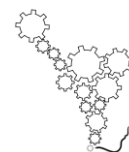




www.relainep.ufpr.br



IMPACTS OF LEAN CONSTRUCTION METHODOLOGY IMPLEMENTATION IN BRAZIL

IMPACTOS DA IMPLEMENTAÇÃO METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NO BRASIL

Matheus B. de Góes¹✉, Claudiano L. Rioga¹, Isadora L. de A. Campos¹, Irce F. G. Guimarães¹

¹Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais/MG, Brasil

✉ matheusbarreto@hotmail.com

Recebido: 05 abril 2021 / Aceito: 28 novembro 2021 / Publicado: 15 dezembro 2021

ABSTRACT

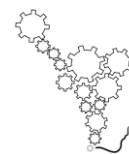
The civil construction sector is economically considered one of the most relevant for the country, this branch has undergone significant changes in the construction processes and production management, however, until now, desirable solutions have not yet been found for issues such as practicality and cost reduction. The Lean Construction methodology emerges as an attempt to enhance the productivity of this sector. This work makes a bibliographic analysis of the conception of this method, as it happened its origin and growth, presenting a brief characterization pointing out some of its principles. A contextualization of the civil construction productivity scenario is also made in Brazil and in the world, and through this how Lean Construction can act to improve these numbers. A step-by-step demonstration of how to act on the implementation of the method within a company is demonstrated, with the definition of the stages and the participating agents. Finally, excerpts from interviews with companies that use different degrees of implementation of this system are presented, as well as exploring some of these results, with proposals for improvements through the use of some tools that may be useful for the full application of Lean Construction.

Keywords: Lean Construction, Lean Production, Lean Manufacturing, Productivity, Civil Construction

RESUMO

O setor da construção civil é economicamente considerado um dos mais relevantes para o país, esse ramo tem passado por mudanças relevantes nos processos construtivos e gerenciamentos de produção, no entanto, até o momento ainda não se encontrou soluções desejáveis para questões como praticidade e redução de custos. A metodologia *Lean Construction* surge como uma tentativa para potencializar a produtividade deste setor. Este trabalho faz uma análise bibliográfica da concepção deste método, como se deu a sua origem e crescimento, apresentando uma breve caracterização apontando alguns de seus princípios. Também é feita uma contextualização do cenário da produtividade da construção civil no Brasil e no mundo, e através disso como o *Lean Construction* pode atuar para melhorar esses números. É demonstrado um passo a passo de como se deve agir, a respeito da implementação do método dentro de uma empresa, com a definição das etapas e dos agentes participantes. E por fim são apresentados trechos de entrevistas realizadas com empresas que utilizam diversos graus de implantação deste sistema, e também explorando alguns destes resultados, com propostas de melhorias através da utilização de algumas ferramentas que podem ser úteis para a total aplicação do *Lean Construction*.

Palavras-chave: Lean Construction, Produção Enxuta, Lean Manufacturing, Produtividade, Construção Civil



1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil é economicamente considerado um dos mais relevantes para o Brasil. Conforme Moraes (2020), esse ramo tem passado por mudanças relevantes nos processos construtivos e gerenciamentos de produção, no entanto, até o momento ainda não se encontrou soluções desejáveis para questões como praticidade e redução de custos. Para Koskela (1992), o quesito qualidade na construção civil é considerado insatisfatório, devido à existência de inúmeros problemas como, por exemplo, mão-de-obra escassa uma vez que as condições de trabalho se encontram abaixo dos demais setores. Diante disso, inúmeras soluções surgiram, entre elas a industrialização por meio da pré-fabricação, além dessa, uma inovadora filosofia de produção, que se fundamenta não só na automação e em tecnologia da informação, mas salienta a relevância de teorias básicas e dos princípios que estão relacionados aos processos de produção.

O modo de construir predominante no Brasil, conforme Vendramini et al. (2011), produz uma elevada taxa de desperdícios. Para Bernardes (2010), a melhor forma de desenvolvimento do ambiente produtivo é concentrar no reconhecimento das perdas, por meio de análise das causas que geram os desperdícios e executar ações visando diminuir ou eliminar estas causas geradoras.

A partir desta premissa, em meados da década de 1950 surge um conceito inovador para impactar no sistema de produção de automóveis, desenvolvida pela Toyota, indústria automobilística do Japão, denominado Toyotismo. Fundamentado em uma menor quantidade de mão de obra com estoque e matéria reduzidos. Em decorrência deste modo de produzir manifesta-se o que é chamado de novo pensamento de produção, ou também *Lean Production* (KOSKELA, 1992). A cultura *Lean* utiliza conceitos com o intuito de eliminar o desperdício ao longo dos processos das indústrias. Para que isso ocorra é necessário a aplicação de ferramentas e técnicas de controle de qualidade. Womack, Jones & Roos (1990) definem *Lean Manufacturing* como uma estratégia que compatibiliza a produção em grande escala com os benefícios da produção artesanal, atribuindo maleabilidade ao sistema, o que não é possível na produção em grande escala, evitando desta forma os altos custos da artesanal. Ressaltam também que o sistema surgiu devido às ideias convencionais para o desenvolvimento industrial pareciam não terem êxito.



A partir desse pensamento originou-se a filosofia *Lean Construction*, uma ramificação do *Lean Manufacturing* que se adequava às necessidades da construção civil (Lorenzon & Martins 2006). Alguns dos principais objetivos listados por Koskela (1992) para a construção enxuta são: diminuir o tempo de trabalho, agilizar o processo de construção, melhorar o planejamento e o gerenciamento de obras e reduzir gastos.

A partir do contexto tratado acima, tem-se como objetivo do trabalho a apresentação histórica por meio da seleção de uma revisão bibliográfica da filosofia *Lean* direcionada ao setor da construção civil no cenário brasileiro apontando os desafios para sua implementação.

