



# GESCON 2008

FÓRUM  
INTERNACIONAL  
DE GESTÃO  
DA CONSTRUÇÃO

INTERNATIONAL  
FORUM  
ON CONSTRUCTION  
MANAGEMENT

**FEUP**

11 E 12 DE DEZEMBRO DE 2008  
11TH AND 12TH DECEMBER 2008

**ORGANIZAÇÃO  
ORGANIZATION**

GEQUALTEC  
CEC, DEC, FEUP

Página	Autores	Título	Tema
<b>PALESTRAS / KEYNOTE SPEAKERS</b>			
3	Hipólito Sousa, Joaquim Moreira, Pedro Mêda	O ProNIC® NO CONTEXTO DO CCP APLICADO ÀS EMPREITADAS DE OBRAS PÚBLICAS	GP
<b>ARTIGOS / PROCEEDINGS</b>			
12	Francisco Manuel Pinto Rodrigues Macedo Varela , Jorge Manuel Fachana Moreira da Costa	A equação da integração	GP
22	Jorge G. F. Falorca	Os novos preceitos de acessibilidade para PMC's no contexto do projecto e da construção - uma visão global e os problemas associados	GP
32	Jorge Moreira da Costa, Isabel Horta, Ana Camanho	THE CONTRIBUTION OF A BENCHMARKING TOOL - ICBENCH - TO THE PORTUGUESE CONSTRUCTION INDUSTRY	GP
43	Serafim Castro, Vânia Silva (núcleo Tecnologia), Romeu Sanches (núcleo Tecnologia),	TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO AO SERVIÇO DA GESTÃO DA CONSTRUÇÃO NA Mota-Engil Engenharia	GCD
53	A. Briga-Sá, A. Costa, S. Pereira, J. Vieira, A. Paiva	A importância da gestão na qualidade de edifícios de habitação em Trás-os-Montes e Alto Douro	GP
63	E. G. Vazquez, E.L. Qualharini, Luis Otávio Araújo, H. S. Cardeal	CARACTERIZAÇÃO DO SUBSISTEMA ALVENARIA DE VEDAÇÕES VERTICAS EM EMPREENDIMENTOS IMOBILIÁRIOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	GP
73	E. G. Vazquez, L. O. C. Araújo, E.L. Qualharini, R. M. Magalhães	GERENCIAMENTO DE PÓS ENTREGA E MELHORIA DOS PROCESSOS RELACIONADOS À CONSTRUÇÃO DE EMPREENDIMENTOS RESIDENCIAIS MULTIFAMILIARES - GESCON 2008	GU
83	P. Lamego, P. Couto, P. Lourenço	Análise de custos em obras de reabilitação de edifícios	FPC
92	Serafim Castro, Vânia Silva, Romeu Sanches (núcleo Tecnologia)	TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO AO SERVIÇO DA GESTÃO DA CONSTRUÇÃO NA Mota-Engil Engenharia	GCD
102	Mário Oliveira, Alfredo Soeiro	Conflitos em Empreitadas de Construção - Causas, Consequências e Soluções	GCD
111	Alfredo Soeiro, Ana Vaz Sá	Projecto HKNOW do 7º PQ: Exemplo de Cooperação Universidade-Empresa	GP
117	João Ferreira Gomes	AVALIAÇÃO E CONTROLO DA QUALIDADE NA INSTALAÇÃO DE CAIXILHARIA DE PVC	GCD
126	Mariana Silva, Alfredo Soeiro	A Demolição e o Consumo Energético	GCD
134	Armanda Maria Ferreira Bastos Couto, João Pedro Pereira Maia Couto	Minimização dos conflitos originados pelos espaços de construção nas zonas urbanas	GCD
144	João Pedro Couto	Influência dos prazos nos acidentes de trabalho na construção portuguesa	GCD
153	Rosário Oliveira, Alfredo Soeiro	SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO (SIG) PARA PME DA CONSTRUÇÃO	GCD
162	Armando Silva-Afonso	Certificação de Qualidade das instalações hidráulicas e sanitárias: Uma necessidade em Portugal	GCD
170	Mónica Mota, Jorge Moreira da Costa	Metodologia e Procedimentos para a Qualificação de Edifícios	GCD
181	Hélder Emanuel Duarte, João Pedro Couto	Evolução organizativa das empresas de construção face ao novo paradigma de produtividade e competitividade	GP
191	Inês Flores-Colen, Jorge de Brito, Vasco Peixoto de Freitas	Discussão de critérios para priorização da manutenção predictiva em fachadas de edifícios	GU
201	Bernardo Rocha, Hipólito Sousa	Gestão das operações de Reabilitação de edifícios. Apresentação de uma metodologia	GP
208	Helder Moura	O CONTRATO DE EMPREITADAS DE OBRAS PÚBLICAS NO NOVO CCP: ALGUMAS QUESTÕES	FPC
218	José Manuel Barbosa da Rocha, José Manuel Amorim Faria	Gestão de equipas - Quantificação de necessidades de recursos humanos técnicos em Gabinetes de Projectos	GP
228	Anabela Ramos Canelas, Mafalda Sofia Santos	Segurança e Saúde - A IMPORTÂNCIA DA DISSEMINAÇÃO DE BOAS PRÁTICAS EM ESTALEIRO: O CASO PRÁTICO DA PREVENÇÃO DE RISCOS ELÉCTRICOS	GCD
238	Sara Pires, Miguel Gonçalves, João L. Porto	REFLEXÃO AO NÍVEL DE PROJECTO SOBRE A CONTABILIZAÇÃO DO NÚMERO DE EFECTIVOS NA APLICAÇÃO DO NOVO REGULAMENTO GERAL DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS.	GP
248	Nuno Pinto, A. Leça Coelho, João Paulo Rodrigues	Gestão da evacuação de edifícios em caso de emergência	GCD
258	Irene Ruiz Mealha, A. Leça Coelho, João Paulo Rodrigues	Avaliação do risco de incêndio da zona histórica de Angra do Heroísmo	GCD
268	Vitor Primo, A. Leça Coelho, João Paulo Rodrigues	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS NO PORTO, 1996-2006	GCD
278	Moreira, J. Pedro Vieira, Joel Oliveira, Paulo Pereira	FPC - Reutilização de material fresado em camadas estruturais de pavimentos	FPC
288	Maria Helena Arranhado Carrasco Campos, José Manuel Cardoso Teixeira	A SEGURANÇA ATRAVÉS DO PROJECTO / Design for Inherent Security	GP
299	Maria Helena Arranhado Carrasco Campos, José Manuel Cardoso Teixeira	Boas práticas para o desenho sustentável de <i>campus</i> universitários - Breve apontamento.	GCD
310	Maria Helena Arranhado Carrasco Campos, José Manuel Cardoso Teixeira	O conceito de edifícios verdes: Realidade ou Utopia?	GP
321	Maria Helena Arranhado Carrasco Campos, José Manuel Cardoso Teixeira	A Segurança da utilização de edifícios públicos universitários	GU
332	Cristina Reis, Alfredo Soeiro	Identificação dos perfis de risco dos acidentes na Construção	GCD
341	Jaime Gabriel Silva	Análise de decisão usando métodos estocásticos – Casos de aplicação à gestão na área do ambiente	FPC
351	Liliana Soares, Carla Silva, Jorge Rodrigues	A Sustentabilidade como factor estratégico em empreendimentos turísticos – Herdade de Gagos e Xerez	FPC
361	Manuela Cristina Timóteo	Gestão ágil de projectos e organizações na construção - Método Scrum	GP
373	Paula Arantes, Prof. Moreira da Costa	GESCON 2008 – Lean construction	GCD
383	Luis Otavio C. Araújo, José Horácio S. de Carvalho, Marcos C. Belotti	FERRAMENTA PARA A AVALIAÇÃO DA CONSTRUTIBILIDADE DOS PROJECTOS ESTRUTURAIIS	GCD
393	António Pinho, J. Amorim Faria	GESTÃO DE PROJECTOS DE PARQUES EÓLICOS - CONTRIBUTOS PARA A MELHORIA DO PROCESSO	GP
403	Hipólito Sousa, Joaquim Moreira, Pedro Mêda	O PRONIC® no contexto dos sistemas de classificação da informação na construção	GCD
413	João L. Porto, Miguel Gonçalves, Sara Pires	O PROBLEMA DA AVALIAÇÃO DO EFECTIVO À LUZ DA NOVA REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS	GP
425	João Pedro Poças Martins, Joaquim Poças Martins	Indicadores de Fiabilidade de redes de abastecimento de água	GU

