



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII
CENTRO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

DANIEL COSTA DA SILVA

**APLICAÇÃO DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS DE PEQUENO
PORTE NO MUNICÍPIO DE ARARUNA - PB**

ARARUNA

2018

DANIEL COSTA DA SILVA

**APLICAÇÃO DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS DE PEQUENO
PORTE NO MUNICÍPIO DE ARARUNA - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil. Área de concentração: Gerenciamento da construção.

Orientador: Prof. Me. Daysan Fritzgirard
Kamikase Leal Medeiros

ARARUNA

2018

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586a Silva, Daniel Costa da.
APLICAÇÃO DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS DE PEQUENO PORTE NO MUNICÍPIO DE ARARUNA - PB [manuscrito] / Daniel Costa da Silva. - 2018.
24 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde , 2019.
"Orientação : Prof. Me. Daysan Fritzgirard Kamikase Leal Medeiros , Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."
1. Gestão. 2. Lean. 3. Construção. I. Título
21. ed. CDD 624

DANIEL COSTA DA SILVA

**APLICAÇÃO DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS DE PEQUENO
PORTE NO MUNICÍPIO DE ARARUNA - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a coordenação do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenheiro Civil.

Área de concentração: Gerenciamento da construção.

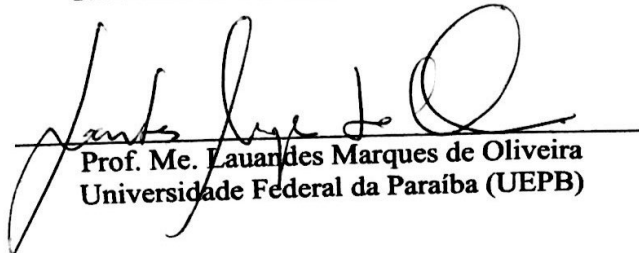
Aprovada em: 12/12/2018.

BANCA EXAMINADORA

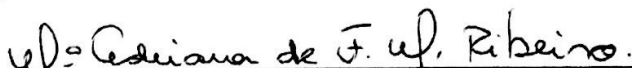


Prof. Me. Daysan Fritzgirard Kamikase Leal Medeiros
(Orientador)

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Lauan des Marques de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A minha mãe, Normeli Maria, e ao meu pai,
Benedito Vitorino (in memoriam) pelo abrigo,
ajuda e amor, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Normeli Maria Costa da Silva e meu pai, Benedito Vitorino da Silva (in memoriam), pelo incentivo, amor, compreensão, companheirismo e apoio em todas as horas difíceis dessa caminhada, que não foi nada fácil. Obrigado por terem facilitado meu caminho e serem os melhores pais do mundo.

A minha irmã, Bibiana, por ter sido sempre espelho para mim e por me dar suporte sempre que necessário. Sem você nada disso seria possível. Ao meu cunhado, Marcos Afonso, por não medir esforços para me ajudar e à minha família. Obrigado também aos meus sobrinhos, Marcos Filho e Maína, que com apenas um sorriso já mudam meu dia. Vocês são um suspiro de felicidade para mim nos momentos difíceis.

A Ana, por ter sido peça fundamental nesse fim de curso tão conturbado e cheio de incertezas. Sua companhia foi conforto nos momentos difíceis. Obrigado por tudo.

Aos meus amigos Ramon, Vitória, Alanne, Jeferson, Heloísa, Mariana, Nilo e Caison que caminharam junto de mim no início do curso. Vocês foram peça fundamental no meu desenvolvimento como pessoa e estudante.

Aos amigos Luisa, Nani, Gabriel, Priscilla, Olga, Larissa e Gabriella que fiz no intercâmbio e que me ensinaram tanto. Obrigado por terem feito parte dessa experiência acadêmica e pessoal incrível e por continuarem se fazendo presente mesmo tão longe.

Aos meus amigos irmãos Thiago, Cinthia e Ingridy por terem facilitado minha chegada de paraquedas nessa nova turma e por terem se tornado os melhores amigos que eu podia pedir. Cada momento compartilhado estudando, festejando ou conversando com vocês foi único.

Aos demais amigos de universidade Maria, Lucas, Rodolfo, Talita, Karina, Diego, Cleidson e André pelos momentos e experiências compartilhados. Aos amigos de longa data Túlio, Rosselly, Ananda, Bellyzia, Amanda, Antonio e Sara por estarem desde sempre ao meu lado.

A todos os professores e funcionários da UEPB pelos conhecimentos e experiências compartilhados ao longo de minha jornada acadêmica.

A todos, meus sinceros agradecimentos!