2 MÉTODO

Como metodologia este trabalho possui uma análise bibliográfica, que reúne dissertações e artigos no que tange o objeto de estudo, criando arcabouço teórico para posterior análise das consequências da implementação da metodologia *Lean Construction* no Brasil.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION*

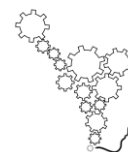
O conceito *Lean* veio à tona com o sistema Toyota de produção e algumas práticas japonesas, com o intuito de diminuir o tempo entre o pedido e o produto final entregue ao consumidor através da redução de desperdícios. O objetivo desse novo conceito era a eliminação dos desperdícios através de uma abordagem prática, visando a diminuição dos custos de produção, mas com o aumento da qualidade do produto final (CASTRO, GUEDES & TROMBINE, 2019 apud SANCHES, 2015).

Segundo Womack et al. (1990) apud Castro et al. (2019) define-se produção enxuta por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo.

A *Lean Construction* é então a adaptação da *Lean Production* para a indústria da construção, gerada em 1990, tendo como marco fundamental a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry*, sendo em seguida



www.relainep.ufpr.br



criado o IGLC – *International Group for Lean Construction* (KOSKELA, 1992 apud CASTRO et al. 2019).

Em resumo, a construção enxuta, visa a ser mais organizada, definida e de menor custo, o ponto-chave é identificar as etapas que não agregam valores para o produto final.

Costa (2018) aponta que a *Lean Construction* vem trazer como principal modificação conceitual um modelo de processos que passa a considerar que não apenas as atividades de conversão são essenciais ao processo de produção mas também as atividades de fluxo. Tais atividades chamadas de fluxo acontecem naturalmente e são definidas pela movimentação dos operários nos canteiros de obras, e tempo de espera por materiais nos postos de trabalho, por retrabalhos e verificações.

De acordo com Womack & Jones (1996) apud COSTA (2018), o pensamento *lean* têm cinco princípios:

1) Definição de valor: Muitas vezes distorcidos dentro de uma companhia, pois os engenheiros ou outros experts corriqueiramente adicionam complexidade onde os clientes não estão interessados (desperdício).

2) Identificação do fluxo de valor: A identificação do fluxo de valor é referente a todos os passos necessários para que um produto chegue até o cliente. Caso os departamentos não se comuniquem entre si, por exemplo, a duplicação de procedimentos poderá ser um problema.

3) Fluxo: O fluxo é fazer o “passo-a-passo” dos procedimentos necessários para a criação de algum produto/serviço fluírem de forma que não haja desperdício.

4) Produção puxada: O consumidor “puxa” o produto, ou seja, vende-se um produto e, portanto, faz-se um produto.

5) Melhoria Contínua: Não há limite para a busca de redução de tempo, espaço, custos e erros.

O pensamento pode ser exemplificado pela seguinte imagem:

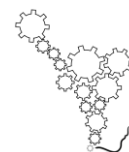
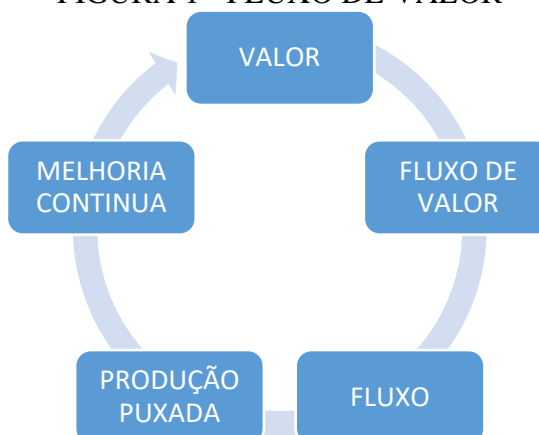


FIGURA 1 - FLUXO DE VALOR



FONTE: Criado pelo autor (2020)

Já para Souza e Cabette (2018) apud Lauri Koskela (1992), o *Lean Construction* é baseado em onze princípios:

1) Reduzir a parcela de atividade que não agrega valor - (por exemplo, excesso de funcionários apenas em um setor ao invés de priorizar uma divisão eficaz que englobe todas as áreas de uma construção);

2) Acrescentar o valor do produto pela consideração das necessidades de cada cliente (Entendendo que o cliente paga o preço por um valor “x” de acordo com as suas necessidades e sua satisfação);

3) Redução na variabilidade (variações e/ou mudanças);

4) Redução no tempo dos ciclos;

5) Simplificação dos processos pela redução do número de passos ou partes;

6) Aumento da flexibilidade de saída;

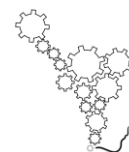
7) Aumento da transparência do processo;

8) Focar o controle no processo global (utilizando o método “partes” somadas para um “todo” produtivo);

9) Estabelecer melhorias contínuas no processo;

10) Introduzir otimização dos fluxos com a melhora das conversões;

11) Fazer “*benchmarking*” (processo utilizado nos EUA que utiliza a comparação de produtos, serviços, práticas empresarial e é um importante instrumento de gestão de pessoas).



A filosofia *Lean* é recente no ramo da construção civil, por conta disso, grande parcela da indústria da construção civil não tem conhecimento de suas ferramentas e de seus benefícios. No entanto, entre os que conhecem, foi percebido uma melhora na segurança, na satisfação dos clientes, na qualidade da construção, na redução do tempo, na produtividade, na lucratividade e no melhor gerenciamento de riscos. (MCGRAW HILL CONSTRUCTION, 2013 apud COSTA, 2018). A Figura 2 demonstra as melhorias percebidas entre os que praticam um alto e médio nível de *Lean*.

