

## APLICAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA (LEAN CONSTRUCTION) NA CONSTRUÇÃO CIVIL

**Adriana Mansur Pereira (Unifran)**

adriana.mansur@unifran.edu.br

**Clarissa Fullin Barco (Unifran)**

cfbarco@hotmail.com

**Marcel Heimar Ribeiro Utiyama (Unifran)**

marcelc5@yahoo.com.br

**Carlos do Amaral Razzino (Unesp)**

carlos.razzino@feb.unesp.br

**Paula Fernanda Cintra (Unifran)**

cintra.paulaf@gmail.com



*O atual cenário do mercado da construção civil se apresenta altamente competitivo, fato que impulsiona as construtoras a destinarem melhor seus recursos, logo, estas empresas precisam buscar ferramentas que proporcionem o melhor aproveitamento dos mesmos. A Lean Construction é utilizada com o intuito de diminuir desperdícios, custos e prazos aumentando a eficiência e produtividade nos canteiros de obras. Este modelo de gestão da construção é a aplicação de conceitos, técnicas e métodos oriundos da indústria de manufatura no setor da construção civil. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é observar como o Lean Construction e sua aplicação nos canteiros de obras brasileiros vem sendo debatido através da bibliografia científica. Para atingir este objetivo, utilizou-se como metodologia de pesquisa a revisão bibliográfica fundamentada em artigos publicados em congressos e revistas nacionais, no período de 1998 a 2014. Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que o levantamento bibliográfico realizado identificou a eficácia e resultados positivos nas empresas que utilizaram o Lean Construction. A complexidade, abrangência e grande aplicação dos conceitos Lean nos empreendimentos também foram aspectos positivos observados neste estudo.*

*Palavras-chave: Lean Construction; Construção Enxuta; Construção Civil; Lean Production*

## 1. Introdução

O setor da construção civil influencia diretamente a economia de um país, pela criação de postos de trabalho de forma direta e indireta. Um aspecto relevante do setor da construção civil é a sua heterogeneidade, pois é composta por diferentes serviços, com atividades tecnológicas variadas, atendendo a diferentes tipos de demanda (AMORIM, 1995; MELLO, 2007).

Estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam o fato da necessidade do planejamento, apontando que as principais causas de baixa produtividade no setor da construção civil estão diretamente ligadas a deficiências no planejamento e no controle (ISATTO et al., 2000).

Devido à necessidade de melhorias contínuas, o mercado da construção civil vem adaptando métodos, conceitos e técnicas desenvolvidas inicialmente para a manufatura para os canteiros de obras, como os sistemas de planejamento e controle da produção. Os conceitos desenvolvidos para o ambiente industrial ao serem adaptados para a construção civil podem não apresentar o mesmo resultado, tornando-os inadequados e com baixa produtividade. (ASSUMPCÃO, 1996).

A partir da necessidade de suprir a baixa eficiência e alcançar melhores níveis de gestão produtiva, o finlandês Koskela em 1992, realizou estudos que resultaram no surgimento do modelo para gestão da produção na construção civil chamado *Lean Construction*, traduzido para o português, Construção Enxuta. Tal modelo de gestão é oriundo da Produção Enxuta (*Lean Production*) (LORENZON; MARTINS, 2006). A indústria da construção civil é dividida em dois seguimentos, tratando-se do residencial ou de edificações e da construção pesada ou de infraestrutura, que totalizam um faturamento anual de R\$ 18 bilhões. O setor é predominantemente dominado por construtoras de pequeno porte. Ao citar as construtoras de infraestrutura, destacam-se as multinacionais e incorporadoras, que são globalmente competitivas por atuarem a nível internacional (DIEESE, 2012).

O setor da construção civil teve participação de 5,7% do Produto Interno Bruto (PIB) no ano de 2012, possuindo cerca de 7,8 milhões de ocupados, representando 8,4% de toda a população ocupada do Brasil (DIEESE, 2012).

