

## ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA LEAN CONSTRUCTION

**Isabela Neto Piccirillo (UFSCAR)**

isapiccirillo@gmail.com

**Brena Bezerra Silva (UNIFRAN)**

bezerra.brena@yahoo.com.br

**Paulo Renato Pakes (UNIFRAN)**

paulopakes@gmail.com

**Aline Patricia Mano (PUC)**

alinepatricia07@hotmail.com



*A indústria da construção civil está sofrendo problemas na produção devido ao alto desperdício, baixa produtividade, falta de coordenação e alto custo. Para melhorar o gerenciamento de obras civis, a filosofia Lean Manufacturing tem sido aplicada no setor de construção civil, sendo chamada assim de Lean Construction. Este artigo teve como objetivo investigar as principais publicações relacionadas ao Lean Construction. O método utilizado foi a análise bibliométrica, feita com os softwares Sci<sup>2</sup> e Gephi. Os resultados encontrados das cinco referências mais citadas são Ballard (2000), Ballard e Howell (1998), Womack e Jones (1996), Thomas et al. (2002) e Tommelein, Riley e Howell (1999). Além das referências mais citadas também foi identificado os grupos de co-citação formados, que apontaram como os principais fatores da queda de produtividade e aumento da variabilidade na construção foram força de trabalho, identificação de falhas, padronização do trabalho, análise do custo do projeto e garantia de fluxo contínuo do projeto.*

*Palavras-chave: Construção Civil; Gerenciamento de obras; Lean Manufacturing; Lean Construction.*

## 1. Introdução

A indústria da construção civil está sofrendo problemas na produção devido ao alto desperdício, baixa produtividade, falta de coordenação e alto custo (PEREIRA et al., 2015). O retrabalho é um dos fatores primários que contribuem para o mau desempenho e produtividade na construção civil (LOVE; ZAHIR; DAVID, 2003). De acordo com estudos realizados por Koskela, 30% da construção é retrabalho e pelo menos 10% dos materiais são desperdiçados.

Os sistemas produtivos procuram por meio de conceitos *Lean Manufacturing* adotam medidas para a redução de perdas, ao mesmo passo que vem aumentar a flexibilidade de produção, bem como garantir produtos com padrão de qualidade aceitável. A adoção dessas medidas acaba por aproximar o cliente da organização, de maneira que encurta o *lead time* de produção, atendendo suas necessidades de forma competitiva e acarretando também em uma redução de custos de produção (SILVEIRA; MANO, 2016).

Desta maneira, o *lean construction* se torna uma abordagem viável para lidar com esta situação (WAN MUHAMMAD; ISMAIL; HASHIM, 2013). O conceito do *lean construction* é baseado no Koskela (1992) que adapta a filosofia *Lean* para construção civil. O objetivo é a eliminação de desperdício, agregando mais as necessidades e demandas do cliente por meio de melhorias nos processos de engenharia e da sua construção (AZIZ; HAFEZ, 2013).

Segundo Lean Construction Institute (2016), o *Lean Construction* se estende desde os objetivos de um sistema de produção enxuta, maximizar o valor e minimizar o desperdício, a técnicas específicas de construção para entrega do projeto. De acordo com Marhani et al. (2013), o *Lean Construction* é uma excelente filosofia de gestão, que pode ser aplicada no processo de construção para alcançar o objetivo do projeto, eliminando desperdícios.

Diante da aplicação do *Lean* no setor de construção e dos resultados para o eficiente gerenciamento de obras, é de grande utilidade investigar as principais referências que divulgaram sobre o tema. Uma maneira de chegar a esse resultado é por meio da análise bibliométrica.

O princípio da bibliométrica é analisar a atividade científica por técnicas e estudos quantitativos das referências, desenvolvendo padrões e modelos matemáticos (HAYASHI et

al., 2005). Segundo Vanti (2002), a bibliometria é uma técnica quantitativa de pesquisa que tem o objetivo de classificar e mensurar a produtividade de autores em um determinado tema.

Assim, esse artigo tem como objetivo investigar as principais referências sobre o *Lean Construction* e os fatores da construção civil relacionados aplicação do *Lean*. Mediante o resultado dessa análise será possível identificar os temas, as principais referências e os conjuntos de referências relacionados ao *Lean Construction*.