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista.” (Aldo Novak)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	08
2.1 Histórico.....	08
2.2 O Conceito Lean.....	10
2.3 Princípios do Lean Construction.....	11
2.3.1 <i>Redução da parcela de atividades não agregadoras de valor</i>	11
2.3.2 <i>Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente</i>	11
2.3.3 <i>Reduzir a variabilidade</i>	11
2.3.4 <i>Reduzir o tempo do ciclo de produção</i>	12
2.3.5 <i>Simplificar através da redução do número de passos ou partes</i>	12
2.3.6 <i>Aumentar a flexibilidade na execução o produto</i>	12
2.3.7 <i>Aumentar a transparência do processo</i>	12
2.3.8 <i>Focar o controle no processo global</i>	13
2.3.9 <i>Introduzir melhoria contínua no processo</i>	13
2.3.10 <i>Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões</i>	13
2.3.11 <i>Referências de ponta (Benchmarking)</i>	13
2.4 Ferramentas do Lean Construction	14
2.4.1 <i>Controle da qualidade total</i>	14
2.4.2 <i>Produção focalizada</i>	14
2.4.3 <i>Kanban</i>	14
2.4.5 <i>Manutenções produtivas totais</i>	15
2.4.6 <i>Padronização das operações</i>	15
2.4.7 <i>Operadores polivalentes</i>	15
3 METODOLOGIA	15
3.1 Local de estudo.....	15
3.2 Ações programáticas.....	16
3.3 Instrumentos e técnicas de coletas de dados	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	17
5 CONCLUSÃO	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

APLICAÇÃO DO SISTEMA LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS DE PEQUENO PORTE NO MUNICÍPIO DE ARARUNA - PB

Daniel Costa da Silva*

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo realizar a análise da aplicação do Lean Construction (Construção Enxuta) em cinco obras de pequeno porte no município de Araruna – PB através de uma pesquisa quali-quantitativa. Para aplicação do sistema Lean foram realizadas visitas às obras em estudo para análise e posterior aplicação das ferramentas que compõe o pensamento Lean, e que fossem adequadas as peculiaridades de cada construção. No processo de diagnóstico para implementação das ferramentas, observou-se a desorganização nos canteiros de obra, além da falta de planejamento para uma melhor gestão na construção. Dessa forma, foram realizadas capacitações com a finalidade de se padronizar as operações realizadas nas obras, além da aplicação de ferramentas como o Kanban de Produção e a redução do tempo de ciclo através da readequação dos canteiros de obra. Após aplicação e coleta de dados, pôde-se verificar que apesar das dificuldades na implementação das ferramentas, elas trouxeram aumento na produtividade e satisfação aos construtores. A partir desses resultados, é notória a falta de organização, planejamento e gestão eficiente nas construções analisadas, o que acaba por acarretar prejuízos como perda de produtividade e desperdício de materiais. À vista disso, verificou-se a necessidade e importância da implementação de inovações, como a Construção Enxuta, no ramo construtivo do município de Araruna.

Palavras-chave: Gestão. Lean. Construção.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um setor de alta complexidade, que envolve inúmeras variáveis. É uma atividade altamente mutável, que se desenvolve em um ambiente extremamente dinâmico. Dessa forma, devido esse meio intenso e bastante movimentado, o planejamento é uma ferramenta indispensável, que tem como característica evitar possíveis imprevistos, prejuízos, desperdícios, etc. Mesmo assim, é comum ainda, que alternativas sem embasamento técnico sejam utilizadas em muitos canteiros de obras, principalmente as de pequeno e médio porte.

O planejamento de uma obra é um dos principais aspectos do gerenciamento. Ao planejar, o gerente dota a obra de uma ferramenta importante para priorizar suas ações e acompanhar o andamento de serviços. Ao planejar uma obra, o gestor adquire alto grau de conhecimento do empreendimento, o que lhe permite ser mais eficiente na condução dos trabalhos. A deficiência no planejamento pode trazer consequências desastrosas para a obra. Um descuido em uma atividade pode acarretar atrasos e escalada de custos, assim como colocar em risco o sucesso do empreendimento (MATTOS, 2010).

¹ Aluno de Graduação Engenharia Civil na Universidade Estadual da Paraíba – Campus VIII.
Email: daniel.costa.silva@hotmail.com

Devido a modernização dos processos, desenvolvimento da tecnologia, aumento da competitividade, valorização da mão de obra, aumento da exigência dos clientes, etc. e em contrapartida, a dificuldade de alocação de recursos financeiros, está cada vez mais claro que o ato de gerenciar processos na construção civil é o caminho a ser trilhado. Por isso, a busca por novos paradigmas de gestão no processo de produção da construção civil e a incessante demanda por resultados satisfatórios e excelência, faz com que empresas e profissionais da engenharia civil procurem cada vez mais utilizar ferramentas e técnicas inovadoras, geradoras de maior eficiência em seus processos construtivos.

A filosofia gerencial Lean Construction está baseada fundamentalmente na eliminação de processos que não agregam valor à obra, na manutenção de um fluxo produtivo contínuo e no desenvolvimento simultâneo de atividades. Tudo isso deve fluir e se completar na hora certa para que não haja acumulação desnecessária de estoques (Just in Time), ociosidades da mão de obra e atividades desnecessárias. A grande questão para a sua aplicação é a mudança de mentalidade do gestor. Depois que isso é feito, tudo vai ficando simples, premissa fundamental do sistema Lean Construction (PICCHI, 2008).