Dentro desse contexto, sugere-se que nas empresas de construção civil brasileiras torna-se importante o conhecimento da aplicação do *lean construction* e das ferramentas de tal abordagem. Sendo assim, o presente trabalho visa realizar uma breve revisão de literatura, no âmbito nacional sobre a aplicação do *lean construction* no setor da construção civil.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 Pensamento Enxuto

Womack e Jones (2004) são os autores do termo Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*), o qual é uma maneira de identificar valor, ordenar na melhor sequência as ações que agregam valor, cumprir essas atividades sem interrupção quando forem solicitadas e realiza-las da maneira mais eficaz possível. Resumidamente, o pensamento enxuto é uma maneira de realizar mais com cada vez menos – menos recursos humanos, menos ferramentas, menos tempo e menos espaço físico – e também, chegar mais perto de oferecer aos consumidores o que eles realmente querem adquirir.

Os mesmo autores nomeiam o executivo da Toyota, Taiichi Ohno (1912-1990) como o mais agressivo crítico do desperdício que a história humana já conheceu. Ohno identificou e classificou os sete grandes tipos de desperdício: perdas por superprodução, perdas por transporte, perdas no processamento em si, perdas devido à fabricação de produtos defeituosos, perdas nos estoques, perdas no movimento e perdas por espera. Womack e Jones (2004) salientam que o pensamento enxuto é um poderoso antídoto ao desperdício, independente do seu tipo e o definem em cinco passos: definir o valor do cliente, definir o fluxo de valor, fazê-lo “fluir”, “puxar” a partir do cliente e lutar pela excelência.

### 2.2 Produção Enxuta (*Lean Production*)

Para que a indústria seja considerada enxuta, é necessário priorizar a fluidez do produto nos processamentos em que ele é submetido. Utilizar de processos produtivos ininterruptos de agregação de valor e sistema puxado originado da demanda é essencial para manter os procedimentos subsequentes, abastecidos somente com a quantidade de peças a serem consumidas em curtos intervalos. A empresa também deve pregar a cultura de melhoria contínua (LIKER, 2005).

Após a Segunda Guerra Mundial em 1950, o Japão tinha sido arruinado por duas bombas atômicas, a maioria das fábricas havia sido destruída, a plataforma de abastecimento foi

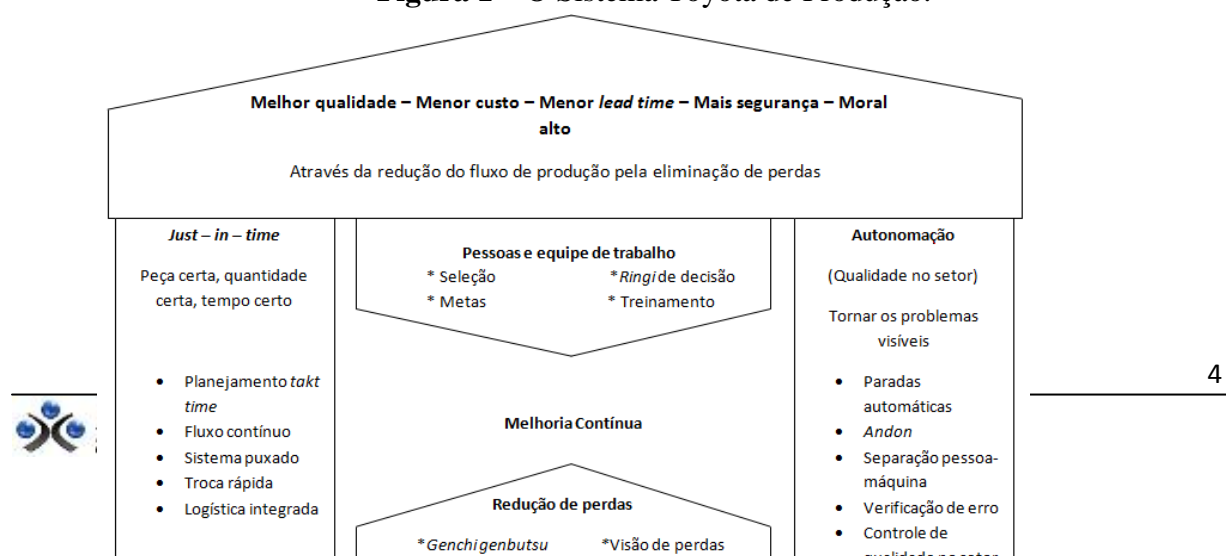
zerada e os consumidores tinham poucos recursos financeiros. Foi então que Eiji Toyoda presidente da Toyota Motors realizou uma viagem de estudos por três meses para a fábrica Rouge da Ford, em Detroit, Estados Unidos da América. Depois de ter estudado a fundo a Rouge, (até o momento o maior e mais eficiente complexo fabril do mundo) Eiji informou a sua empresa que “pensava ser possível melhorar o sistema de produção” (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