## 2. Filosofia *Lean*

Em português, *Lean Manufacturing* quer dizer Manufatura Enxuta, também é possível ser chamada de Sistema Toyota de Produção (STP), por essa filosofia ter sido desenvolvida na empresa Toyota. O *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta teve sua divulgação em massa pelo *best-seller* “A máquina que mudou o mundo”, escrito por Womack e Jones em 1992 que divulga o resultado de uma pesquisa entre empresas do setor automobilístico para a avaliação e comparação do desempenho das mesmas. Esse termo foi formado através de um projeto de pesquisa do Instituto Massachussets de Tecnologia (MIT), realizado pelo integrante John F. Krafcik, que compreendeu as principais características da produtividade entre diversos sistemas de produção automobilísticos.

Segundo Womack e Jones (1998), *muda* é uma palavra japonesa que significa desperdício, isto é, mas não cria valor. No intuito de eliminar os desperdícios existentes, os princípios *Lean* conduzem a maneira de fazer mais e mais com menos, em outras palavras significa fazer cada vez mais com cada vez menos - menos esforço humano, menos equipamentos, menos tempo e menos espaço. Os cinco princípios são:

- Especifique o Valor – consiste em identificar as características que criam valor, isto é, identificar o valor definido pelo cliente final. Deve-se começar definir precisamente valor em termos de produtos específicos com capacidades específicas oferecidas a preços específicos através de diálogo com clientes específicos.
- Identifique a Cadeia de Valor – consiste na identificação da sequência de atividades que agregam valor. A cadeia de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto específico a passar pelas três tarefas gerenciais críticas: tarefa de solução de problemas, tarefa de gerenciamento da informação e tarefa de transformação física.

- Fluxo - Garantir que as etapas fluam, uma vez que o fluxo de valor é mapeado, o próximo passo é fazer as atividades fluírem, isto é, garantir o movimento contínuo até o final do processo.
- Produção Puxada – projetar, programar e fabricar exatamente o que o cliente (interno ou externo) solicitar, isto é, fazer o que os clientes lhe dizem que precisam. Dessa forma, o cliente estará *puxando* o produto, quando necessário.
- Perfeição - Aperfeiçoamento contínuo de todas as atividades da empresa na busca da excelência.

Segundo Ohno (1997), a produção enxuta almeja a eliminação dos desperdícios, que podem ser definidos como qualquer atividade que não cria valor para o cliente final. Por esta razão, são utilizados indicadores de desempenho com a finalidade de avaliar a qualidade industrial do processo e dos produtos, o inventário dos estoques em processo, a produtividade da célula, o tempo de fabricação, satisfação do cliente, entre outros. Com isso, qualquer esforço que não tenha como fim a criação de valor para o cliente é considerado um desperdício, esses desperdícios foram classificados em sete categorias: espera, defeitos, superprocessamento, transporte, movimentação, excesso de estoque e excesso de produção.

É possível aplicar os conceitos de manufatura enxuta no setor de construção. Para isso, é preciso enxergar quem são os fornecedores, quais são os produtos e os processos. É um desafio maior, pois nesse setor os clientes também participam da formação do produto (o oferecimento do serviço) e dessa forma, contribuem diretamente para a qualidade final.

São utilizados os cinco princípios lean já explicados anteriormente para a realização de projetos arquitetônicos (valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada, perfeição) e onze critérios que precisam ser associados para a aplicação do *lean* na construção civil (KOSKELA, 1992):

1. Redução das atividades que não agregam valor: Na construção civil, existem três causas principais que são a má construção, gestão e desperdícios.
2. Aumento do valor do produto por meio da consideração das necessidades do cliente: A identificação dos clientes e suas opiniões aumentam a produtividade e o valor do produto final.