## GESCON 2008 – LEAN CONSTRUCTION

*GESCON 2008 – Lean Construction*



**Paula Fonseca Arantes**  
Engenheira  
[paulafarantes@hotmail.com](mailto:paulafarantes@hotmail.com)



**Jorge Moreira da Costa**  
Professor  
Secção de Construções Cívicas  
[jmfcosta@fe.up.pt](mailto:jmfcosta@fe.up.pt)

### Resumo

A indústria da construção mobiliza meios consideráveis, tanto a montante como a jusante do processo de execução construtiva em si, pelo que representa uma importante parcela do Produto Interno Bruto Nacional. Sendo, em alguma medida, uma imagem do estado económico do País, a construção deve entender-se como algo essencial ao seu desenvolvimento e, como tal, ser alvo de métodos que conduzam a uma melhoria contínua da mesma.

Com o intuito de levar a construção a atingir níveis de eficiência e produtividade satisfatórios, surge um novo paradigma de produção, a *Lean Construction*, oriunda da *Lean Production*. A *Lean Production* nasce no Japão, na indústria automobilística, e engloba diversos conceitos e procedimentos que originam uma produção mais eficiente, quase que isenta de desperdícios. Verificando-se os resultados positivos desta abordagem, surge a intenção de a aplicar na construção; no entanto, sendo uma indústria com características muito distintas da produção em série, foi necessário adaptá-la nascendo a *Lean Construction*.

Esta comunicação pretende dar a conhecer os conceitos, princípios, metodologias e ferramentas subjacentes a esta recente filosofia, com especial ênfase aos que se relacionam com a Gestão da Construção.

**Palavras-chave:** construção, desperdício, eficiência, *lean construction*, *lean production*.

### Abstract

Construction Industry mobilizes considerable resources, either preceding or succeeding the process of construction itself, so it represents an important item of the Gross Domestic Product. Construction, which is a good image of the economic situation of a Country, ought to be seen as something essential to its development and therefore it should use methods that lead to a continuous improvement.

With the purpose to guide Construction to reach levels of adequate efficiency and productivity, a new production paradigm appears, *Lean Construction*, derived from *Lean Production*. *Lean Production* arises in Japan, in car industry, and includes several concepts and procedures which generate a more efficient production, almost waste-free. Due to the encouraging results of this method the intention to apply it to Construction began to develop; however as it is an industry with quite different features from line production, it was necessary to adjust it creating, in this way, *Lean Construction*.