O sistema de produção em massa da Ford foi desenvolvido para produzir altas quantidades de um número baixo de modelos de carro, e a Toyota necessitava fabricar baixas quantidades de modelos diferentes utilizando a mesma linha de montagem, porque a demanda do mercado era muito baixa para destinar a linha de montagem a um só automóvel (LIKER, 2005). Dado cenário nasceu o que a Toyota rotulou de Sistema Toyota de Produção e, finalmente, a produção enxuta (WOMACK; JONES; ROOS, 2004).

### 2.3 Sistema Toyota de Produção (STP)

O diagrama “Casa do STP” (Figura 1) é um dos retratos espontaneamente reconhecido na indústria moderna e descreve o funcionamento e conceitos utilizados no Sistema Toyota de Produção. O diagrama é feito em formato de casa porque é um sistema estrutural. A casa só é resistente se o telhado, as colunas e as fundações forem fortes. Inicia com os objetivos de melhor qualidade, menor custo e menor *lead time*. As duas colunas são formadas pelo *Just-in-Time* (uma característica forte e conhecida do STP) e a autonomia. No centro do sistema estão as pessoas, e ao final há vários processos de nivelamento da produção, que visam nivelar a programação de produção em volume e variedade. Cada elemento da casa por si só é crítico, mas mais importante é o modo como os elementos reforçam uns aos outros (LIKER, 2005).

**Figura 1 – O Sistema Toyota de Produção.**



**Fonte:** Liker (2005, p. 51).

## 2.4 O setor da Construção Civil

A cada dia que passa o setor da construção civil no Brasil vem aumentando gradativamente, apresentando assim extensos empreendimentos lançados e construídos a todo o momento, contudo também surgem várias construtoras, enfatizando assim uma concorrência acirrada que conseqüentemente expande seus negócios para vários pontos e regiões onde apresentem indícios de crescimento significativos.

“Nos últimos anos, as flutuações da economia e a conscientização crescente do consumidor para os problemas do custo elevado e da não qualidade dos produtos, têm dirigido a atenção dos empresários da construção civil para o planejamento e controle da produção” (LIMMER, 1997).

De acordo com Koskela (1992) apud Rocha (2008), na maioria dos casos essa falta de eficiência ocorre devido aos princípios das diretrizes desenvolvidas na linha de produção industrial não serem totalmente implantados ou absorvidos numa forma mais “*lean*”, ou seja, mais “*enxuta*” ou simplificada mediante o ambiente estratégico da construção civil.

## 2.5 *Lean Construction*

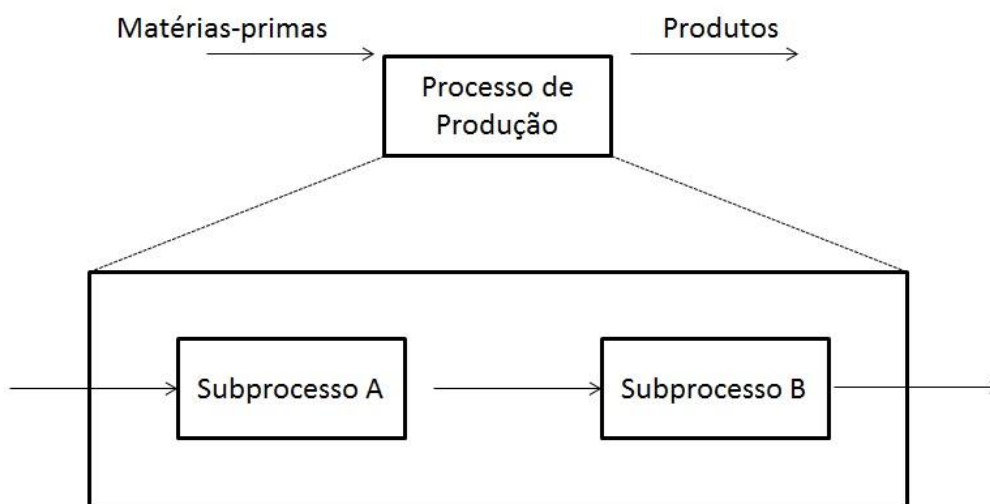
A partir da necessidade de suprir a baixa eficiência e alcançar melhores níveis de gestão produtiva, o finlandês Koskela em 1992, realizou estudos que resultaram no surgimento do modelo para gestão da produção na construção civil chamado *Lean Construction*, traduzido para o português, Construção Enxuta. Tal modelo de gestão é oriundo da Produção Enxuta (*Lean Production*) (LORENZON; MARTINS, 2006).