3. Redução das variabilidades do processo: Sob perspectiva do cliente, um produto uniforme é melhor. Além disso, a variabilidade aumenta o volume de atividades que não agregam valor.
4. Redução do tempo de ciclo: Este critério objetiva diminuir tanto o tempo de armazenamento quanto os movimentos no canteiro de obra.
5. Simplificação por meio da redução do número de etapas: Na construção civil, este critério de simplificação é a erradicação das atividades sem valor e minimização de algumas etapas com poucos valores.
6. Aumento da flexibilidade na execução: Pode ser aplicada pela minimização das etapas, reduzindo a dificuldade de construção e alterações.
7. Aumento do processo de transparência: Processo claro e simples por meio de uma transparência de informações do projeto da construção.
8. Foco no controle do processo global: Para este critério é importante o desenvolvimento de avaliações, listas de verificação e indicadores de desempenho.
9. Melhoria contínua no processo. É importante esforços e recompensas pelas melhorias atribuídas pelos colaboradores.
10. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões: Quanto mais complexo o processo, maior o impacto na melhoria do fluxo e da conversão.
11. Benchmarking: É importante para identificar a posição da empresa e as possíveis oportunidades de melhoria.

Além disso, segundo Paez et al. (2005), é importante seguir técnicas como: engenharia simultânea (execução paralela de diversas atividades), último plano (responsáveis pelo controle e planejamento), reuniões diárias (compartilhar o que foi alcançado e suas dificuldades), sistema Kanban (sistema puxado dos materiais), ferramentas de qualidade (controle de qualidade) e inspeção visual (fácil identificação dos gargalos)

Segundo Arbulu e Todd (2006), a aplicação do *lean construction* pode oferecer benefícios como gerar maior valor tanto ao cliente com a agregação de valores quanto ajudar o empreiteiro a melhorar os processos e entrega do projeto, aumentar a produtividade por meio da melhoria de planejamento, reduzir o custo, melhorar a qualidade e segurança, fornecer

confiabilidade, responsabilidade, segurança no ambiente do projeto e incentivar a melhoria contínua.

### 3. Método de Pesquisa

A análise bibliométrica pode ser feita por meio de análises de citação e co-citação. Utilizando a análise de citação, pode-se examinar o crescimento das citações ao longo de um período de tempo de interesse, para ter noção de quando os principais artigos na área foram escritos, como foi a sua popularidade ao longo do período e se um artigo ainda é utilizado por pesquisadores atuais. A análise de co-citação é um complemento para identificar as relações entre os autores, referências, temas, *journals*, palavras-chave ou métodos de pesquisa, ilustrando agrupamentos estruturais dessas relações e a forma como esses grupos se relacionam uns com os outros (PILKINGTON; MEREDITH, 2009).

A análise bibliométrica foi realizada mediante os *softwares* bibliométricos Sci<sup>2</sup> e o Gephi. O *software* Science of Science (Sci<sup>2</sup>) é um conjunto de ferramentas que modula e projeta grafos geoespaciais e tópicos de rede temporais para o estudo da ciência (SCI<sup>2</sup> TEAM, 2009). O Gephi é um *software* para a visualização e análise de grandes gráficos redes. Por meio deste *software* é possível explorar, manipular, analisar, construir *clusters* e exportar gráficos de rede (BASTIAN; HEYMANN; JACOMY, 2009). Esses dois *softwares* se complementam. Os comandos de análise bibliométrica são feitos no *software* Sci<sup>2</sup>, que posteriormente gera o grafo no *software* Gephi.

Os dados de entrada para a análise bibliométrica foram obtidos por meio da pesquisa *on line* na base de dados científica *ISI Web of Knowledge*, na principal coleção *Web of Science* (WOS). Esta base foi escolhida, pois permite o *download* da pesquisa em formato compatível com os *softwares* utilizados.

Foi feita uma pesquisa, em maio de 2016, na base de dados *Web of Science* com a palavra chave “*Lean Construction*”. O resultado inicial foi de 225 referências. Foi feito um refinamento de “Tipos de documentos”, pesquisando somente artigos, “Áreas de Pesquisa”, considerando somente as áreas: *Engineering, Construction Building Technology, Architecture, Business Economics e Operations Research Managment*”, pois estão relacionadas com o tema engenharia de produção e engenharia civil. Além disso, foi feito um refinamento de idiomas, considerando as referências em inglês. Após isso, o resultado final foi de 98 referências.