A proposta é melhorar o processo removendo as ineficiências, implantando a auto inspeção e a inspeção sucessiva, a redução do transporte e suas ineficiências, a melhoria do layout e a eliminação dos tempos ociosos de processo, entre outras providências (FORMOSO, 2015).

O sistema Lean Construction já vem sendo usado no Brasil em diversas empresas e é tema constante dos profissionais da área, levando a produção de vários artigos científicos, pesquisas e dissertações. Assim como outros pequenos municípios do Brasil, que possuem baixo índice populacional e renda, a cidade de Araruna – PB tem sua construção civil fundamenta em obras de pequeno porte, na sua maioria desenvolvidas por construtores informais, salvo algumas executadas pela Prefeitura. São obras residenciais, construídas e gerenciadas por profissionais sem conhecimento técnico, que trabalham aplicando conhecimentos práticos adquiridos com o passar dos anos.

O presente artigo tem por objetivo aplicar um sistema para gestão de processos na construção civil, o Lean Construction, em pequenas obras do município de Araruna – PB, com a finalidade de melhorar a produtividade, otimizar as construções e reduzir custos e prazos. Além disso, tem-se como objetivos específicos apresentar o pensamento Lean e seus benefícios aos construtores locais e analisar as dificuldades do processo de implantação dessa filosofia em obras de médio e pequeno porte.

Observando o cenário apresentado, fica claro a necessidade de se evitar o uso de técnicas inapropriadas e profissionais desqualificados. Esse diálogo desmistifica o senso de não necessidade dos profissionais de engenharia em pequenas obras privadas, levando os cidadãos a entenderem a necessidade e vantagens de se trabalhar com os engenheiros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico

A construção civil é caracterizada por altos indicadores de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes e, por

isso mesmo, mostra-se como um campo promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da construção enxuta (JUNQUEIRA, 2006).

A Nova Filosofia de Produção na Construção Civil (ou Lean Construction) surge em contraponto à filosofia tradicional. Tem como um de seus marcos iniciais a publicação, por Lauri Koskela, na Universidade de Stanford, U.S.A., em 1992, de um relatório técnico intitulado *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Neste relatório Koskela lança as bases dessa nova filosofia adaptada à construção civil.

A filosofia de produção enxuta surgiu mais especificamente na empresa automobilística Toyota, em meados da década de 1950. Nessa época, o Japão como um todo enfrentava uma séria crise econômica, gerada pelo fim da guerra. A indústria japonesa tinha uma grande disparidade quantitativa em relação à indústria americana, a ponto do produto de apenas um dia e meio de trabalho na indústria americana equivaler a toda produção anual japonesa. Logo, a Toyota precisava alcançar a eficiência e a redução de custos não pelas economias de larga escala, mas por outros elementos da produção manufatureira (PÁDUA, 2013).

A inexistência de materiais e estudos acadêmicos sobre a aplicação da filosofia *lean* na construção civil foi um fator que impulsionou KOSKELA (1992) a desenvolver um novo conceito, que adequava as características de produção enxuta à construção civil. Assim, a *Lean Construction* (Construção Enxuta) surgiu a partir da Produção Enxuta, que introduziu um novo paradigma de entendimento dos processos produtivos do setor de construção civil (PÁDUA, 2013).

A necessidade de discutir, amadurecer, consolidar e difundir esta nova abordagem para a construção civil levou vários autores, a partir do trabalho de Koskela (1992), a oferecer contribuições no sentido de melhorar e definir essa nova filosofia de produção na construção civil. A filosofia Lean Construction possui pelo menos dois focos que a distinguem do gerenciamento tradicional da construção. Um foco é sobre perdas e sua redução, o tempo e dinheiro perdidos, quando materiais e informação são imperfeitos e ineficientes. O outro é no gerenciamento dos fluxos e, para isso, coloca em evidência o sistema de gerenciamento de processos, juntamente com o processo de produção.

O modelo de processo da Construção Enxuta assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inserção. Para os casos de transporte, espera e inserção, todas essas atividades são consideradas atividades que não agregam valor ao produto final, sendo assim denominadas atividades de fluxo. Esse tipo de atividade aparece de forma implícita nos orçamentos convencionais e nos planos de obra e por essa razão faz com que a sua percepção seja dificultada, prejudicando assim a gestão da produção (FORMOSO, 2002 apud VIEIRA, 2013).

Esta nova filosofia de produção, embora pouco utilizada pela indústria da construção, apresenta-se como uma solução adequada para os problemas do setor. Isso se deve à sua característica de baixa utilização de tecnologias de hardware e software, em termos de máquinas, robôs, sistemas computacionais de gestão ou de automação, que são substituídas por soluções tecnológicas mais simples, baseadas no envolvimento da mão-de-obra (MOURA e SÁ, 2013)

O desafio que se apresenta para pesquisadores e profissionais da construção, no momento, é o de adaptar os conceitos e princípios da produção enxuta, para aplicação na indústria da construção, buscando, desta forma, um melhor desempenho em seu processo de produção (HIROTA et all., 2000 apud ANTUNES, 2008).