A *Lean Construction* visa introduzir um novo e importante conceito para entender os processos produtivos no setor da construção civil. Esses conceitos expressam a forma que o processo e atividades são descritos (KOSKELA, 1992).

Segundo o mesmo autor, na forma tradicional produtiva os procedimentos são as atividades de conversão de matérias-primas (*inputs*) em produtos (*outputs*), chamado de modelo de conversão. Neste modelo o processo de modificação pode ser decomposto em subprocessos, também considerados atividades de conversão, segundo a Figura 2 (KOSKELA, 1992 apud BERNARDES, 2003). Para Shingo (1996), o menor elemento de uma divisão hierárquica de um procedimento, no paradigma tradicional, é considerado uma operação.

Koskela (1992) acredita que na *Lean Construction* o ambiente produtivo é constituído por atividades de conversão e de fluxo (de materiais, mão de obra e informações). O gerenciamento das atividades de fluxo é uma fase fundamental na procura do aumento da produtividade e eficiência da obra.

**Figura 2** – Modelo tradicional de processo.



**Fonte:** Koskela (1992) apud Bernardes (2003, p. 7).

A *Lean Construction* expõe conceitos que tem o objetivo de trazer benefícios, tratando-se de eficiência e produtividade colocando em práticas os seus princípios enxutos (BERNARDES, 2003).

### 3. Metodologia

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura, norteadada pela seguinte questão de pesquisa: Quais são os impactos da aplicação do *lean construction* na construção civil, seus benefícios e métodos eficientes relacionados a aspectos como o aumento da produtividade.

O objetivo foi levantar todas as hipóteses publicadas em congressos e revistas nacionais do ano de 1998 a 2014 em português, sobre o *Lean Construction* aplicado ao setor da construção civil.

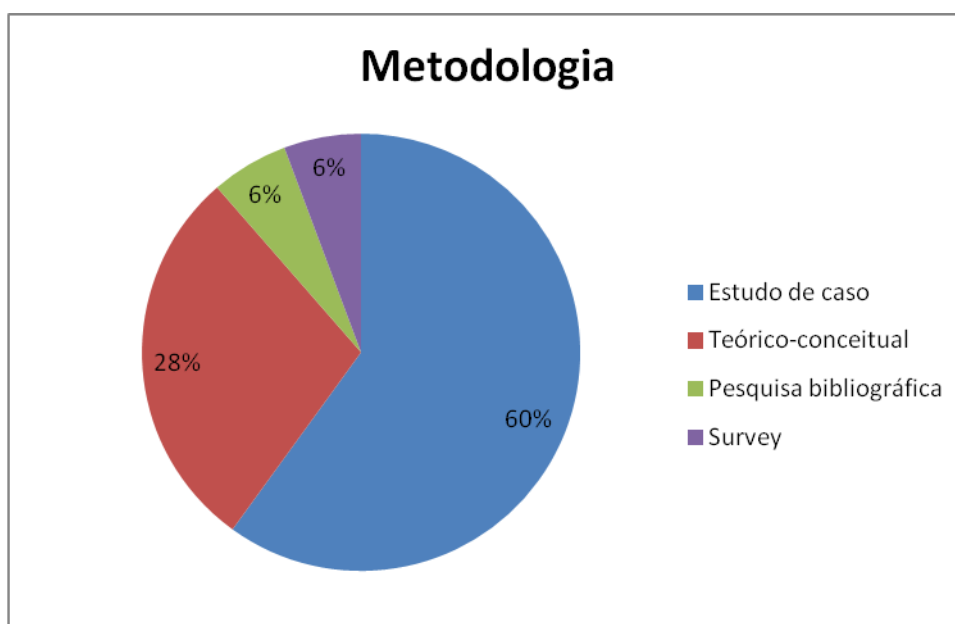
O site *google* na opção acadêmico foi utilizado como uma das fontes para a pesquisa realizada, resultando em 13 artigos selecionados através das palavras de busca “*Lean Construction*” e “Construção Enxuta”, estudos que apresentavam vínculo com a construção civil. Os anais do ENEGEP também foram utilizados como fonte para este estudo, através das palavras de busca “*Lean Construction*” e “Construção Enxuta”, foram selecionados 22 artigos por apresentarem aplicação no setor da construção civil. Ao somar os artigos selecionados nos dois veículos de busca, obtivemos 35 artigos para serem explanados.