FIGURA 2 - BENEFÍCIOS REPORTADOS PRATICANTES DO *LEAN CONSTRUCTION*



FONTE: Mcgraw Hill Construction (2013)

Costa (2018) apud Lean Institute Brasil (2018), afirma que o *Lean* vem mudando a maneira como se projeta e executa obras. A redução de custo e tempo nesse setor é fruto das ferramentas citadas acima. São vários Stakeholder na construção civil: construtora, fornecedoras, funcionários e contratantes. Fazer um gerenciamento onde o objetivo é fornecer o máximo de valor à construção é sempre um desafio.

3 CENÁRIO PRODUTIVO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo análise de Costa (2018), sobre um estudo realizado pela empresa de consultoria Mckinsey (2017) a taxa de produtividade da indústria voltada à construção civil teve uma média de crescimento anual de 1%, nos últimos vinte anos (1997-2017), enquanto que a taxa de produtividade da economia mundial teve uma média de 2,8% ao ano e 3,6% no caso da indústria manufatureira. A Figura 3 ilustra a diferença de produtividade entre os setores.

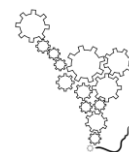
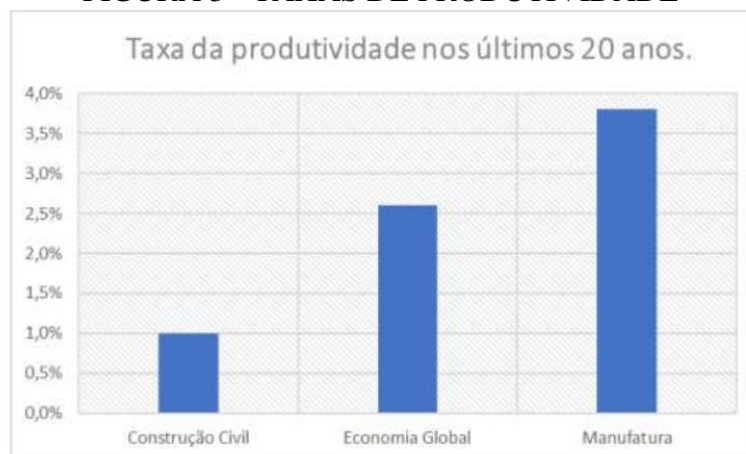


FIGURA 3 - TAXAS DE PRODUTIVIDADE



FONTE: Costa (2018)

Também de acordo com McKinsey (2017) a construção civil tem um prejuízo de aproximadamente 1,63 trilhões de dólares anuais, devido à lacuna de produtividade entre a construção civil e a economia global. Em outras palavras, se a taxa de produtividade da construção civil se igualasse à da economia global isso acarretaria em ganhos na casa dos 1,63 trilhão de dólares. Somente a América Central e do Sul deixam de ganhar 5 bilhões de dólares por ano devido a problemas de produtividade (COSTA, 2018). A Figura 4 apresenta as perdas produtivas entre os dois setores citados.

FIGURA 4 - LACUNA PRODUTIVA EM DÓLARES POR HORA

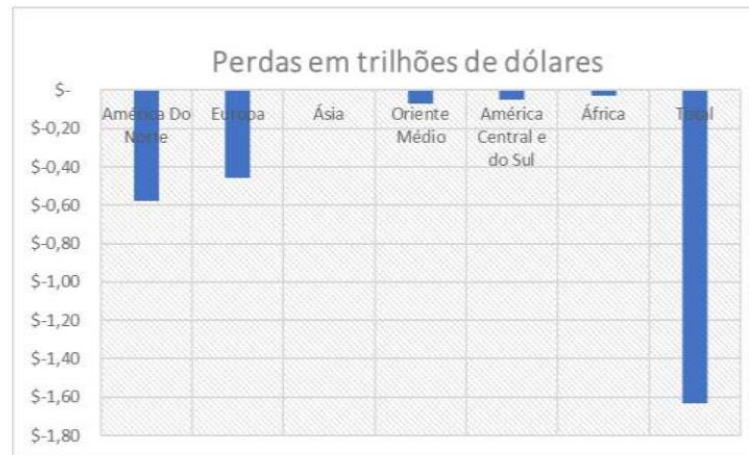


FONTE: Costa (2018)

A Figura 5 compara as perdas devido à baixa produtividade da construção civil entre diferentes continentes.



FIGURA 5 – PERDAS EM TRILHÕES DÓLARES POR ANO

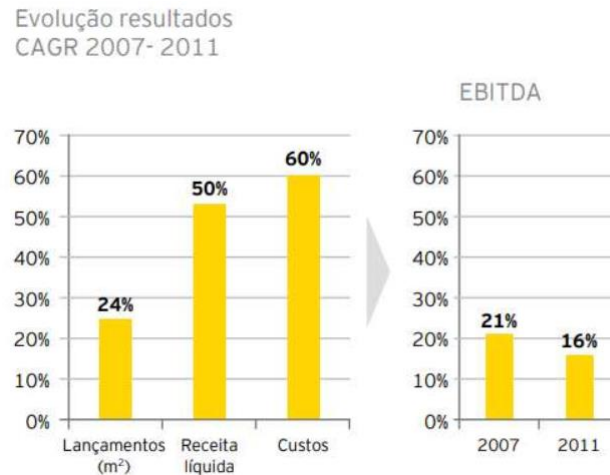


FONTE: Costa (2018)

A empresa de consultoria Ernst & Young (2014), no relatório “Estudo sobre produtividade na Construção Civil”, fez um estudo sobre produtividade no setor da construção, porém, focado em escala nacional. No relatório de 2014, a empresa averiguou que a alta demanda no intervalo entre 2007 e 2012 resultou em problemas de atrasos na finalização das obras. De acordo com o PROCON-SP, 31% das queixas feitas contra as empresas de construção são relacionadas ao descumprimento de prazos contratuais. Neste trabalho também foi feita uma análise dos relatórios anuais das sete empresas de construção e incorporação do país com maior lucro anual. O resultado apresentado para o intervalo entre 2007 e 2011, demonstra que os lançamentos aumentaram a uma taxa de 24% ao ano e a receita líquida a 50% ao ano. E por outro lado os custos aumentaram em 60% ao ano. O crescimento da demanda da indústria de construção afetou de forma negativa os resultados destas sete empresas. O aumento dos custos impactou na rentabilidade das empresas e o EBITDA (Lucros antes de juros, impostos, depreciação e amortização) decresceu 5% nesse mesmo tempo, conforme é mostrado na Figura 6.