2.2 O Conceito Lean

A diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a Lean Construcion é principalmente conceitual. A mudança mais importante para a implantação do novo paradigma é a inserção de uma nova maneira de compreender os processos.

O modelo conceitual dominante na construção civil costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação). Por essa razão, o modelo é também denominado de modelo de conversão (FORMOSO, 2000 apud BERÇANETTI, 2014).

As principais deficiências do modelo de conversão são:

- Existe uma parcela de atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão (fluxos de materiais e de mão de obra), as quais não são explicitamente consideradas. Ao contrário das atividades de conversão, estas atividades não agregam valor. Em processos complexos, como é o caso da construção de edificações, a maior parte dos custos é originada nestes fluxos físicos.
- O controle da produção e esforço de melhorias tende a ser focado nos subprocessos individuais e não no sistema de produção como um todo. Uma excessiva ênfase em melhorias nas atividades de conversão, principalmente através de inovações tecnológicas, pode deteriorar a eficiência dos fluxos e de outras atividades de conversão, limitando a melhoria da eficiência global.
- A não consideração dos requisitos dos clientes pode resultar na produção, com grande eficiência, de produtos que são inadequados. Neste sentido, deve-se considerar os requisitos tanto dos clientes finais como internos. O modelo de processo da Construção Enxuta, por sua vez, assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo por esta razão denominadas atividades de fluxo (FORMOSO, 2000 apud BERÇANETTI, 2014).

Nem toda a atividade de processamento agrega valor ao produto. Esse conceito está diretamente relacionado ao nível de satisfação do cliente. Para que um processo gere valor, as atividades de processamento deverão transformar as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes internos e externos.

Além do fluxo de montagem e dos fluxos de materiais e de informações, existe um outro tipo de fluxo na produção que necessita ser devidamente gerenciado, denominado fluxo de trabalho. Este fluxo refere-se ao conjunto de operações realizadas por cada equipe no canteiro de obras. A operação, neste contexto, refere-se ao trabalho realizado por equipes ou máquinas. É interessante salientar que algumas operações podem estar fora do fluxo de materiais, como, por exemplo, manutenção de equipamentos, limpeza, etc. Por outro lado, algumas atividades do processo não envolvem operações, como é o caso de espera (estocagem) de materiais (ISATO et al., 2000 apud AZEVEDO et. al; 2010).

2.3 Princípios do Lean Construction

A Construção Enxuta apresenta, além dos conceitos básicos, um conjunto de princípios para gestão dos processos, que podem ser sintetizados pelos princípios mostrados (PÁDUA, 2013).

2.3.1 Redução da parcela de atividades não agregadoras de valor

Este é um dos princípios fundamentais da Construção Enxuta, segundo o qual a eficiência dos processos pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas, não só através da melhoria da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também pela eliminação de algumas atividades de fluxo. Isso significa reduzir as atividades que consomem tempo, recurso ou espaço, mas não contribuem para atender aos requisitos dos clientes (VENTURINI, 2015).

A utilização do processo de planejamento e controle da produção facilita a implementação desse princípio da Lean Construction, à medida que busca reduzir as atividades de movimentação, inspeção e espera, bem como aquelas que consomem tempo, mas não agregam valor ao cliente final (SANTOS, 1999 apud VENTURINI, 2015).

Cabe salientar que o princípio da eliminação de atividades de fluxo não deve ser levado ao extremo. Existem diversas atividades as quais não agregam valor ao cliente final de forma direta, mas que são essenciais à eficiência global dos processos, como, por exemplo, controle dimensional, treinamento da mão de obra, instalação de dispositivos de segurança (VENTURINI, 2015 apud FORMOSO, 2000).

2.3.2 Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente

Segundo Koskela (1992), o valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento aos requisitos do cliente. O cliente pode ser o consumidor final ou a próxima atividade no processo de produção. A aproximação prática a este princípio passa por sistematizar a projeção para os fluxos, onde o cliente é definido para cada estágio e suas necessidades analisadas.

2.3.3 Reduzir a variabilidade

Segundo Isatto et al. (2000), existem diversos tipos de variabilidade, relacionados com o processo de produção, como por exemplo, a variação dimensional dos materiais entregues, a variabilidade existente na própria execução de um determinado processo e a variabilidade da demanda, que está relacionada aos desejos e às necessidades dos clientes de um processo. Os mesmos autores sugerem a aplicação deste princípio, através de procedimentos padronizados de execução de processos, reduzindo o surgimento de problemas e eliminando incidências de retrabalho.