### 4. Revisão da Literatura

Neste capítulo pretende-se abordar o levantamento de artigos propostos, buscando alcançar o objetivo deste trabalho. Através da realização da pesquisa nos veículos de busca (*Google* acadêmico e anais do ENEGEP), a mesma obteve 35 artigos com aplicações à construção civil na língua portuguesa, com publicações feitas em congresso e revistas nacionais, no período de 1998 a 2014.

O estudo de caso foi o método que mais se destacou entre os artigos estudados, tratando-se de 21 artigos (60%). O método de estudo teórico-conceitual também se destacou, representando 28% dos artigos totais. A grande utilização do método teórico-conceitual nos sugeriu a aplicação dos mecanismos propostos através de estudos de caso, adotando os conceitos dissertados no canteiro de obras. Diante da pesquisa realizada, as metodologias utilizadas foram discriminadas na Figura 3.

**Figura 3**– Metodologia utilizada nos artigos pesquisados.



**Fonte:** Autor.

Após a verificação dos objetivos dos artigos estudados, pôde-se observar que Souza et al. (2005); Francelino et al. (2006); Heineck et al. (2006); Mota e Alves (2008); Costa et al. (2009); Azevedo, Barros Neto e Nunes (2010); Souza e Brandstetter (2010); Kurek et al. (2013) e Tonin e Shaefer (2013) que utilizaram o estudo de caso como metodologia, estudaram os impactos gerados nas empresas que utilizavam os conceitos e métodos propostos pelo *Lean Construction* e representaram 42,87% dos artigos da classe.

Os artigos de pesquisa-bibliográfica de Lorenzon e Martins (2006) e Mendes Junior, Cleto e Garrido (2014) não apresentaram vínculo quanto aos temas discutidos.

Os artigos de Teixeira et al. (2004) e Oliveira, Lima e Meira (2007) foram realizados através da metodologia *Survey*, tiveram o objetivo em comum, identificar a utilização dos conceitos *Lean* nas empresas.

#### **4.2 Aplicação das ferramentas *Lean***

Nos artigos de Souza et al. (2005); Francelino et al. (2006); Mota e Alves (2008); Souza e Brandstetter (2010); Milano e Fontanini (2012) e Kurek et al. (2013) ressaltaram a utilização de ferramentas como o 5S, *Kanban* e *Andon*.



A ferramenta *Andon* também foi utilizada por estes autores e para Greenfield (2009), é considerada uma ferramenta essencial do conceito *jidoka* oriundo do STP, porque através do seu painel luminoso, informa a linha produtiva que o processo necessita ser parado por alguma irregularidade ou imperfeição, fazendo com que este sistema evite a fabricação de produtos defeituosos.

A ferramenta mapeamento de fluxo de valor foi aplicada nos trabalhos de Saurin (2000); Sales et al. (2003) e Milano e Fontanini (2012), obtiveram resultados como, a diminuição no *lead time* e no tempo de espera por equipamento/material, a eliminação de transportes desnecessários e atividades que não agregam valor ao produto.