FIGURA 6 – RESULTADO DAS SETE PRINCIPAIS CONSTRUTORAS DO PAÍS



FONTE: Costa (2018)

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) também realizou uma análise, na qual definiu em três o conceito de produtividade:

I) Produtividade do trabalho: Avalia o investimento aplicado em maquinário, através dessa forma o trabalho se torna mais eficiente com a utilização de tecnologia para realizá-lo.

II) Produtividade do capital: É o total produzido por unidade de capital investido. Uma organização que investe em um maquinário recentemente poderá ter uma baixa produtividade do capital a curto prazo.

III) Produtividade Total Dos Fatores: Simplesmente definido por obter mais com menos, ou com a mesma quantidade de recursos aplicados, ou seja, fazer mais com menos.

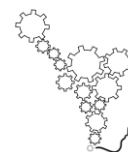
A produtividade segundo a CBIC foi (Tabela 1) :

TABELA 1 - TAXA MÉDIA DE CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE AO ANO

Período	Produtividade do Trabalho	Produtividade do Capital	Produtividade Total dos Fatores
2007/2012	-0,2%	-0,5%	-0,4%
2007/2010	-1,2%	1,4%	0,0%
2010/2012	1,3%	-3,3%	-1,0%

FONTE: COSTA (2018).

Os três estudos realizados apresentam o problema estrutural da construção civil. A deficiência na produtividade em comparação com outros setores e as perdas financeiras em relação a essa falta de produtividade são desafios que os profissionais da indústria da



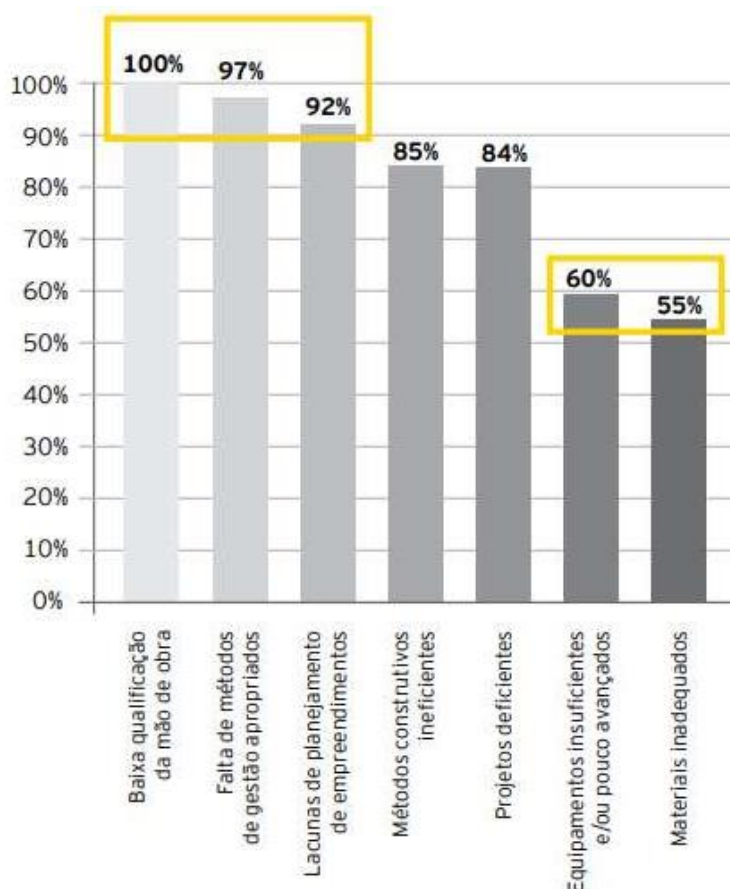
construção precisam enfrentar para que haja uma evolução no que diz respeito a prazo e custos.

Um estudo também realizado pela *Ernst & Young* (COSTA, 2018), que avaliou: “Quais fatores mais impactam no resultado da produtividade”, foi respondido por 74 empresários do setor da construção civil, e o resultado obtido é apresentado na Figura 7.

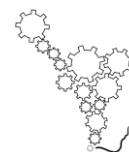
A falta de métodos de gestão apropriados foi respondida por 97% dos entrevistados, isso demonstra que, os atores da construção civil têm consciência do tamanho do problema, que a omissão de boas práticas de gestão causa à indústria da construção civil. Além disso também chama atenção o fato que 100% dos entrevistados responderam que o quesito de baixa qualificação da mão de obra é o mais importante fator nessa relação.

Diante da realidade da produtividade na construção civil e a pesquisa realizada com empresários do setor, a *Ernst & Young* apontou o método *Lean Construction* como uma das formas de alavancar o setor.