Para Bernardes (2003) existem várias razões para se reduzir a variabilidade no processo produtivo. Inicialmente, do ponto de vista do cliente, um produto uniforme é mais bem aceito. No que tange aos prazos de produção, a variabilidade tende a aumentar o tempo de ciclo, bem como o percentual de atividades que não agregam valor.

2.3.4 Reduzir o tempo do ciclo de produção

A redução do tempo de ciclo é um princípio que tem origem na filosofia Just in Time. O tempo de ciclo pode ser definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto. A aplicação deste princípio está fortemente relacionada à necessidade de comprimir o tempo disponível como mecanismo de forçar a eliminação das atividades de fluxo (ISATO et al., 2000 apud ANTUNES, 2008).

A gestão de processos torna-se mais simples com uma entrega mais rápida ao cliente, o efeito de aprendizagem tende a crescer, a estimativa de futuras demandas é mais precisa e a vulnerabilidade do sistema de produção com relação às mudanças de demanda diminui.

2.3.5 Simplificar através da redução do número de passos ou partes

Este princípio é frequentemente utilizado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados. Quanto maior o número de componentes ou de passos num processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor. Isto ocorre em função das tarefas auxiliares de preparação e conclusão necessárias para cada passo no processo (por exemplo, montagem de andaimes, limpeza, inspeção final, etc.), e também pelo fato de que, em presença de variabilidade, tende a aumentar a possibilidade de interferências entre as equipes (DELICI, 2009).

2.3.6 Aumentar a flexibilidade na execução o produto

O aumento de flexibilidade de saída está também vinculado ao conceito de processo como gerador de valor. Refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos. Embora este princípio pareça contraditório com o aumento da eficiência, muitas indústrias têm alcançado flexibilidade mantendo níveis elevados de produtividade (ISATO et al., 2000 apud VENTURINI, 2015).

2.3.7 Aumentar a transparência do processo

O aumento da transparência de processos tende a tornar os erros mais fáceis de serem identificados no sistema de produção, ao mesmo tempo que aumenta a disponibilidade de informações, necessárias para a execução das tarefas, facilitando o trabalho. Este princípio pode também ser utilizado como um mecanismo para aumentar o envolvimento da mão de obra no desenvolvimento de melhorias (ISATTO et al., 2000 apud ANTUNES, 2008).

Algumas formas de aumentar a transparência no processo são: a remoção de obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes; utilização de dispositivos visuais, tais como cartazes, sinalização e demarcação de áreas; emprego de indicadores de desempenho, que tornam visíveis atributos do processo e a aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro como o 5S (ISATO et al., 2000 apud VENTURINI, 2015).

2.3.8 Focar o controle no processo global

O controle de todo o processo possibilita a identificação e a correção de possíveis desvios que venham a interferir no prazo de entrega da obra (BERNARDES, 2003).

Para Delci (2009), um grande risco dos esforços de melhorar um subprocesso é subotimizar essa atividade específica, dentro de um processo, com um impacto reduzido (ou até negativo) de desempenho global. Esse princípio pode ser aplicado na medida em que haja mudança de postura, por parte dos envolvidos na produção, no que tange à preocupação sistêmica dos problemas. Nesse caso, a integração entre os diferentes níveis de planejamento (longo, médio e curto prazo) pode facilitar a implantação desse princípio (BERNARDES, 2003).

2.3.9 Introduzir melhoria contínua no processo

Os esforços para a redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa. O princípio de melhoria contínua pode ser alcançado na medida em que os demais vão sendo cumpridos (KOSKELA, 1992 apud RICHTER, 2014).

O trabalho em equipe e a gestão participativa integram os requisitos fundamentais para a introdução de melhoria contínua no processo. Esse princípio pode ser implementado através do processo de planejamento e controle da produção na medida em que são analisadas as decisões tomadas, para a correção de desvios oriundos da coleta de dados do plano de curto prazo (SILVA, 2010).

2.3.10 Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

No processo de produção há diferenças de potencial de melhoria em conversões e fluxos. Em geral, quanto maior a complexidade do processo de produção, maior é o impacto das melhorias e quanto maiores os desperdícios inerentes ao processo de produção, mais proveitosos os benefícios nas melhoras do fluxo, em comparação com as melhorias na conversão (ANTUNES, 2008).

Para a aplicação deste princípio, uma consciência por parte da gerência de produção de que é necessário atuar em ambas as frentes. Primeiramente, eliminar perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de um determinado processo e, apenas posteriormente, avaliar a possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica (ISATTO et al., 2000 apud BERÇANATTI).

2.3.11 Referências de ponta (Benchmarking)

Consistem em um processo de aprendizado, a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes, num determinado segmento ou aspectos específicos (ISATTO et al., 2000 apud COSTA et al., 2010).

Os mesmos autores reúnem em linhas gerais, para a aplicação deste princípio: conhecer os processos próprios da empresa; identificar boas práticas em outras empresas parecidas; entender os princípios por trás dessas práticas e adaptar as boas práticas encontradas à realidade da empresa.