#### **4.3 Utilização dos conceitos *Lean Construction***

Os artigos de Sales et al. (2003); Francelino et al. (2006); Costa et al. (2009); Milano e Fontanini (2012) e Mendes Junior, Cleto e Garrido (2014) destacaram a necessidade de eliminar as atividades que não agregam valor ao produto. Nos trabalhos Santos e Farias Filho (1998); Sales et al. (2003); Francelino et al. (2006) e Tonin e Shaefer (2013), utilizaram da filosofia *Lean* e definiram um novo arranjo físico para a obra, com o objetivo de eliminar desperdícios com transporte ou movimento desnecessário, que é considerado um dos sete grandes desperdícios.

Os estudos de Silva Junior e Borges Junior (2010); Azevedo, Barros Neto e Nunes (2010); Souza e Brandstetter (2010); Kurek et al. (2013); Souza e Cabette (2014); Refosco et al. (2014) e Mendes Junior, Cleto e Garrido (2014) têm como um de seus objetivos aumentar o valor do produto através da consideração de seus clientes. As pesquisas de Heineck et al. (2006); Souza e Brandstetter (2010) e Mendes Junior, Cleto e Garrido (2014) ressaltaram a aplicação do princípio do aumento da transparência (sétimo princípio da *Lean Construction*). Lima et al. (2014) abordaram a necessidade de se observar o processo como um todo.

#### **4.4 Proposta de novo modelo/método construtivo**

Quanto aos artigos que utilizaram como metodologia teórico-conceitual, em sua maioria (90%), os autores propuseram a implantação de um novo modelo/método de gestão da construção, a partir da utilização de princípios de *Lean Construction*. Os estudos de Meira et

al. (1998); Miranda Filho, Menezes e Carvalhedeo (2002); Talamini Junior e Wille (2003); Miranda et al. (2003); Lannes Junior e Faria Filho (2004); Farias Filho e C6 (2004); Milano e Fontanini (2012); Mendes Junior, Cleto e Garrido (2014) e Lima et al. (2014), apresentaram um novo conceito de gestão para a construção a partir da junção/integração da *Lean Construction* com outros modelos construtivos.

Quanto ao propósito de eliminação de desperdícios a partir da preocupação com os impactos ambientais causados pelas obras e seus componentes, somente 14,29% dos artigos estudados sendo eles de Lannes Junior e Faria Filho (2004); Farias Filho e C6 (2004); Milano e Fontanini (2012); Silva e Fontanini (2012) e Lima et al. (2014) basearam seus trabalhos neste propósito ecologicamente correto.

## 5. Conclusão

Através da realização deste trabalho foi possível observar a real necessidade de melhorar a gestão no setor da construção civil. Os benefícios quanto à utilização de recursos e eliminação de desperdícios são evidentes por meio da implantação dos conceitos, métodos e ferramentas *Lean Construction* nos empreendimentos.

Por fim, recomenda-se que para trabalhos futuros seja realizada a ampliação do campo de estudo, ao utilizar bases de dados internacionais para analisar o cenário global da aplicação da *Lean Construction*. Outro assunto que pode ser discutido em estudos futuros é a realização de estudos de caso em canteiros de obras para implantar e avaliar a aplicação dos novos métodos/conceitos construtivos propostos pelos trabalhos teórico-conceituais, uma vez que nesta revisão de literatura se apresentaram quantitativamente significativos.

## 6. Referências

AMORIM, S. R. L. **Tecnologia, organização e produtividade na construção**. 1995. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil**: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios. 1996. 206 f. Tese (Doutorado em Engenharia industrial) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

AZEVEDO, M. J., BARROS NETO, J. P.; NUNES, F. R. M. Análise dos aspectos estratégicos da implantação da lean construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza-CE. In: Simpósio de Administração

da Produção, Logística e Operações Internacionais, 13., 2010, São Paulo. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2010. p. 1-16.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

COSTA, G. S. et al. Uma discussão sobre critérios competitivos da produção em empresas que implantaram a construção enxuta. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29., 2009, Salvador. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2009. p. 1-14.

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Estudo Setorial da Construção 2012** (Estudos e Pesquisas, 65). 2012. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/estudosetorial/2012/estPesq65setorialConstrucaoCivil2012.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

FARIAS FILHO, J. R.; CÓ, F. A. A integração da Lean Construction com a Green Building no desenvolvimento de um modelo de construção civil enxuto e sustentável: o modelo Lean + Green. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 11., 2004, Bauru. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2004. p. 1-12.