This paper aims to present and explain principles, concepts, basis and tools of this new philosophy, mainly the ones related to Construction Management.

**Keywords:** construction, waste, efficiency, *lean construction*, *lean production*.

## 1. Contextualização

### 1.1 Origem da *Lean Production*

A *Lean Production* surge no Japão na década de 50, a partir do trabalho desenvolvido por dois engenheiros da Toyota Motor Company, Taiichi Ohno e Shigeo Shingo.

Tendo visitado a empresa Ford Motor nos Estados Unidos, que utilizava o sistema de Produção em Massa, Ohno percebeu que seria impossível aplicar o mesmo sistema nas empresas japonesas uma vez que o Japão recuperava ainda da II Guerra Mundial, sofrendo de uma escassez de recursos humanos, financeiros e materiais.

O sistema de Produção em Massa caracterizava-se pela produção, em larga escala, de produtos padronizados que visavam atender a um amplo mercado consumidor. A indústria japonesa não podia orientar-se pelos princípios da Produção em Massa, baseados na constância e abundância, mas sim adaptar-se às necessidades de um mercado muito mais restrito e variado.

O inovador modelo da *Lean Production* tinha como propósito produzir muitos modelos em pequenas quantidades sem aumentar os custos de produção. Este conceito era considerado, na época, completamente desapropriado, uma vez que o sistema de Produção em Massa, vulgarizado nas empresas europeias e americanas, assentava no princípio de produzir a maior quantidade possível de modo a reduzir o custo final de cada unidade produzida.

A forma encontrada pelos engenheiros da Toyota para atingirem os seus objectivos foi aumentar a eficiência da produção através da eliminação consistente e completa de desperdícios. O conceito de desperdício passa a ser entendido como qualquer actividade que absorve recursos mas não acrescenta valor ao produto final, isto é, não é percebida pelo cliente. Assim, e como exemplo, a decisão de utilizar uma tinta de tonalidade mais dispendiosa num elemento que não é visível deverá ser equacionada em contraponto a outras alternativas, mais económicas mas com o mesmo desempenho.

### 1.2 Pilares da *Lean Production*

As bases fundamentais da abordagem da *Lean Production* são o *Just-in-Time* e a *Automação*.

O *Just in Time* (JIT) – “a peça certa, no tempo certo e na quantidade certa” – surgiu da necessidade de se produzir somente o que o cliente solicitasse, quando e na quantidade solicitada, já que os recursos eram escassos e o mercado era restrito e diversificado. Com o JIT, a ordem do processo produtivo foi invertida e os clientes passaram a “controlar” a produção, fazendo com que cada processo só produzisse o que fosse exigido pelo processo seguinte, possibilitando uma produção em fluxo contínuo, ou seja, sem interrupções (sem stocks ou com stocks controlados).

Neste ponto, é importante clarificar a noção de “Cliente”: não se trata, unicamente, do cliente final – obviamente fundamental – mas igualmente do cliente que se materializa na fase seguinte do processo produtivo.

A ideia da *Automação* foi desenvolvida a partir da necessidade de se ter “qualidade na fonte” (*jidoka*). Para que as máquinas não produzissem produtos defeituosos, foram-lhes adicionados dispositivos “inteligentes” (*poka yoke*) que, quando detectavam problemas, bloqueavam a produção, evitando a realização de produtos defeituosos e fazendo com que a qualidade dos produtos fosse assegurada no seio do próprio processo produtivo (na fonte) e não apenas como reacção a reclamações do cliente.

### 1.3 Princípios e Ferramentas da *Lean Production*

Womack e Jones foram os responsáveis pelo alargamento do conceito da Toyota para um paradigma produtivo que pudesse ser aplicado em qualquer empresa. Definiram cinco princípios orientadores do *Lean Thinking*:

1. Especificar **Valor** para cada produto
2. Identificar **Cadeia de Valor** para cada produto

3. Fazer o **Fluxo de Valor** acontecer sem interrupções
4. Deixar o **Cliente Puxar** o valor do produto
5. Perseguir a **Perfeição** (produto à medida, tempo de entrega zero, nada em stock).

De acordo com o primeiro princípio, o **Valor** deve ser especificado pelo cliente, ou seja, a empresa deve produzir de acordo com os desejos dos consumidores. Tradicionalmente, são as empresas que especificam o valor, a partir da sua concepção do que será um bom produto, a um bom preço e para determinado mercado. Essa mentalidade tem levado algumas empresas ao fracasso pois não tentam obter, de forma pragmática e fundamentada, a percepção do que é realmente necessário e procurado pelos clientes.

Para que uma empresa produza aquilo que representa valor para os consumidores, será necessário ter em conta todo o processo de produção, desde as matérias-primas até à sua entrega final. Será, assim, essencial identificar a **Cadeia de Valor** (fluxo de valor) de cada produto. Além de possibilitar a observação do processo produtivo de forma sistémica (envolvendo os clientes, a empresa e os fornecedores), a identificação da cadeia de valor possibilita visualizar os três tipos de acções que ocorrem ao longo da sua extensão: acções que criam valor, acções que não criam valor – mas que no momento são inevitáveis – e acções que não criam valor e que devem ser evitadas imediatamente (desperdícios). (Womack e Jones, 1998).