As 98 referências resultantes foram salvas em formato de texto e importadas para os *softwares* bibliométricos. A seguir serão apresentados os resultados encontrados após a análise dos *softwares*.

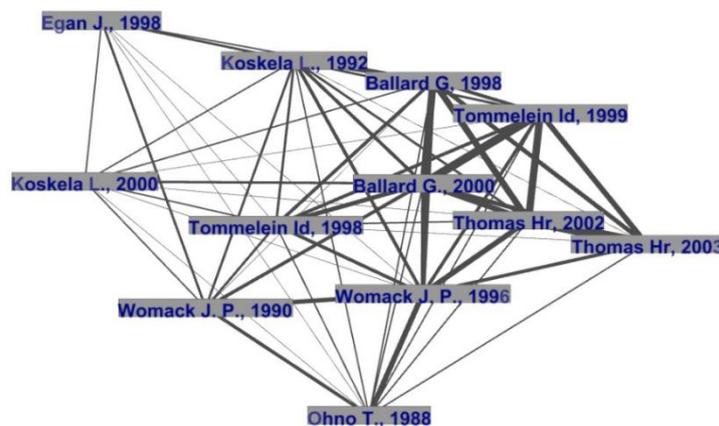
#### 4. Resultados

Os dados em formato de texto foram importados para o *software* Sci<sup>2</sup> e Gephi. Por meio desses *softwares* é possível obter dois tipos de grafos de co-citação. Um grafo pode ser feito por meio do comando *Co-citation Similarity Network*, que encontra as redes de similaridade de referências baseado na citação. Outro grafo de co-citação pode ser feito utilizando o comando Extract Reference Co-Occurrence (Bibliographic Coupling) Network, que as redes de similaridade extraíndo a semelhança entre nós, por meio da força dirigida do algoritmo DRL (SCI2 TEAM, 2009).

O resultado encontrado foi de 2452 nós e 58583 arestas. Para melhor visualização do grafo foi necessário reduzir o número de nós encontrados, para garantir que as principais referências fiquem em destaque. O intervalo de grau refinou as referências com pelo menos 249 nós.

A Figura 1 apresenta o grafo feito com base no comando *Co-citation Similarity Network*.

Figura 1 – Grafo com base nas referências mais citadas



O grafo da Figura 1 apresentou um conjunto de doze referências que são um *cluster* de co-citação. *Clusters* de co-citação são agrupamentos de artigos gerados para identificar temas e tendências no tempo (CHEN, 2006). Os *clusters* são formados no *software* de acordo com a semelhança de assuntos dos artigos que o compõe (CHEN; IBEKWE-SANJUAN; HOU, 2009). Isso quer dizer que as referências que aparecem no grafo possuem um assunto semelhante, que o *Lean Construction*. O *software* não conseguiu separá-las em mais de um grupo de assunto.

Ao se pesquisar sobre o tema *Lean Construction* é possível que esse conjunto de referências seja citado. As referências apresentadas abordam sobre melhores práticas de gerenciamento da produção na construção civil e a utilização da filosofia *Lean* no setor de construção civil. São apresentadas características relacionadas ao *Lean Manufacturing* e a adaptação da filosofia no setor de construção.

As referências apresentadas na Figura 1 foram organizadas pela frequência de citação, isto é, pela quantidade de vezes citadas. O Quadro 1 apresenta as doze referências mais citadas.

Quadro 1 – Frequência de Citação

Referências	Frequência de Citação
<b>Ballard (2000)</b>	26
<b>Ballard e Howell (1998)</b>	22
<b>Womack e Jones (1996)</b>	18
<b>Thomas et al. (2002)</b>	17
<b>Tommelein, Riley e Howell (1999)</b>	16
<b>Thomas et al. (2003)</b>	15
<b>Koskela (1992)</b>	14
<b>Tommelein (1998)</b>	13
<b>Ohno (1997)</b>	13
<b>Womack, Jones e Roos (1990)</b>	12
<b>Koskela (2000)</b>	9
<b>Egan (1998)</b>	8

A referência mais citada é Ballard (2000). Trata-se de uma tese de doutorado sobre a gestão de projetos que conduziu um estudo de múltiplos casos em empresas de construção para testar o modelo no gerenciamento de projetos.