FIGURA 7– IMPORTÂNCIA RELATIVA DE IMPACTO NA PRODUTIVIDADE HOJE



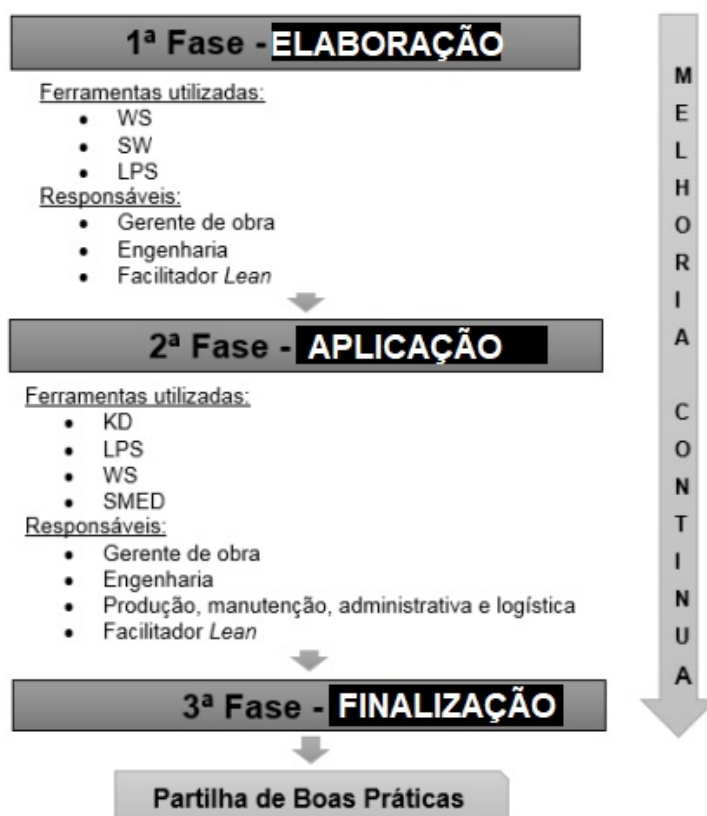
FONTE: Relatório Da *Ernst & Young* (2014)



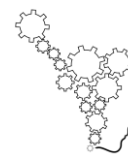
4. ETAPAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme comentado no tópico anterior o setor da construção civil está passando por um momento onde existe a necessidade de ser mais competitivo, encontrar caminhos para melhoria dos custos, qualidade das obras, tempo de execução e relacionamento com os clientes. A aplicação do Sistema *Lean Construction* é uma chance que todos esses agentes tem de otimizar suas técnicas de trabalho e gestão, melhorar esses resultados, e fazer mais com menos, buscando o apoio essencial para realizarem inovações, aplicando as ferramentas certas para a mudança acontecer. O método de implementação do *Lean* se baseia na aplicação de ferramentas adequadas e técnicas específicas para cada etapa da obra. Para que o completo potencial do programa seja atingido é extremamente necessário que os líderes estejam integralmente comprometidos com os planos de ações estabelecidos, buscando sempre reduzir e eliminar os desperdícios relacionados com os processos de produção da empresa pela utilização de ferramentas que possam evidenciá-los. Segundo Figueiredo (2015), a metodologia de implementação é baseada em 3 etapas, apresentadas na Figura 9.

FIGURA 9 - MODELO DE IMPLEMENTAÇÃO



FONTE: Adaptado de Figueiredo (2015)



- 1ª Fase – Elaboração

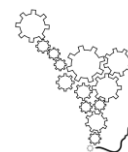
O início da primeira fase deve acontecer pelo menos dois meses antes da montagem do canteiro, nesta etapa serão definidas as tarefas dos gestores da obra, treino e preparação da equipe com conscientização dos conceitos e ferramentas da metodologia *Lean*. A partir daí será feito um *Workshop* (WS) de melhoria, com avaliação e definição das atividades de maior impacto que devem ser melhoradas, e apresentados o seu potencial ganho. Também é definido o *layout* do canteiro, com identificação de todas as áreas de circulação para a melhoria e facilidade de transporte dos recursos dentro da obra. Deve ser definido um setor, chamado de sala *Lean*, para o responsável, e lá serão definidos os indicadores chave de performance (KPI's - *Key Performance Indicators*), que serve para controlar as informações necessárias. E por fim, o LPS (*Last Planner System* – Sistema do Último planejador) do programa *Lean Construction* que estabelece o plano de implementação.

- 2ª Fase - Aplicação

A segunda fase acontece durante o andamento da obra. Nessa etapa acontece a implementação dos métodos de melhoria diária, através do gerente da obra, e pelos responsáveis de cada setor, em outro nível se dá entre os responsáveis de cada setor e os encarregados, e depois entre os encarregados e suas respectivas equipes, que avaliam os resultados do grau de andamento da implementação do sistema, quais os planos de ação estão sendo utilizados, e quais as políticas de boas práticas que estão surtindo efeito. O processo de criação do LPS define o que será planejado e executado. Também são realizadas palestras para a conscientização das equipes nos *Workshops*, que são realizados nas áreas de logística, transporte, manutenção, no setor de administração, e no setor de produção. Nesta etapa é realizado o contrato entre áreas de produção e manutenção, com a finalidade de otimizar o planejamento da manutenção do maquinário, para que ocorra de uma forma mais eficaz, sem acarretar prejuízo ao setor produtivo. Todo o monitoramento dessas etapas deve ocorrer através do envio de relatórios semanais e auditorias frequentes para avaliar a qualidade dos *Workshops* realizados. É uma ação obrigatória para esta etapa.

- 3ª Fase - Finalização

A fase de finalização se dá cerca de 2 meses antes do término da obra. É nesta etapa onde os resultados obtidos são verificados. Aqui, de forma a analisar os resultados como “*inputs*”, ou seja, o que foi obtido, se avalia o grau de implementação do sistema, e o plano de



ação de melhoria. No final as boas práticas e lições absorvidas no decorrer da obra é o que permite analisar o desenvolvimento do capital humano e mantém o nível de conhecimento *know-how* dos operários e da empresa. E como “*output*”, ou seja, o que foi gerado, temos o aprendizado e boas práticas para as obras seguintes, o aprendizado da metodologia *Lean Construction*, e a filosofia de combater o desperdício. De toda forma, aliado a isso também devem ser implantados outros meios de reconhecimento através de programas que avaliem as melhorias obtidas pelo Método *Lean*.