Depois de especificado o valor e identificada a cadeia de valor de modo a reduzir ou eliminar as actividades que não acrescentam valor, é necessário fazer o produto fluir. A produção ideal, do ponto de vista da *Lean Production*, é um **Fluxo** contínuo, peça a peça (“one piece flow”), sem stocks, intermediários e sem interrupções durante o processamento. A vantagem do fluxo consiste na eliminação do tempo de espera entre uma etapa e outra e na maior transparência do processo, sendo mais fácil detectar erros. Também se diminui a necessidade de inspeção dos produtos no fim da linha, pois como cada produto é feito de uma só vez, a sua qualidade já é percebida no próprio processamento.

Deste modo, a *Lean Production* pode, inclusive, deixar o **Cliente Puxar** o produto, isto é, identificar o momento em que o cliente necessita do produto e proceder à sua entrega nesse momento. Este princípio contraria a ideia da produção em massa (produção “empurrada”), que produz mesmo sem ser requisitado por um cliente, o que leva a uma superprodução e excesso de stocks. Como resultado, obtém-se uma sintonia entre o ritmo da produção e o ritmo das vendas (*takt time*) e uma redução do custo e do risco de má antevisão das vendas.

Finalmente, e em relação ao último princípio orientador da Produção *Lean*, este resume toda a filosofia do paradigma, que consiste na tentativa de alcançar a **Perfeição**. Para a *Lean Production* há sempre uma forma melhor de realizar qualquer actividade, pois tal como o mercado muda, a empresa deve mudar para se adequar às novas exigências desse mercado. Assim, a busca da perfeição, ou seja, da melhoria contínua (*Kaizen*), deve ser algo constante nas empresas que queiram permanecer no mercado ao longo do tempo. O **Quadro 1** sintetiza o *Lean Thinking* e onde se revelam desde já as principais ferramentas associadas a esta filosofia.

## 2. Lean Construction

A *Lean Construction* consiste na adaptação da *Lean Production* à indústria da construção. Surge em 1990, tendo como marco fundamental a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* (Koskela 1992).

A indústria da construção é diferente da manufactura, onde o ritmo de produção é fundamentalmente regido por informações e fluxos de recursos; isto deve-se à sua grande variedade de áreas de trabalho e ao intenso uso de mão-de-obra e equipamentos não estacionários, o que dificulta a aplicação dos conceitos da *Lean Production*.

Genericamente têm sido apontadas duas vias para a redução da instabilidade relativa que se verifica na produção do sector da construção. A primeira corresponde à minimização das particularidades para tirar proveito da tecnologia, das técnicas e dos métodos utilizados na manufactura, pretendendo conduzir a uma maior pré-fabricação e normalização dos processos de construção. Tal mudança foi mesmo apontada no Reino Unido pelo conhecido Relatório Egan (DTI 1998) como medida para tornar a construção *Lean*.

A segunda via passa pelo desenvolvimento de técnicas dentro da construção que possibilitem lidar com a sua dinâmica (Ballard e Howell, 1998). Ou seja, antes de “industrializar” a construção, é necessário obter um efectivo controlo do processo, que é um dos objectivos *Lean*.

Quadro 1 – Estrutura do *Lean Thinking*

Objectivos	Princípios	Elementos Fundamentais	Exemplos de ferramentas
Melhorar continuamente a competitividade da empresa através de:	Valor	Pacote produto/serviço de valor ampliado	- variedade de produtos planeada
		Redução de <i>lead times</i>	- engenharia simultânea
▪ Eliminação dos desperdícios; ▪ Consistentemente atender aos requisitos dos clientes em variedade, qualidade, quantidade, tempo e preço.	Cadeia de valor	Alta e estendida agregação de valor na empresa	- mapeamento do fluxo de valor - parcerias com fornecedores
		Produção em fluxo	- células de produção - pequenos lotes - TPM (Total Productivity Maintenance) - <i>Jidoka</i> (qualidade na fonte) - <i>Poka-Yoke</i> (dispositivos à prova de erro)
	Fluxo de Valor	Trabalho padronizado	- gráfico de operador - controle visual - <i>Takt time</i> (ritmo de procura)
		Produção e entrega <i>just-in-time</i>	- <i>Kanban</i> - Nivelamento da produção
	Puxar	Recursos flexíveis	- Set-up rápido - equipamentos flexíveis - multifuncionalidade de operadores
		Aprendizagem rápida e sistematizada	- equipas autogerenciáveis - Cinco porquês - Programa de sugestões - 5S
	Perfeição	Foco comum	- compromisso da direcção da empresa com os funcionários - treino de todos na empresa e fornecedores nos princípios e ferramentas <i>lean</i> - simplicidade na comunicação

## 2.1 Modelos de Produção na Construção

O modelo conceptual dominante no sector da construção é o **Modelo de Conversão**, que define a produção como um conjunto de actividades de conversão, ou seja, que transformam as matérias-primas (materiais, informação) em produtos intermédios (alvenaria, estruturas, revestimentos) ou final (edificação).