FRANCELINO, T. R. et al. Melhorias de Processos com a aplicação da Filosofia Lean. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26., 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2006. p. 1-8.

GREENFIELD, R. A. B. **Desenvolvimento de um sistema Andon para sistemas de produção lean**. 2009. 59 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal.

ISATTO, E. L. et al. **Lean Construction: Diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Center for Integrated Facility Engineering – CIFE, Stanford University, Stanford – EUA, Technical Report n. 72, 1992.

KUREK, J. et al. Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora. **Revista de Arquitetura da IMED**, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p. 20-36, 2013.

LANNER JUNIOR, A.; FARIAS FILHO, J. R. O conceito Lean Green de construção: proposta de integração dos modelos Lean Construction e Green Building, aplicado à indústria da construção civil, subsector edificações. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 24., 2004, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2004. p. 1-8.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005. Título original: The Toyota way.

LIMA, Y. C. C. et al. Lean Construction e P+L como ferramenta de gestão da qualidade na construção civil: uma estratégia competitiva. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Santo André: Fundação Santo André, 2014. p. 1-14.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamento e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: S.A.; 1997.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 13., 2006, Bauru. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2006. p. 1-10.

MELLO, L. C. B. B. **Modernização das pequenas e médias empresas de Construção Civil: impactos dos programas de melhoria da gestão da qualidade**. 2007. 261 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal Fluminense, Niterói.

MENDES JUNIOR, R.; CLETO, M. G.; GARRIDO, M. C. Levantamento de estudos das interações entre Building Information Modeling (BIM) e Construção Enxuta. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 34., 2014, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2014. p. 1-13.

MILANO, C. S.; FONTANINI, P. S. P. Sistemas construtivos e tecnologias (redução de perdas e desperdícios de materiais de construção) – lean and green projects. In: Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, 2., Campinas. **Anais...** Campinas: PUC-Campinas, 2012. p. 1-6.

MOTA, B. P.; ALVES, T. C. L. Implementação do pensamento enxuto através do projeto do sistema de produção: estudo de caso na Construção Civil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2008. p. 1-9.

ROCHA, R. P. **Aplicação da técnica Lean Construction em empresas construtoras de edifícios residenciais**. 2008. 132 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo.

SALES, A. L. F. et al. Melhorias nos processos construtivos baseado no estudo dos fluxos físicos no canteiro de obra em uma empresa de Fortaleza. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 23., 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2003. p. 1-8.

SANTOS, C. A. B.; FARIAS FILHO, J. R. Construção Civil: um sistema de gestão baseada na logística e na produção enxuta. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 18., 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: Universidade Federal Fluminense, 1998. p. 1-8.

SAURIN, T. A. Identificação de perdas no serviço de alvenaria em um canteiro de obras sob a ótica do sistema de produção enxuta. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 20., 2000, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. p. 1-8.

SHINGO, S. **Sistema de produção com estoque-zero: o sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SILVA JUNIOR, O. L.; BORGES JUNIOR, C. A. Roteiro para elaboração do planejamento da produção de empreendimentos da indústria da construção civil, segundo os princípios da construção enxuta. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 7., 2010, Resende. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2010. p. 1-11.

SILVA, V. L. P. A.; FONTANINI, P. S. P. Aplicação de conceitos enxutos e sustentáveis no processo de projeto das edificações – Telhado Verde. In: Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, 2., Campinas. **Anais...** Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas, 2012. p. 1-4.

SOUZA, D. P. et al. Uma metodologia de implantação do Sistema Toyota de Produção em uma empresa de construção de edifícios a partir do suporte tecnológico do programa de inovação da construção civil do Ceará (INOVACON-CE). In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 4., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2005. p. 1-10.

SOUZA, L. S.; BRANDSTETTER, M. C. G. O. Avaliação de princípios da lean construction em construtoras goianas. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2010. p. 1-14.

TONIN, L. A. P.; SHAEFER, C. O. Diagnóstico e aplicação da lean construction em construtora. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33., 2013, Salvador. **Anais...** Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, 2013. p. 1-16.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking**: elimine o desperdício e crie riqueza. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. Título original: Lean thinking.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004. Título original: The machine that changed the world.