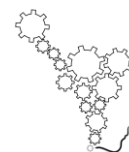
Conforme o trabalho de Figueiredo (2015), durante as etapas de aplicação do *Lean*, é possível identificar três agentes principais: Os facilitadores, os gerentes de obra, e as equipes, todos com papéis fundamentais.

Facilitador – Coordenador *Lean*:

- Apoio aos líderes de áreas de obra na definição das fases de implementação *Lean*;
- Assegurar a realização, acompanhamento e controle das atividades *Lean* realizadas pela organização de acordo com o planejado;
- Prosseguir e monitorar os objetivos definidos em cada *Workshop* definidos pela obra e/ou pelo mercado;
- Acompanhamento das fases de implementação *Lean* (ações implementadas);
- Treino dos líderes de equipe nas ferramentas *Lean* e assegurar a realização do plano de formação *Lean*;
- Manutenção do espaço de controle da missão;
- Gestão das reuniões de acompanhamento de projeto;
- Divulgação de boas práticas obtidas pelas equipes de trabalho.

Gerentes de obra:

- Definição das fases de implementação *Lean*;
- Implementação do plano *Lean*;
- Atualização do espaço de controle da missão relativo à sua equipe/projetos;
- Envolvimento dos colaboradores na implementação;



- Participação nas reuniões de gestão de projeto. (As responsabilidades serão definidas no espaço para controle da missão).

Equipes:

- Atuação nas etapas de *Lean*;
- Opiniões de melhoramentos.

5. EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN CONSTRUCTION*

Para justificar a aplicação da metodologia *Lean* em empresas e comprovar seus benefícios, foram analisados alguns trabalhos onde a sua aplicação foi documentada e serão apresentados os resultados, bem como problemas e dificuldades enfrentados pelas empresas avaliadas durante a implementação do sistema.

Azevedo, Barros Neto & Nunes (2010) realizaram uma pesquisa com duas construtoras no Estado do Ceará, através de um questionário com perguntas sobre todas as etapas de implantação do sistema *Lean*, desde a pré-implantação, com preparo do pessoal, capacitação, passando pela execução na obra, e o pós, avaliando o resultado geral. As empresas foram nomeadas de empresa “A” esta construtora inicialmente atendia à um grupo de investidores, mas devido à alta demanda se tornou uma construtora que atua em obras residenciais e industriais privada, atendendo nos estados de Ceará, Paraíba e Pernambuco; e a empresa “B” que atua na cidade de Fortaleza construindo apenas obras residenciais de alto padrão. Na Tabela 2 podemos ver um recorte do questionário aplicado.

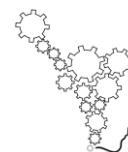


TABELA 2 - QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS EMPRESAS

EMPRESA “A”	EMPRESA “B”
Como foi a adesão aos conceitos lean? Quais as dificuldades apresentadas?	
A partir do CONENX de 2004. Em seguida, entramos no INOVACON, em 2005, no módulo Construção Enxuta. As maiores dificuldades foram convencer o público interno e capacitar os fornecedores de serviços e de materiais.	A decisão foi tomada no CONENX de 2004. Pelo fato de ter sido um processo muito bem trabalhado pelas pessoas que estavam à frente, as dificuldades foram poucas.
Em que a mentalidade enxuta contribuiu para melhorar a competitividade da empresa, para criar um diferencial competitivo?	
Redução de custos e dos desperdícios, aumento da produtividade, e melhoria do relacionamento com os clientes.	Controle dos custos.
Onde a empresa pretende chegar com a implantação da Filosofia Lean?	
Não se pretende parar nunca, tanto que estamos implantado o <i>lean office</i> .	Pretendemos trabalhar para sempre com os conceitos <i>lean</i> .
Quais as principais inovações e melhorias que foram introduzidas a partir da implantação lean?	
São várias: planejamento hierarquizado da produção; planejamento de longo, médio e curto prazo; melhoria salarial; redução da mão-de-obra; ganhos na questão social; treinamento; aumento da produtividade e da qualidade de vida do operário; mudança no modo de pensar, de enxergar a produção; organização do canteiro; e transparência dos processos.	Mais espaço para o planejamento e gestão da obra, destacando a facilidade do sistema e o nível de maturidade nas decisões.
Como a implantação dos conceitos lean atende às necessidades dos clientes?	
A empresa torna-se mais competitiva, mais rápida, mais transparente, permitindo customizar, agregar valor sem aumentar muito o preço de venda.	Em função de uma maior transparência, os clientes se surpreendem com a organização do canteiro da obra, acompanham o planejamento, o cronograma, percebem uma maior preocupação com o fluxo de materiais. Depois do produto pronto, eles se admiram com o acabamento, acham tudo diferente do que já viram.

FONTE: AZEVEDO ET AL. (2010)

Conforme a resposta da empresa “A” sobre a primeira pergunta, o fator de capacitação interna do quadro de funcionários se apresentou como uma dificuldade de implantação do sistema, demonstrando que a mão de obra é o fator mais necessário para a completa realização do método. Outro motivo apresentado ainda pela mesma empresa é a relação com os fornecedores de serviços e de materiais. Este fator também fez parte da pesquisa e é apresentado pela tabela 3.

Pelas respostas obtidas podemos perceber que ambas as empresas concordam que os fornecedores têm um papel importante no andamento da metodologia, e que enfatiza que esse tema ainda é tratado como um “gargalo” do setor, portanto investir em capacitação e qualificação tanto dos profissionais da empresa, de fornecedores, empreiteiros e terceirizados é fundamental para o sucesso do projeto.

