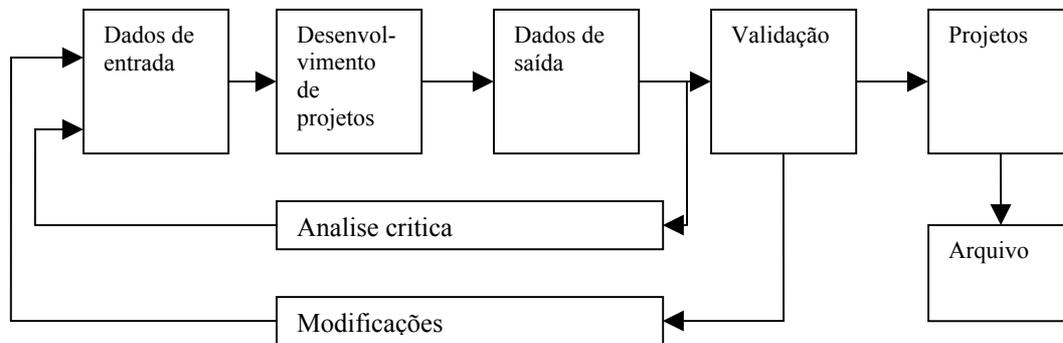
De fato o termo qualidade é bastante amplo, permitindo várias conceituações, como as propostas por Deming (máxima utilidade para o consumidor); Juran (satisfação das necessidades do cliente); Ishikawa (efetiva satisfação do cliente); e Feigenbaum (máxima aspiração do usuário). Apesar das apreciações diferentes, a qualidade pode assumir diferentes significados de acordo com cada agente e cada etapa, entretanto o cliente final sempre irá perceber as várias dimensões associadas ao projeto e execução, como por exemplo, a habitabilidade e manutenibilidade do empreendimento. Assim, para que os requisitos de qualidade possam ser observados, é necessário extrapolar a abordagem convencional de controle de qualidade que se resume, geralmente, a controle e inspeção de recebimento de materiais e alcançar um novo patamar onde se possa garantir a satisfação de todos que fazem parte dos processos da empresa.

Neste contexto, deve-se observar que a satisfação dos clientes deve permear todo o ciclo de vida de um empreendimento, contemplando ações específicas nos seguintes requisitos de qualidade: marketing, projetos, aquisição de materiais, gerenciamento e execução a obra, operação/uso e manutenção.

Apenas para ilustração (dado que no modelo tradicional a etapa de projetos geralmente é desenvolvida por uma equipe não coesa, podendo gerar várias interferências), apresenta-se a visão de MELHADO (1998), onde para garantir o atendimento à qualidade do projeto, o processo de projeção deve ser analisado crítica e continuamente pelos vários participantes que podem e devem opinar sobre decisões de projetos que poderão impactar na solução final

adotada, pois toda decisão envolve um grau de risco e muitas vezes a falta de coordenação e cooperação dos vários projetistas pode introduzir desperdícios pela desconsideração do empreendimento como um todo. Assim, de acordo com a Figura 1 abaixo, mostra-se um possível esquema de interação durante a fase de projetos (que pode ser também estendido às outras etapas do ciclo de vida do empreendimento).

Figura 1 – O processo de desenvolvimento e gestão de projetos



Fonte: Adaptado de FABRÍCIO (2002)

Assim, todas as fases do ciclo de vida do empreendimento devem ser rigorosamente analisadas, estudadas e cotejadas com a finalidade de se promover o fluxo de valor, valendo-se das ferramentas adequadas à cada etapa.

Com as colocações acima, KOSKELA (1982) fez a transposição dos conceitos da produção enxuta para o contexto da construção enxuta e foram adaptados por FORMOSO, conforme analisado a seguir:

5.1-Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor: por exemplo, evitar o manuseio e transportes desnecessários de blocos para confecção de alvenarias, optando-se por um fornecimento em pallets e colocação diretamente na praça de trabalho.