2.4 Ferramentas do Lean Construction

Assim como compreender a filosofia enxuta é fundamental para sua implementação de forma sistemática, é necessário conhecer as ferramentas que possibilitam sua implementação. A compreensão da real necessidade do sistema enxuto é fundamental para o sucesso de aplicação das ferramentas, pois dificilmente é possível implantar um modelo de produção sem antes compreender seu real propósito (PÁDUA, 2013).

Logo, para mudar a mentalidade produtiva de um sistema de produção, é necessário expor as ferramentas que dão suporte à *Lean Construction*, como o controle da qualidade total (TQC), a produção focalizada (*layout celular*), o kanban, a redução do *lead time*, a manutenção produtiva total (TPM), operadores polivalentes e a padronização das operações, mostrados a seguir (FILHO, 1999 apud PÁDUA, 2013).

2.4.1 Controle da qualidade total

O controle da qualidade total tem como meta assegurar que o sistema consiga entregar produtos livres de defeitos, por conta própria. Este conceito é aplicado a todas as ações e processos, de modo que cada um deles seja produzido com base em um planejamento que prevê todas as possíveis falhas (GHINATO, 1995 apud PÁDUA, 2013).

2.4.2 Produção focalizada

A produção focalizada trata-se da ideia de fazer com que um produto ou tipos semelhantes de um produto sejam tratados como uma linha de produção específica, criando assim estratégias de produção específicas para aquele tipo de produto. Isso se viabiliza com a criação de uma nova configuração no *layout* de produção, agregando as tarefas e materiais a serem utilizados não por tipologia de função, mas por produto específico (TUBINO, 1999). Um exemplo disso é a criação de centrais de kits hidráulicos em obras, que agregam os componentes não por tipologia (joelhos, junções, entre outros), mas por apartamento onde devem ser aplicados (PÁDUA, 2013).

A produção focalizada, agora não como princípio, mas como ferramenta, racionaliza os recursos de produção. A manufatura de um produto só deve começar quando for requisitada pelo cliente, sendo este o agente propulsor da cadeia produtiva. Para ser efetiva e eficaz, deve ser feito o nivelamento da produção, ou seja, ao invés de produzir elevadas quantidades de um único tipo de produto, serão produzidos pequenos lotes de produtos variados, atendendo às variações de demanda através da flexibilidade de fabricação, e não dos estoques elevados (FILHO, 1999 apud PÁDUA, 2013).

2.4.3 Kanban

O kanban é o documento que operacionaliza o sistema de produção focalizada. O kanban, em sua forma mais simples, é um cartão que contém informações básicas transporte de materiais de uma etapa da produção para outra. Esse cartão serve para avisar seu fornecedor que mais material deve ser enviado. A forma mais frequente utilizada é um pedaço de papel contendo três tipos de informações básicas: informação de coleta, informação de transferência e informação de produção. Dessa forma, a produção é autorizada somente com a apresentação do respectivo kanban (PÁDUA, 2013).

2.4.4 Redução dos tempos de ciclo

A redução dos tempos de ciclo (*Lead Time*) está relacionada fortemente à eliminação das perdas, que estão nas etapas de movimentação, espera e inspeção. A implantação de melhorias nos processos de inspeção, como sistemas de rotinas de inspeções programadas, aliadas a treinamentos de equipes, diminuem as perdas por processamento e perdas por produtos defeituosos. As perdas por transporte, estoque e espera são minimizadas com uma readequação do *layout* de trabalho, otimizando os processos de movimentação e estocagem. Esses são exemplos de como reduzir os tempos de ciclo (SHINGO, 1996 apud PÁDUA, 2013).

2.4.5 Manutenções produtivas totais

Manutenções produtivas totais têm o objetivo de garantir que as máquinas que possuem papel importante na linha de fabricação dos produtos não falhem e prejudique essa linha de fabricação e os produtos gerados pela mesma. A manutenção produtiva total se instala com a implantação das manutenções preditivas, que são programadas, e têm o objetivo de evitar interrupções de emergência e colocar as máquinas em condições satisfatórias de funcionamento. Isso evita geração de produtos defeituosos e atrasos na produção (FILHO, 1999 apud PÁDUA, 2013).

2.4.6 Padronização das operações

A padronização das operações é uma ferramenta fundamental, que possibilitará ao operário executar e gerenciar os fatores que mais influenciam sua produção, de modo a dominá-las, gerando um ambiente produtivo ideal para o desenvolvimento da polivalência dos operadores. A padronização permite que vários operadores executem a mesma tarefa, gerando resultados relativamente estáveis. Para isso, os operadores precisam conhecer o que fazem, além dos motivos de executarem daquela maneira, quando, onde e como executar suas tarefas. Treinamentos são necessários, assim como a elaboração e implantação de padrões de execução de serviço (PÁDUA, 2013).