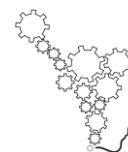


TABELA 3 - QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS EMPRESAS

EMPRESA “A”	EMPRESA “B”
A empresa terceiriza? Como se dá o relacionamento com os parceiros?	
Apostamos e qualificamos os fornecedores que vão se repetindo ao longo das obras. Mesmo assim, é um dos maiores “gargalos” da empresa.	Sim. Quem escolhe o que vai ser terceirizado é o diretor-técnico que, geralmente, opta por atividades de alta rotatividade de mão-de-obra.
Existem casos de não atendimento às exigências de modernização e conceituação da empresa?	
Sim. Por isso, pretende-se verticalizar alguns serviços que não mais executávamos.	Sim. Entretanto, no ato da contratação, é repassada toda a nossa metodologia de trabalho.
Existe uma padronização em relação ao recebimento de materiais?	
Sim. A filosofia <i>lean</i> ajuda nesse processo no tocante à sinalização, à permissão de estoque mínimo.	Existe. Temos o mapeamento do fluxo de valor. Os conceitos <i>lean</i> estão diretamente ligados a isso.

FONTE: Azevedo et al. (2010)

Outro estudo, realizado por Costa (2018) analisou uma empresa da cidade do Rio de Janeiro classificada como de médio porte, que atua na construção, manutenção, reforma de obras residenciais, e institucionais, como escolas e hospitais. Para este estudo foram ouvidos profissionais envolvidos nos três setores, engenheiros, operários e fornecedores. As respostas demonstradas na Tabela 4, representam o nível de porcentagem dos entrevistados que concordam que tal princípio é aplicado de forma satisfatória na metodologia *Lean*.

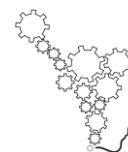
TABELA 4 - QUESTIONÁRIO APLICADO ÀS EMPRESAS

PRINCÍPIOS	ENGENHARIA	OPERÁRIO	FORNECEDOR
1. Redução de atividades que não agregam valor	56%	29%	13%
2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas	67%	44%	8%
3. Reduzir a variabilidade	38%	62%	58%
4. Reduzir o tempo de ciclo	25%	44%	25%
5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes	50%	38%	25%
6. Melhorar a flexibilidade do produto	13%	50%	63%
7. Melhorar a transparência do processo	67%	28%	56%
8. Focar o controle do processo global	50%	50%	63%
9. Introduzir a melhoria contínua do processo	33%	21%	38%
10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	38%	38%	75%
11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)	75%	63%	75%

FONTE: Costa (2018)

Conforme pode se avaliar pelas respostas obtidas, quanto menor a porcentagem de uma resposta maior a necessidade de sua mudança. Alguns itens chamam a atenção pela baixa porcentagem obtida, como a “redução de atividades que não agregam valor” com baixo resultado tanto pelos operários quanto pelos fornecedores, e também o item de “introdução da melhoria contínua no processo” que foi um fator de unanimidade entre os três setores avaliados.

Baseado nestes estudos apresentados é perceptível que método *Lean* traz muitos benefícios, e que mesmo assim é necessário otimizar todos os seus processos cada vez mais, tanto para os que já estão em um bom nível de rendimento e ainda mais para os que estão



menos desenvolvidos. E para tornar as empresas ainda mais competitivas, MANZOURI, AB-RAHMAN & JAMSARI, 2014 apud Costa (2018) sugere algumas ferramentas básicas que podem auxiliar neste processo de melhora. A Tabela 5 resume algumas dessas ferramentas e os seus principais objetivos.

TABELA 5 - PRINCIPAIS FERRAMENTAS E OBJETIVOS

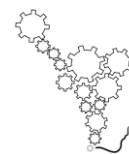
Ferramenta	Objetivos
Programa 5S	Diminuição de espaço, organização do ambiente de trabalho, aumentar qualidade e produtividade
Trabalho Padronizado	Diminuição do tempo de ciclo, diminuição de defeitos, diminuição de custos
Mapeamento do Fluxo de Valor	Diminuição de desperdícios, menor tempo de ciclo, redução de custo
Controle Visual	Disponibilidade em tempo real das informações, melhor engajamento, promove a melhoria contínua, maior produtividade, promove o <i>Just In Time</i>
Total Productive Maintenance	Melhora a flexibilidade, qualidade, produtividade, reduz custos

FONTE: Costa (2018)

6 CONCLUSÃO

A metodologia *Lean Construction* é a adaptação da metodologia *Lean manufacturing*, originada no sistema Toyota, para aplicação na indústria da construção civil. Podemos observar através do estudo da obra de diversos autores que esse método vem sendo difundido desde sua origem, com definições e regras bem específicas, como os cinco princípios de Womack & Jones (1996) e os onze princípios de Koskela (1992). Seguindo estes princípios, várias empresas conseguem melhorar os seus rendimentos, seja com uma completa ou média implementação desse sistema. E isso se mostra uma excelente estratégia visto como foi apresentado o desenvolvimento do setor produtivo da construção civil, tanto nacional quanto internacionalmente, com pesquisas que apontaram como o crescimento deste setor não consegue acompanhar outros setores da economia, mesmo representando uma parcela bem significativa.

É necessário ressaltar que mesmo com vários benefícios comprovados de implementação, a filosofia *Lean Construction*, assim como outros meios de modernização e



otimização de obras (GÓES, RIOGA & CAMPOS, et al. 2020) ainda não é totalmente utilizada em sua máxima amplitude. Isso se deve em uma grande parte pelo fato de obras serem muito específicas e únicas, diferenciando-se da indústria de bens de consumo, por mais que seja possível a repetição de um projeto, outros fatores como terreno, clima e localização serão obrigatoriamente diferentes, tornando sempre necessária a adequação das equipes envolvidas. Aliando-se a este pensamento também existem outros agentes que são essenciais para o funcionamento de uma metodologia *Lean*. Como comprovado pelos estudos apresentados, a capacitação e qualificação de mão de obra diretamente envolvida nos projetos se mostra fundamental para o desempenho máximo do sistema, bem como o treinamento e informações a fornecedores. Esse é o principal fator que não permite a completa disseminação do método pelas empresas, e principal causa no Brasil.