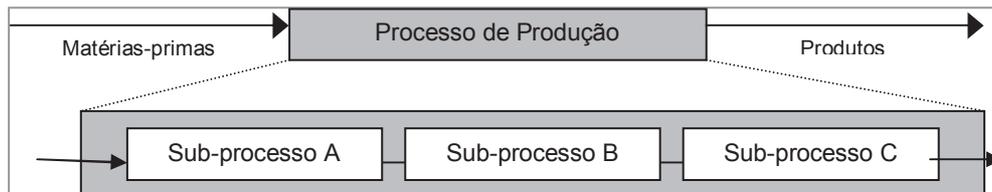


Figura 1 -Modelo de Conversão - Fonte: Koskela (1992)

Para Koskela, as principais lacunas do modelo de conversão são as seguintes:

- Existe uma parcela de actividades que compõem os fluxos físicos entre as actividades de conversão (fluxos de materiais e mão-de-obra) que não são explicitamente consideradas. Ao contrário das actividades de conversão, estas actividades não acrescentam valor. Em processos complexos, como é o caso das empreitadas grande parte dos custos é originada nestes fluxos físicos.  
Exemplificando: uma parcela apreciável do tempo gasto pelos trabalhadores num estaleiro resulta de operações que não agregam valor: transporte, espera por material, retrabalhos, etc;
- O controlo da produção e esforço de melhorias tende a ser focado nos sub-processos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas actividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras actividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global.
- A não consideração dos requisitos dos clientes pode resultar na produção, com grande eficiência, de produtos que são inadequados. Neste sentido, devem considerar-se os requisitos, tanto dos clientes finais como dos clientes internos.  
Por exemplo: pode produzir-se um edifício de apartamentos com grande eficiência, mas que não tem valor de mercado por não atender aos requisitos de potenciais compradores (clientes finais). Da mesma forma, uma equipa de estrutura pode executar com eficácia o alisamento perfeito da superfície de betão das lajes, o que, ao contrário de facilitar o trabalho das equipas seguintes (clientes internos), vai dificultá-lo, pois existe a necessidade de aderência entre as lajes e a argamassa de assentamento do piso a ser colocado.

O modelo de processo da *Lean Construction*, proposto por Koskela (1992), assume que um processo consiste num fluxo de materiais, desde a matéria-prima até ao produto final, que é constituído por actividades de **transporte**, **espera**, **processamento** (ou conversão) e **inspecção**. As actividades de transporte, espera e inspecção não acrescentam valor ao produto final, sendo por isso denominadas **actividades de fluxo**.

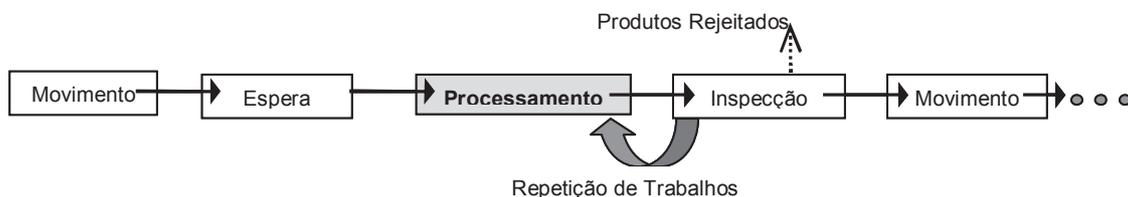


Figura 2 – Modelo de processo da *Lean Construction* - Fonte: Koskela (1992)

## 2.2 Princípios da *Lean Construction*

### I. Reduzir a parcela de actividades que não acrescentam valor

Princípio fundamental da *Lean Construction* segundo o qual a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas, não só através da melhoria da eficiência das actividades de conversão e fluxo, mas também pela eliminação de algumas das actividades de fluxo. Isso significa reduzir as actividades que consomem tempo, algum recurso ou espaço, mas não contribuem para atender aos pedidos dos clientes.

Exemplo prático de aplicação em obra: O estudo e a elaboração de um arranjo físico do estaleiro, que minimize as distâncias entre os locais de descarga de materiais e o seu respectivo local de aplicação, pode reduzir a parcela das actividades de movimentação.

### II. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Segundo Koskela, o valor não é um factor inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência da satisfação dos requisitos dos clientes.

Este princípio estabelece que devem ser identificadas claramente as necessidades dos clientes internos e externos e esta informação deve ser considerada no projecto do produto e na gestão da produção.

### III. Reduzir a variabilidade

A padronização dos procedimentos é, normalmente, a melhor forma de reduzir a variabilidade, tanto na conversão como no fluxo do processo de produção.

Segundo Isatto (2000) existem diversos tipos de variabilidade que podem ser ligados aos processos de produção, tais como as variações dimensionais de materiais, variedade na própria execução de determinada tarefa e variabilidade dos requisitos dos clientes, que serão evidentemente distintos.

### IV. Reduzir o tempo de ciclo

A redução do tempo de ciclo é um princípio que tem origem na filosofia *Just in Time*. O tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos necessários (transporte, espera, processamento e inspecção) para a produção de um determinado produto. Diminuindo esse tempo é possível uma conclusão da obra em num prazo mais curto.

### V. Simplificar através da redução do número de passos ou partes

A simplificação pode ser entendida como a redução do número de componentes num produto ou a redução do número de partes ou estágios num fluxo de materiais ou informações. Através da simplificação podem eliminar-se actividades que não agregam valor ao processo de produção. Isto ocorre em função das tarefas auxiliares de preparação e conclusão necessárias para cada passo no processo (por exemplo, montagem de andaimes, limpeza, inspecção final, etc.), e também pelo facto de que, em presença de variabilidade, tende a aumentar a possibilidade de interferências entre as equipas.