A segunda referência mais citada é Ballard e Howell (1998), que se refere a um artigo que aborda sobre melhores formas de controlar a produção no contexto da construção civil. Segundo Ballard e Howell (1998), para fazer esse controle é necessário entender o que é planejamento e controle nesse contexto. Em construção, "planejamento" é a produção de orçamentos, cronogramas e outra especificação detalhada dos passos a serem seguidos e as restrições a serem obedecidas na execução do projeto. Já o "controle" é realmente um modelo de controle de projeto, não controle de produção, por meio de controle durante a aplicação dos compromissos contratuais, mesmo quando o contrato existe sob a forma de uma divisão de responsabilidades entre as unidades da mesma organização.

A terceira referência mais citada é Womack e Jones (1996), um livro sobre o *Lean Manufacturing*, filosofia japonesa, que explica os princípios, como criar valor para a empresa, garantir o fluxo do valor e redução dos desperdícios da produção, conforme explicado na seção 2 deste artigo.

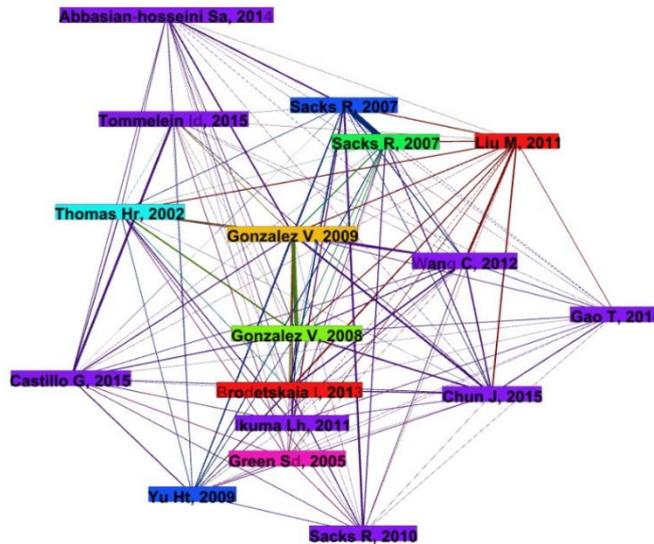
A quarta referência mais citada é Thomas et al. (2002), um artigo que investiga a relação entre a variabilidade e desempenho do projeto de construções para testar como a redução da variabilidade de saída irá resultar em melhor desempenho de trabalho. Essa referência conclui que o *Lean Manufacturing* deve ser redirecionado para os recursos de gerenciamento de força de trabalho, adaptando-se para reduzir a variabilidade da produtividade do trabalho, em vez de reduzir a variabilidade somente nos resultados finais.

A quinta referência mais citada é Tommelein, Riley e Howell (1999), que é um artigo que apresenta um método chamado *Parade Game*. De acordo com Tommelein, Riley e Howell (1999), o *Parade Game* consiste em simular um processo de construção em que os recursos produzidos por um intercâmbio são pré-requisitos para o trabalho executado pelo próximo intercâmbio. O método mostra que é possível reduzir o desperdício e encurtar a duração do projeto, reduzindo a variabilidade no fluxo de trabalho entre os intercâmbios.

Essas foram as cinco referências mais citadas sobre *Lean Construction*. Pode-se perceber que as referências apresentam sobre como implantar o *Lean Manufacturing* na construção e melhorar o gerenciamento dos projetos. Também foi apresentada referência sobre a filosofia *Lean*.

A seguir será apresentado o resultado do grafo utilizando o recurso *Bibliografy Coupling Similarity Network*. O grafo da Figura 2 foi formado utilizando o recurso *Bibliografy Coupling Similarity Network*. O conjunto de artigos está separado por cores, as cores iguais indicam as referências que são citadas em conjunto.