5.2-Considerar as necessidades dos clientes: por exemplo, facultar ao cliente externo (ou comprador) a escolha de padrões de acabamento.

5.3-Reduzir a variabilidade: por exemplo, treinamento de padronização para execução de cada uma das etapas construtivas.

5.4-Reduzir o tempo de ciclo, por exemplo, evitar esperas para execução de algum serviço que possua alguma atividade precedente não completada.

5.5-Simplificar reduzindo o número de passos ou partes: por exemplo, utilizar elementos pré-fabricados.

5.6-Aumentar a flexibilidade de saída: por exemplo, permitir algum tipo de customização sem aumentar substancialmente os custos previstos.

5.7-Aumentar a transparência do processo: por exemplo, utilizar um quadro com indicadores de desempenho para informar sobre o andamento da obra.

Assim, uma das contribuições mais significativas do pensamento enxuto é a abordagem do empreendimento como um todo e não uma visão segmentada. Neste contexto, surge a figura do coordenador de projetos, profissional que tem como orientação básica verificar o ajustamento dos vários projetos envolvidos. E, para tal, existem várias ferramentas, como por exemplo, redes de planejamento tipo PERT (Program Evaluation and Review Technique) e análise de modo de falhas.

## **6. DESDOBRAMENTOS, NA PRÁTICA**

Conforme observado anteriormente, na prática não se trata de uma mudança no programa das disciplinas, mas no enfoque como são ministradas, conferindo algumas oportunidades de exercitar-se o pensamento enxuto, conforme algumas sugestões abaixo:

-Os cursos voltados à tecnologia de edificações devem propiciar uma visão globalizante dos empreendimentos de construção civil, ou seja, mostrando passo a passo todas as etapas da concepção à manutenção pós-ocupação, com a preocupação de mostrar as interfaces e onde ocorre perda de valor, pela geração de fluxos desnecessários. Neste panorama, cada disciplina pode colaborar apresentando as melhores possibilidades tecnológicas disponíveis.

-Priorizar o ensino de técnicas de engenharia simultânea, particularmente voltadas à integração e coordenação de projetos (desenvolvimento de produto) seria outra oportunidade de aplicação direta do pensamento enxuto. O ambiente de engenharia simultânea revela-se como ferramenta essencial ao pensamento enxuto, pois propicia a verificação de interferências entre as várias soluções adotadas.

-Enfatizar a valorização do projeto, dado que a concepção inicial parte de algo intangível, que existe apenas na mente do projetista, e ele deve indicar para os executores com clareza não somente as formas e dimensões dos elementos, mas também a seqüência de construção.

-Nas disciplinas voltadas diretamente à construção civil (materiais e tecnologia de produção) sublinhar as interações entre as abordagens aos materiais e respectivas técnicas construtivas, lembrando, entretanto, que na filosofia lean deve-se procurar a melhoria do processo como um todo, e não melhorias em cada subprocesso separadamente sem levar em conta o impacto no empreendimento.

-Priorizar o ensino de questões voltadas à logística dos canteiros, posto que muitas vezes a organização do canteiro de obras pode colocar em risco o sequenciamento de operações.

-Fazer em sala de aula, ao se abordar cada tópico, o exercício de otimização: aprender a ver quais atividades agregam valor e quais não, sugerindo mudanças e/ou adaptações no processo construtivo.

Assim, colocando à disposição do aluno de hoje, que será o projetista de amanhã, um elenco de opções tecnicamente viáveis poderá ser composto um quadro decisório compatível com as necessidades globais dos empreendimentos.