### VI. Aumentar a flexibilidade de saída

O aumento de flexibilidade de saída refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos. Embora este princípio pareça contraditório com o aumento da eficiência, muitas indústrias tem alcançado flexibilidade mantendo níveis elevados de produtividade.

A aplicação deste princípio pode ocorrer no uso de mão-de-obra polivalente, na finalização detalhada do produto no tempo mais tarde possível, e na utilização de processos construtivos que permitam a flexibilidade do produto sem grande prejuízo para a produção. (Isatto, 2000)

### VII. Aumentar a transparência do processo

O aumento da transparência de processos torna os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, ao mesmo tempo que aumenta a disponibilidade de informações necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho.

### VIII. Focar o controlo no processo global

O controlo de todo o processo possibilita a identificação e a correcção de possíveis desvios que venham a interferir de forma acentuada no prazo de entrega da obra.

Um dos grandes riscos das tentativas de melhorias é sub-optimizar uma actividade específica dentro de um processo, com um impacto reduzido (ou até negativo) no desempenho global do mesmo. Esta situação

é muito comum em processos de produção fragmentados, como é a execução de uma obra, nos quais existem muitos projectistas, subempreitadas e fornecedores independentes.

Para aplicação deste princípio é essencial uma mudança de postura por parte dos envolvidos na produção, que devem procurar entender o processo como um todo por oposição a um foco restrito de operações. É também fundamental definir quem tem clara responsabilidade pelo controle global do processo. Esta perspectiva foi amplamente focada no já referido Relatório Egan, ao destacar a importância da *Partnering Approach*.

#### **IX. Introduzir melhoria contínua no processo**

O esforço de redução de perdas e aumento do valor na gestão de processos tem um carácter incremental, interno à organização, devendo ser conduzido continuamente, com a participação da equipa responsável pelo processo. O trabalho em equipa e a gestão participativa constituem os requisitos essenciais para a introdução da melhoria contínua. Existem algumas formas de alcançar este objectivo como, por exemplo, utilizar indicadores de desempenho, premiar pelo cumprimento de tarefas e metas e padronizar os procedimentos.

#### **X. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões**

No processo de produção há diferenças de potencial de melhoria em conversões e fluxos. Em geral, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias e quanto maiores os desperdícios inerentes ao processo, mais proveitosos os benefícios nas melhorias de fluxo, em comparação com as melhorias de conversão.

#### **XI. Fazer benchmarking**

*Benchmarking* consiste num processo de aprendizagem a partir das práticas adoptadas noutras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou aspecto específico da produção. A competitividade da empresa deve ser o resultado da combinação dos seus pontos fortes desenvolvidos principalmente a partir de um esforço de melhoria contínua, com boas práticas observadas noutras empresas.

### **2.3 A Abordagem Lean da Gestão de Projectos**

Segundo autores como Howell e Koskela, a visão corrente da Gestão de Projectos revela-se insuficiente por diversas razões. Por exemplo, desconsidera a incerteza presente na abrangência e nos métodos do projecto; considera-se a relação entre actividades simples e sequencial quando, na realidade, é muito mais complexa; e preocupa-se com o resultado obtido em cada actividade, fazendo com que haja uma perspectiva egoísta de melhoria para cada uma sem se preocupar com o impacto que possa ter nas restantes ou no processo global.

No entanto, na abordagem *Lean* da Gestão de Projectos desenha-se um sistema de controlo que tenta garantir que o plano é concretizado. Um conceito chave da *Lean Construction* na fase de execução é o de que uma tarefa só deve ser iniciada – ou colocada no planeamento semanal /execução – caso tudo o que é necessário para a completar com sucesso esteja resolvido previamente. No caso de uma tarefa não ser realizada, o sistema recebe rapidamente *feedback*. Logo, a causa pode ser identificada e ser seguido o rasto até à raiz do problema. É uma gestão pró-activa ao invés de uma tradicionalmente reactiva.

Com o planeamento na perspectiva *Lean* tenta-se lidar com as imprevisibilidades de forma a reduzir a variabilidade na construção. Isso passa, em grande parte, pela gestão da interacção entre actividades. Realiza-se um planeamento de curto prazo que permite estabelecer considerações sobre materiais, equipamentos, mão-de-obra, informação, condições atmosféricas, se a equipa e actividade precedente é fiável e se estará concluída a tempo, ou seja, sobre os sub-fluxos ou pré-requisitos para arranque da actividade. Tais considerações seriam impossíveis na fase de concretização, de planeamento geral, que é feita a grande distanciamento do momento de execução.

Logo, o planeamento *Lean* é uma redução progressiva da incerteza de forma a assegurar que as tarefas a executar estão livres de constrangimentos. Daí resulta que, sucessivamente, será menor a variação do fluxo de trabalho. A duração é reduzida pois o trabalho é melhor sincronizado com a mão-de-obra e recursos. O custo baixa porque um fluxo de trabalho previsível permite entregas *just-in-time* das

encomendas, a satisfação das condições de início de actividade e a diminuição do desperdício. Logo, prazo e custos são reduzidos.

## 2.4 Ferramentas da *Lean Construction*

### 2.4.1 Células de produção

Segundo Rother e Harris (2002) “*Uma célula é um arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através do qual as partes são processadas em um fluxo contínuo*”.

Ou seja, no âmbito do pensamento *Lean*, existem tarefas ou sequências de tarefas que devem ser executadas por um grupo de operários que trabalha em conjunto e estão conectados em termos de tempo, espaço e informação. Deste modo, uma mesma equipa executaria uma tarefa do início ao fim, sendo a mesma responsável pela sua correcta execução. Assim, não existiriam problemas de transmissão de informação a outro grupo de trabalho que poderia concluir a tarefa.