Figura 2 – Referências citadas em conjunto



O primeiro conjunto de referências formado é composto pelas referências Sacks et al (2010), Tommelein, Riley e Howell (1999), Abbasian-hosseini, Nikakhtar e Ghoddousi (2014), Wang et al. (2012), Gao et al. (2014), Ikuma, Nahmens e James (2011) e Castillo et al. (2015). Esse conjunto de referências discute sobre como o *Lean Manufacturing* pode melhorar a produtividade. Dentre as referências, Sacks et al (2010) e Castillo et al. (2015) discutem sobre melhoria da produtividade no setor de agricultura e mineração, respectivamente, o que foge do tema construção civil. Contudo, todas as outras referências de fato discutem sobre o *Lean Construction*. No geral, é sugerido que para melhorar a construção civil é necessário focar na redução da variabilidade e aumento da produtividade dos projetos por meio do gerenciamento da força de trabalho, dos atrasos e dos custos.

O segundo grupo de referências é composto por Yu et al. (2009) e Sacks, Esquenazi e Goldin (2007), que focam em análises de projetos. Essas duas referências discutem sobre o *Lean* na construção de apartamentos e casas domiciliares, propondo redução de atrasos e melhoria da qualidade. A referência Yu et al. (2009) utiliza o Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM, do inglês *Value Stream Mapping*) para análise do processo de desenvolvimento dos projetos e aplicação do *Lean*. Já a referência Sacks, Esquenazi e Goldin (2007) simulou os processos de desenvolvimento do projeto para identificar falhas e propor fluxo contínuo do processo.

O terceiro grupo de referências é composto por Liu et al. (2011) e Brodetskaia, Sacks e Shapira (2012), que analisam a produtividade do trabalho nos projetos de construção civil. A referência Liu et al. (2011) faz seu estudo focado na relação entre a produtividade e a proporção de conclusão da tarefa total a tarefas planejadas, carga horária semanal, a produção

semanal de trabalho e horas de trabalho semanais. Já a referência Brodetskaia, Sacks e Shapira (2012) foca na qualidade do acabamento das obras analisando variações nas quantidades de trabalho, mudanças de clientes e falta de previsibilidade da capacidade de produção de negócios de subcontratação.

Esses foram os grupos formados com mais de uma referência. O estudo sobre *Lean Construction* apresentou que há uma investigação sobre a melhoria da produtividade e redução da variabilidade focando nos fatores força de trabalho, identificação de falhas, padronização do trabalho, análise do custo do projeto e garantia de fluxo contínuo do projeto.

## 5. Conclusão

Esse artigo teve como objetivo fazer uma análise bibliométrica sobre *Lean Construction*. A análise realizada identificou as referências mais citadas sobre o tema, que são Ballard (2000), Ballard e Howell (1998), Womack e Jones (1996), Thomas et al. (2002) e Tommelein, Riley e Howell (1999). Esse resultado pode ajudar a acadêmicos e profissionais conhecerem as principais referências sobre o tema, dando assim diretrizes para leitura e/ou aplicação do *Lean Construction*.

Além das referências mais citadas também foi identificado os grupos de co-citação formados. No geral, os grupos abordaram sobre a melhoria da produtividade e qualidade e redução da variabilidade nos projetos de construção civil. Os principais fatores abordados pelas referências foram força de trabalho, identificação de falhas, padronização do trabalho, análise do custo do projeto e garantia de fluxo contínuo do projeto. Esse resultado infere que a filosofia *Lean Manufacturing* pode ser implantada na construção civil, melhorando-a por meio desses fatores.

## REFERÊNCIAS

ABBASIAN-HOSSEINI, S. A.; NIKAKHTAR, A.; GHODDOUSI, P. Verification of lean construction benefits through simulation modeling: A case study of bricklaying process. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 18, n. 5, p. 1248–1260, 2014.

ARBULU, R.; TODD, Z. **Implementing Lean In Construction: How To Succeed** Proceedings IGLC-14. **Anais...**Santiago, Chile,: 2006

AZIZ, R.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. **Alexandria Engineering Journal**, p. 679–695, 2013.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of**

**Construction engineering and Management**, v. 124, n. 1, p. 11–17, 1998.

BALLARD, H. G. **The last Planner System of Production Control**. [s.l.] University of Birmingham, 2000.

BASTIAN, M.; HEYMANN, S.; JACOMY, M. Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. **International AAAI Conference on Weblogs and Social Media**, p. 32, 2009.