2.4.7 Operadores polivalentes

Os operadores polivalentes, neste cenário, são os instrumentos que geram a padronização dos serviços. São operadores que além de executarem suas atividades produtivas, também criam novas formas de executar os serviços, realizam certos ajustes que a máquina não consegue executar, assim como controlam a qualidade dos serviços e limpeza dos ambientes de trabalho. São operários que possuem certo nível de flexibilidade que permite a padronização e continuidade dos serviços sejam regulares (SHINGO, 1996 apud PÁDUA, 2013).

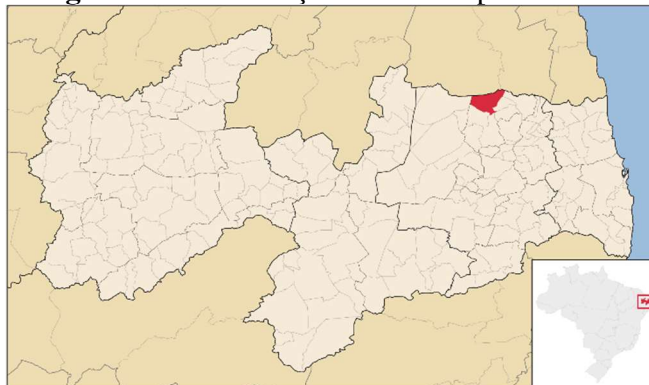
3 METODOLOGIA

3.1 Local de estudo

O estudo foi realizado no município paraibano de Araruna (Figura 1), que está inserido na microrregião do Curimataú Oriental e possui cerca de 20.215 habitantes, segundo estimativa do

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esse município caracteriza-se por polarizar os outros municípios da microrregião, principalmente após a chegada do Campus VIII da Universidade Estadual da Paraíba, que proporcionou um relativo crescimento no ramo da construção civil, que é justificado pelo aumento de procura de moradia provinda dos estudantes e trabalhadores da referida instituição.

Figura 1 – Localização do município Araruna



Fonte: Raphael Lorenzeto de Abreu (2018)

3.2 Ações programáticas

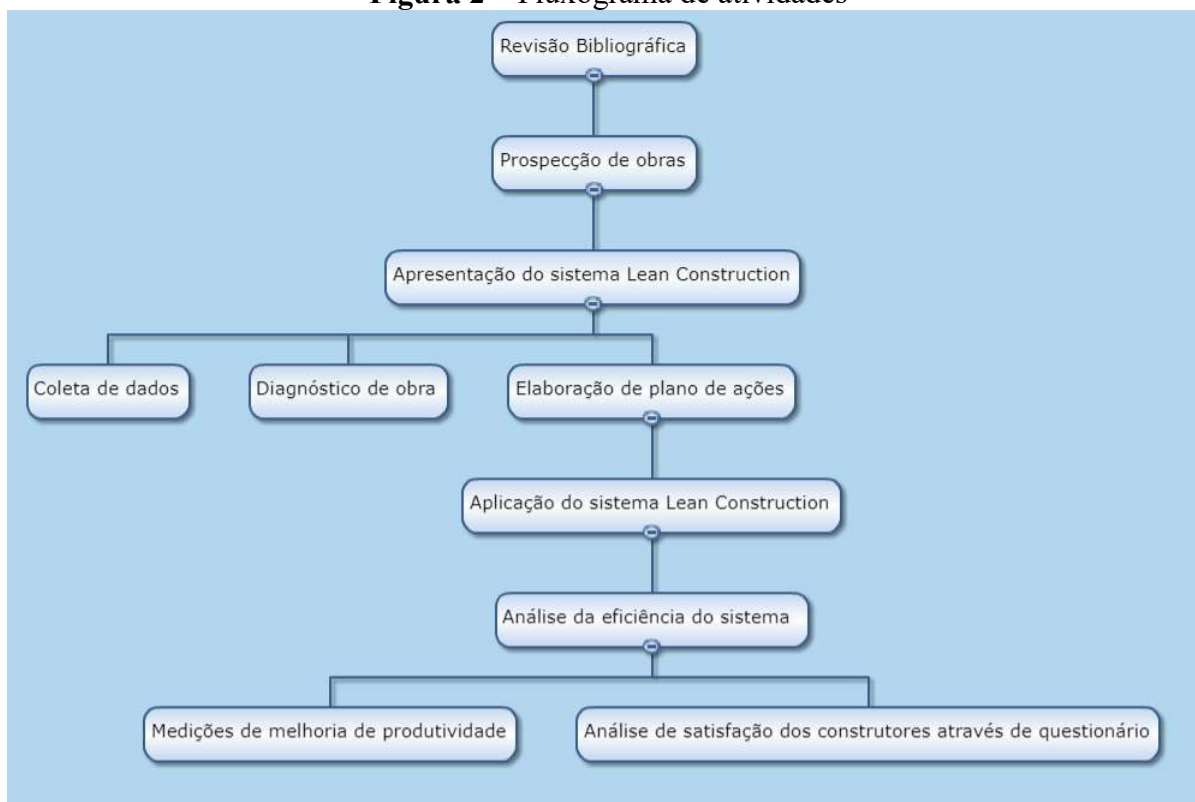
A metodologia do artigo foi baseada em uma pesquisa de natureza quali-quantitativa. Sua execução iniciou-se a partir da prospecção de cinco obras de pequeno porte, mais especificamente residenciais, no município de Araruna – PB, que estavam em execução ou a serem iniciadas. Em seguida, houve a apresentação do sistema Lean Construction aos construtores, a partir da exposição de dados estatísticos e das ferramentas que fazem parte dessa filosofia.