Na construção civil esta metodologia poderá ser útil na execução de diversas tarefas, tais como execução de paredes de alvenaria ou betonagem de algum elemento. Se, por hipótese, a construção de uma parede estiver a cargo de uma equipa, que o faça desde a fase de colocação da alvenaria até aos acabamentos (pintura, por exemplo), isso evitaria transferência de responsabilidades entre os trabalhadores, o que aconteceria se fossem diferentes em cada fase, e iria criar uma motivação, autonomia e sentido de responsabilidade na equipa responsável pela parede. O mesmo se aplica a qualquer outra tarefa que implique uma série de actividades. Ter a noção de ser responsável por um produto acabado (e vê-lo acabado) é sempre motivador de eficiência.

### 2.4.2 *Takt time*

O *takt-time* é definido a partir da procura do mercado e do tempo disponível para produção; é o ritmo de produção necessário para atender a procura. Matematicamente, resulta da razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas.

Deste modo, o *takt time* depende da capacidade de produção da empresa, pelo que deverá ser entendido como o ritmo de produção necessário para atender o nível das necessidades dos clientes, dadas as restrições de capacidade do meio de produção.

Esta noção de tempo de produção permite que se produza apenas o que é requisitado pelo cliente no menor tempo possível; aumenta-se a produtividade da empresa em questão, uma vez que não se produz mais do que o necessário nem em demasiado tempo; criam-se ritmos de produção e evitam-se paragens.

Este conceito poderá ser mais facilmente aplicado na construção no que diz respeito aos fornecedores de materiais, uma vez que geralmente diz respeito à produção de várias peças iguais e com processos análogos. Uma empresa que venda tijolos, por exemplo, poderá adoptar o *takt time* de forma a otimizar o tempo de fabrico de tijolos às quantidades requisitadas pelos compradores. Partindo da mesma ideia, e alargando a escala de influência dos requisitos, o *takt time* poderia também ser usado para estabelecer o ritmo das actividades a partir das necessidades do cliente em toda a cadeia de fornecedores.

### 2.4.3 *Kanban*

O método nasce, tal como a *Lean Production*, no Japão, sendo que a palavra *Kanban* significa “cartão” ou “etiqueta”. Esta é uma ferramenta que viabiliza a produção *just-in-time*, permitindo a comunicação entre cliente (que pode ser interno) e fornecedor. É um método de “puxar” a produção a partir da procura, ou seja, o ritmo de produção é determinado pela circulação de *kanbans*, o qual por sua vez é determinado pelo consumo de produtos.

Os principais objectivos da ferramenta são:

- Regular internamente as flutuações da procura e o volume de produção dos postos de trabalho, a fim de evitar a transmissão e ampliação dessas flutuações;

- minimizar as flutuações do stock de fabricação, com o objectivo de melhorar a gestão (a sua meta é o stock zero);
- descentralizar a gestão da fábrica de forma a melhorar a sua eficiência, criando condições para que as chefias directas desempenhem um papel de gestão efectiva da produção e dos stocks em curso de produção;
- regular as flutuações do stock de fabricação entre os postos de trabalho devido a diferenças de capacidade entre estes;
- produzir a quantidade solicitada no momento em que é solicitado.

Os cartões *Kanban* podem ter várias informações e forma de apresentação, dependendo da empresa, mas é fundamental que todos possuam a referência da peça fabricada e da operação, a capacidade do contentor, a indicação do posto de trabalho a montante e jusante e o número de *kanbans* em circulação com a mesma referência.

A aplicação do *Kanban* apresenta algumas vantagens tais como: possibilita uma rápida e eficiente circulação de informação referente aos problemas da fábrica (avarias, peças defeituosas, etc.) entre os postos de trabalho; melhora a adaptação da produção à procura, visto que o tempo de reacção a uma modificação eventual dos requisitos é muito curto pois apenas se produz para corresponder à procura; melhora significativamente o serviço aos clientes, o que normalmente se traduz por uma diminuição dos prazos de entrega; possibilita uma diminuição dos stocks (é um dos seus principais objectivos) e, conseqüentemente, gera uma libertação de espaços na fábrica, uma melhor arrumação das áreas de trabalho, maior facilidade na gestão de stocks e uma reacção mais rápida a alterações.

#### 2.4.4. Last Planner System

É uma ferramenta desenvolvida para controlo da produção em estaleiros de construção.

As várias etapas que constituem um empreendimento de construção são programadas e organizadas em diferentes níveis da empresa, por responsáveis diversos e em alturas distintas. Numa fase já próxima da execução cabe a alguém decidir quando e que trabalho deverá ser executado; essa pessoa pode ser considerada o *Last Planner*. Este aborda as operações de planeamento e controlo a curto prazo. O objectivo é assegurar que todos os pré-requisitos e condicionamentos de uma actividade estão resolvidos quando a mesma se inicia, de forma a permitir que esta seja executada sem perturbações e concluída de acordo com o previsto.

Esta ferramenta propõe que se comparem semanalmente as actividades que foram efectivamente realizadas com as que estavam planeadas de forma a calcular um índice que se designa PPC – Percentagem de Planeado Concluído. É assim possível investigar a causa da não execução do planeado procurando prevenir que no futuro tal não aconteça.