BRODETSKAIA, I.; SACKS, R.; SHAPIRA, A. Stabilizing Production Flow of Interior and Finishing Works with Re- Entrant Flow in Building Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. June, p. 445, 2012.

CASTILLO, G. et al. Implementing Lean Production in Copper Mining Development Projects : Case Study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 141, n. 1, p. 1=11, 2015.

CHEN, C.; IBEKWE- SANJUAN, F.; HOU, J. The strcture and dynamics of co-citation clusters: a multiple perspective co-citation analysis. **Journal of American Society for information science and technology**, 2009.

EGAN, J. **Rethinking ConstructionThe report of the construction task force**. United Kingdom: [s.n.]. Disponível em:

<<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:RETHINKING+CONSTRUCTION#0>>.

GAO, T. et al. Proactive Productivity Management at Job Sites: Understanding Characteristics of Assumptions Made for Construction Processes during Planning Based on Case Studies and Interviews. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 1, n. 3, p. 1–11, 2014.

IKUMA, L. H.; NAHMENS, I.; JAMES, J. Use of Safety and Lean Integrated Kaizen to Improve Performance in Modular Homebuilding. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 137, n. 7, p. 551–560, 2011.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy To Construction**. Finland: [s.n.].

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. **Lean Construction Institute**. Disponível em:  
<<http://www.leanconstruction.org>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

LIU, M. et al. Work Flow Variation and Labor Productivity : Case Study. **Journal of Management in Engineering**, n. October, p. 236–242, 2011.

LOVE, I.; ZAHIR, E.; DAVID, L. Learning to reduce rework in projects: analysis of firm’s organizational learning and quality practices. **Project Management Journal**, p. 13–25, 2003.

MARHANI, M. A. et al. Sustainability Through Lean Construction Approach: A Literature Review. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 101, p. 90–99, 2013.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAEZ, O. et al. Moving from lean manufacturing to lean construction: Toward a common sociotechnological framework. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, v. 15, n. 2, p. 233–245, 2005.

PEREIRA, A. M. et al. **Aplicação Da Construção Enxuta (Lean Construction) Na Construção Civil** Encontro

Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. **Anais...**Fortaleza, CE: 2015

PILKINGTON, A.; MEREDITH, J. The evolution of the intellectual structure of operations management—1980–2006: A citation/co-citation analysis. **Journal of Operations Management**, v. 27, n. 3, p. 185–202, jun. 2009.

SACKS, R.; ESQUENAZI, A.; GOLDIN, M. LEAPCON: Simulation of Lean Construction of High-Rise Apartment Buildings. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 133, n. 7, p. 529–539, 2007.

SACKS, W. J. et al. Crop planting dates: An analysis of global patterns. **Global Ecology and Biogeography**, v. 19, n. 5, p. 607–620, 2010.

SCI2 TEAM. **Science of Science (Sci2) Tool, Indiana University and SciTech Strategies**. Disponível em: <<https://sci2.cns.iu.edu>>. Acesso em: 1 jan. 2015.

SILVEIRA, L. P.; MANO, A. P. Identificação das práticas de construção enxuta em cinco empresas do sul da Bahia. **Journal of Lean Systems**, v. 1, n. 1, p. 17–30, 2016.

THOMAS, H. R. et al. Reducing Variability to Improve Performance as a Lean Construction Principle. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, n. 2, p. 144–154, 2002.

TOMMELEIN, I. D.; RILEY, D. R.; HOWELL, G. A. Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Trade Performance. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 5, p. 304–310, 1999.

WAN MUHAMMAD, W. M. N.; ISMAIL, Z.; HASHIM, A. E. **Exploring lean construction components for Malaysian construction industry** 2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC). **Anais...IEEE**, abr. 2013 Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=6560091>>

WANG, C. et al. Key Relational Contracting Practices Affecting Performance of Public Construction Projects in China. **Journal of construction engineering and management**, n. March, p. 1–12, 2012.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. New York, NY: Productivity Press, 1996.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production**. [s.l: s.n.].

YU, H. et al. Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 135, n. 8, p. 782–790, 2009.