Um dos principais métodos utilizados para fazer a implementação do modelo em empresa é o uso das ferramentas de apoio, que foram apresentadas na sessão 5 deste trabalho. Tais ferramentas possuem as funções de auxiliar na diminuição de desperdícios, prazos, retrabalhos, defeitos, tempo de trabalho, e aumento de qualidade, produtividade, engajamento dos funcionários, organização etc.

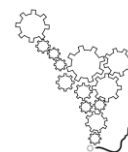
Sugere-se para trabalhos futuros que sejam avaliados dados de uma construtora que não utiliza a filosofia *Lean Construction* e após uma capacitação dos funcionários com as cinco ferramentas citadas na última seção deste trabalho, seja refeita uma análise dos dados produtivos para uma melhor medição dos valores de melhoria.

REFERÊNCIAS

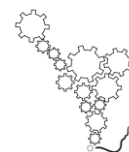
- AZEVEDO, M. J., Barros Neto, J. P., Nunes F. R. M. **Análise dos aspectos estratégicos da implantação da Lean Construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza-CE.** In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, 13, São Paulo. *Anais*. São Paulo: Escola de Administração de Empresas de São Paulo, 2010. p. 01-16.
- BERNARDES, M. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: LTC. 2010. 190p.
- CASTRO, A. P. G. R., Guedes, E. E. V., Trombine, J. **Aplicação da metodologia Lean Construction: estudo de caso em uma empresa de blocos no sul de Minas Gerais.** Trabalho de conclusão de curso de graduação. Engenharia de Produção, Centro Universitário do Sul de Minas. 2019. 16p.



www.relainep.ufpr.br



- COSTA, M. Z. *Estudo de dificuldades para implantação da filosofia Lean em empresas construtoras*. Trabalho de conclusão de curso de graduação, Escola politécnica, Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. 2018. 102 f.
- Figueiredo, L. A. J. C. P. *Implementação da filosofia lean em empresas de construção civil*. Dissertação de Mestrado. Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, 2015. 121 p.
- ERNST & YOUNG. *Estudo sobre produtividade na construção civil: desafios e tendências no Brasil*. (2014) Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284899775_Estudo_sobre_produtividade_na_construcao_civil_desafios_e_tendencias_no_Brasil/citation/download> Acesso em 2 março 2021.
- GÓES, M. B., Rioga, C. L., Campos, I. L. A. et al. (2020) Benefícios da implementação do método BIM no planejamento e Gerenciamento de obras. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*. Curitiba Paraná, v. 8, ed. 14, p. 107-126, 2020.
- KOSKELA, L. *Application of the new production philosophy to construction*. Technical report No. 72, CIFE, Stanford University, Stanford, California, 1992, 81p.
- Lean Institute Brasil. (2018) *O que é trabalho padronizado?* Disponível em: <<https://www.Lean.org.br/conceitos/126/o-que-e-trabalho-adronizado.aspx>> Acesso em 2 março 2021.
- LORENZON, I. A., Martins, R. A. **Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction**. In: Simpósio de Engenharia de Produção SIMPEP. 13, Bauru, São Paulo. *Anais*. 2006. p 01-10.
- MANZOURI M., Mohd Nizam Ab-Rahman, Che Rosmawati Che Mohd Zain e Ezad Azraai Jamsari. **Increasing Production and Eliminating Waste through Lean Tools and Techniques for Halal Food Companies**. Sustainability Lincesee MDPI. (2014). p.9180.
- MANZOURI, M., Ab-Rahman M., Zain, C. R. C. M., Jamsari, E. A. **Increasing Production and Eliminating Waste through Lean Tools and Techniques for Halal Food Companies**. *Sustainability*. 6. (2014). p. 9179-9204. DOI: 10.3390/su6129179.
- McGraw Hill. **Leveraging Collaboration and Advanced Practices to Increase Project Efficiency**. (2013). Relatório publicado por McGraw Hill Construction. Disponível em: <https://www.leanconstruction.org/media/docs/Lean_Construction_SMR_2013.pdf> Acesso em 2 março 2021.
- MCKINSEY. *Reinventing construction through a productivity revolution*. (2017) Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution> >. Acesso em 2 março 2021.
- MORAIS, J. M. P., Souza, J. H. A., Oliveira, B. B., Barboza, E. N., Silva, E. M. **Análise da filosofia construção enxuta em um empreendimento no município de Juazeiro do Norte**, Estado do Ceará, Brasil. *Research, Society and Development*. V. 9 N. (7) p.1-22. 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.3799.



- SANCHEZ, J. V. *Proposta de ações baseadas nos 11 princípios Lean Construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria*. Trabalho de conclusão de curso de Graduação, Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. 2015. 82 p.
- SOUZA, B. C., Cabette, R. E. S. **Gerenciamento da construção civil: Estudo da aplicação da “Lean Construction” no Brasil**. *Reget - Revista de Gestão & Tecnologia*. 2018. V 1, n 2, p. 21-26. ISSN 2358-3126.
- VENDRAMINI, M. M.; Costa, G. de; Pinheiro, H. A. G; et al. **Sistema de fôrmas de alumínio para a indústria de formas de concreto: critérios competitivos na construção civil**. In: XXXI ENEGEP – Encontro nacional de engenharia de produção. *Anais*. Belo Horizonte, MG. 2011. p. 01-08.
- WOMACK, J. P., Jones, D. T., Roos, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus. 1990. 327p.
- WOMACK, J. P., Jones, D. T. *Beyond Toyota: How to root Out Waste and Pursue Perfection*. Harvard Business Review. Harvard, Boston, MA.1996. 16p.