No entanto o *Last Planner* não se preocupa apenas em controlar o andamento das actividades mas também analisa o planeamento para as semanas seguintes, de forma a não permitir constrangimentos ao início das actividades, protegendo assim a produção (*shielding production*).

O *Last Planner* pode ser resumido a três níveis de planeamento: longo prazo, médio prazo e curto prazo. Assim, existe um plano geral (*Master Pulling Schedule*) que se pode entender como uma calendarização total do projecto. É definido a partir do projecto inicial que se adapta aos requisitos do cliente, e a sua maior preocupação deverão ser os *milestones*, isto é as metas chave do projecto, relacionando-as e determinando as datas em que deverão estar concluídas. Define estratégias de execução para que o trabalho possa ser efectuado dentro do tempo definido.

No planeamento a médio prazo existem os *Phase Schedules*, planos de fase que são preparados por uma equipa que gere o trabalho da respectiva fase. O seu objectivo é que todos os que participam compreendam e apoiem o plano, que deve ser desenvolvido do final para o início, por meio da técnica *pull*, determinando a quantidade de tempo disponível e a melhor forma de o grupo a usar.

No nível de planeamento a curto prazo recorre-se ao *Lookahead Plan*, plano de antevisão que sequencia o fluxo de trabalho da melhor forma possível, classifica e faz corresponder a mão-de-obra e restantes recursos com o fluxo de trabalho. Distribuem-se as tarefas que estão prontas a começar pelos operários, agrupando as situações em que se verificam interdependências e relações de troca.

Assim, o *Last Planner* é entendido como um sistema de planeamento e controlo da produção que permite aumentar a credibilidade do fluxo de trabalho. Trata-se de implementar, de forma consciente e pragmática, procedimentos de controlo do planeamento com a maior contribuição possível da informação sobre o que, efectivamente foi realizado e o que, sensatamente, é possível realizar. É a passagem do planeamento estático, existente no início do projecto, para o planeamento dinâmico, corrigido e adaptado dia a dia, semana a semana, ligado à realidade.

### 3. Conclusão

Os princípios e ferramentas da *Lean Construction* podem ser aplicados nas diversas etapas que constituem a produção na construção (obra), desde fornecedores adoptando a metodologia das entregas *just-in-time*, a planeamento, controle e orçamentação, à fase de estaleiro (com as células de produção por exemplo).

Através da aplicação da filosofia *Lean Construction* será possível que as empresas incrementem a eficiência dos seus processos produtivos por meio da redução de tempos, custos, recursos e o consequente aumento dos lucros e produtividade. Uma empresa que lucra será certamente uma empresa robusta e que transmite segurança aos potenciais clientes e motivação aos seus colaboradores, sendo por isso também para estes benéfica a introdução dos conceitos *Lean*.

Pode concluir-se que todas as empresas podem aplicar a *Lean Construction*, pois o principal alicerce para essa implementação será a predisposição para tal. Tendo em conta as características subjacentes à indústria da construção portuguesa essa introdução dos princípios e ferramentas *Lean* deve ser feita de forma gradual e com a contribuição de todos os intervenientes nas empresas, desde os gestores até aos trabalhadores. De facto, a filosofia indica que estes últimos devem ter um papel fundamental nesta implementação, podendo até alterar-se a tradicional hierarquia e forma de gerir. Ou seja, ao invés de apenas transmitir ordens e esperar que os resultados dessas sejam positivos, os gestores devem disponibilizar os recursos necessários ao alcance dos objectivos previstos e pedir que sejam os trabalhadores a analisar se esses foram ou não conseguidos e as causas de eventuais insucessos.

Resumidamente, poderá concluir-se que a *Lean Construction* é uma filosofia de produção recente na área da construção, ainda pouco divulgada entre a indústria portuguesa, mas já com vincada fundamentação e provas dadas de que através da sua divulgação e implementação será possível alcançar uma melhoria significativa nos processos de gestão e produção das empresas, possibilitando o ciclo de melhoria contínua e o objectivo de excelência que todas as empresas devem ambicionar.

### Referências

- Ballard, G. (2003). *Lean Project Delivery System*<sup>TM</sup>. Lean Construction Institute: Research Agenda, Ketchum, ID, July 23, <http://www.Leanconstruction.org/lpds.htm>. Acedido em 22/03/2008.
- Ballard, G. e Howell, G. (1998). *What Kind of Production is Construction?*. Proc. 6th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr., IGLC-6, Aug 13-15, Guarujá, Brasil.
- Egan, J., Sir. (1998). *Rethinking construction: the report of the Construction Task Force*. Department of Environment, Transport and Regions, Londres, Reino Unido.
- Howell, G. A.; Koskela, L. (2000). *Reforming Project Management: The Role of Lean Construction*. Proceeding from 8th Annual Conference on Lean Construction, Brighton, Reino Unido.
- Isatto, L. (2000). *Lean Construction: directrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil*. SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5, Porto Alegre.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Technical Report No. 72. Center for Integrated Facility Engineering. Department of Civil Engineering, Stanford University.
- Ohno, Taiichi. (1988). *Toyota production system*. Productivity Press, Cambridge, Reino Unido.
- Rother, M., Harris, R. (2002) *Criando fluxo continuo*. Lean Institute Brasil. São Paulo.
- Womack, J.P., Jones, D.T. (1998). *A mentalidade enxuta nas empresas – Elimine o desperdício e crie riquezas*. Rio de Janeiro, Campus.