## **7. CONCLUSÕES**

Com o inexorável processo de globalização do mundo atual, as empresas estão concentrando esforços no sentido de melhorar seu desempenho e neste sentido surgiu no Japão, na década de 1950, um modelo de produção denominado Produção Enxuta. A partir de 1990 este modelo foi transposto para o contexto da construção civil, onde tomou a denominação particular de Construção Enxuta. Um dos principais focos desta filosofia é o combate a todas formas de desperdício, entretanto, este esforço não deve ser direcionado aos subprocessos em particular (a forma tradicional se apóia em melhorias pontuais), mas na abordagem do empreendimento como um todo, configurando, assim, uma visão sistêmica.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCÓN, L. F. (1994) - Tools for the identification and reduction of waste in construction projects. PROCEEDINGS 2° ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Santiago, Chile.
- ALDABÓ, R. (2001) - **Gerenciamento de projetos**. Ed. Artliber. São Paulo. Brasil.
- AQUINO, J. P. R. A. and MELHADO, S. B. (2002) - The importance of the design for production in the design process management in building construction. PROCEEDINGS 10° ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Gramado, Brasil.
- BALLARD, G. & HOWELL, G. (1998) - What kind of production is construction? PROCEEDINGS 6° ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Guarujá, Brasil.
- FABRÍCIO, M. M. (2002) – Projeto simultâneo na construção de edifícios. Tese (Doutorado) – Escola Politecnica, USP, São Paulo.
- FARAH, M. F. F. (1992) – Tecnologia processo de trabalho e construção habitacional. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo.
- FORMOSO, C. T. et al. (1998) – Developing a protocol for managing the design process in the buildings industry. PROCEEDINGS 6° ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Guarujá, Brasil.
- FREIRE, J. and ALARCÓN, L.F. (2000) - Achieving Lean Design Process. PROCEEDINGS 8° ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Brighton, UK.
- GOLDHABER, S., JHA, C. K. and MACEDO, M. C. (1977) - **Construction Management-Principles and Practices**. Editora Wiley. New York. USA.
- KOSKELA, L. (1992) - Application of the New Production Philosophy to Construction. Technical Report # 72 CENTRE FOR INTEGRATED FACILITY ENGINEERING. DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING. Stanford University. London, UK.
- KOSKELA, L. (1993) - Toward the Theory of (Lean) Construction. PROCEEDINGS 4° ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Birmingham, UK.
- MELHADO, S. B. (1998) - Designing for Lean Construction. PROCEEDINGS 6° ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Guarujá, Brasil.
- NAVEIRO, R. M. (2001) - **O Projeto de Engenharia, Arquitetura e Desenho Industrial: Conceitos, Reflexões, Aplicações e Formação Profissional**. Editora UFJF. Juiz de Fora. Brasil.
- PICCHI, F.A. (2000) – Lean principles and the construction main flows. – Working paper. Center for Technology, policy and Industrial Development, Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA.
- TZORTZOPOULOS, P. & FORMOSO C. T. (1999) - Considerations on the application of Lean Construction principles to Design Management. PROCEEDINGS 7° ANNUAL CONFERENCE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION. Berkeley, USA.
- WOMACK, J. P., JONES, D. T. and ROOS, D. (1991). **The Machine That Changed The World: The Story Of Lean Production**. 1st Harper Perennial Ed. New York. USA.
- WOMACK, J. P. & JONES, D. T. (1996) - **Lean Thinking**. Simon and Schuster. New York. USA.



## **A SYSTEMIC APPROACH TO CIVIL CONSTRUCTION PROJECTS LEADED BY LEAN CONSTRUCTION PRINCIPLES**

***Abstract:** This work presents some reflections on the increasing specialization in the Civil Engineering. By on side, this specialization seems to be necessary as a function of knowledge advance. By the other side, it results in a collateral effect that is the lack of a comprehensive vision of the production and supply chain in construction projects. As a contribution to minimize this problem, a new approach is suggested: the introduction of lean construction principles as a tool to facilitate a systemic and holistic vision of construction projects. It is pointed out that lean thinking concepts provide a integrated vision of building construction different matters, such as management, materials treatment and construction techniques. A literature review is briefly presented, as well as some guidelines in order to introduce lean concepts in the civil engineering courses programs.*

***Key-words:** Lean Construction, Engineering Teaching, Quality.*