Após essa exposição inicial ao modelo de Construção Enxuta, visitas aos canteiros de obra foram realizadas para diagnósticos e posterior produção de um plano de ações para implantação do sistema Lean Construction através de suas ferramentas. Além disso, foram realizadas medições da produtividade dos colaboradores durante uma semana.

Então, a aplicação dessas ferramentas foi efetuada. Após a aplicação, foram realizadas novamente medições de produtividade para verificação dos efeitos causados pelo Lean Construction. Ademais, foi realizada a pesquisa qualitativa, onde os construtores puderam demonstrar o que acharam das ferramentas.

3.3 Instrumentos e técnicas de coletas de dados

Figura 2 – Fluxograma de atividades



Fonte: Próprio autor (2018)

- Revisão bibliográfica;
- Prospecção de obras de pequeno porte no município de Araruna – PB que estejam em processo de execução ou a serem iniciadas;
- Apresentação do sistema Lean Construction aos responsáveis pelas obras prospectadas;
- Visita aos canteiros de obras para coleta de dados, diagnóstico de obra e elaboração de plano de ações para implantação do sistema;
- Aplicação e análise do sistema Lean Construction nas obras selecionadas;
- Medições de melhorias nas obras através da comparação da produtividade de colaboradores antes e após aplicação do sistema;
- Aplicação de questionário, em escala Likert, aos colaboradores da obra para verificação da eficácia do sistema;
- Processamento e avaliação dos dados obtidos durante aplicação do sistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das visitas realizadas às obras (Figura 3), foi possível realizar diagnósticos que levaram à criação de um plano de ações para aplicação do Lean Construction nas respectivas obras, considerando as particularidades de cada uma para implementação adequada das ferramentas que se encaixassem melhor em cada situação.

Figura 3 – Visita aos canteiros de obra

Fonte: Próprio autor (2018)

Um dos principais problemas encontrados nas obras em estudo foi a falta de planejamento a médio e longo prazo. Por se tratarem de construções particulares e de pequeno porte, o andamento das construções era comprometido pela falta de recursos financeiros dos próprios construtores. Além disso, a maioria das obras não contava com supervisão técnica, fazendo com que a aplicação do sistema fosse realizada pelos próprios construtores em conjunto com o autor.

Houve ainda, uma certa relutância na utilização das ferramentas por parte dos construtores e colaboradores, que é justificada pela falta de conhecimento técnico e pelo fato do pensamento Lean ainda ser uma inovação pouco utilizada no sistema de gerenciamento da construção no município e região em que o estudo foi realizado.

Além da falta de planejamento das equipes, havia uma falta de planejamento do fornecimento de materiais para a obra. O levantamento da quantidade de materiais necessários para a realização das etapas das obras também não foi realizado. Essa falta de planejamento acaba por provocar atrasos que causam prejuízos financeiros significativos aos construtores.

Com relação a logística das obras, foi realizado um estudo do layout dos canteiros de obra para identificação de problemas e identificação das ferramentas adequadas para cada obra estudada. Para melhorar a produtividade das obras, propôs-se a reorganização do layout para melhorar o fluxo de materiais e de pessoas, para diminuir o desperdício de materiais observado durante a etapa de diagnóstico e por conseguinte reduzir o tempo de ciclo.

A principal preocupação na readequação do canteiro de obra foi aproximar os materiais dos locais onde eles seriam utilizados. Uma das obras, por exemplo, estava em fase de concretagem de pilares e vigas, então foi realizada a aproximação dos materiais à betoneira (Figura 4), que é o equipamento utilizado para fabricação do concreto in loco.

Figura 4 – Readequação do canteiro de obra



Fonte: Próprio autor (2018)

Propôs-se também a implementação da produção focalizada, que procura focalizar a mão-de-obra da construção em atividades semelhantes. A implementação dessa ferramenta foi impossibilitada pela quantidade de colaboradores das obras estudadas, pois a quantidade média de colaboradores das cinco obras analisadas foi de 3 trabalhadores, o que acaba por impossibilitar frentes múltiplas de trabalho.

O Kanban utilizado para aplicação foi o Kanban de Produção, que é responsável por autorizar a produção da quantidade de um certo item ou a reposição desse tipo de item. Essa aplicação buscou melhorar a programação do fornecimento de materiais nessas obras, que não estava de acordo com a necessidade das obras em momentos cruciais. Dessa forma, em muitos momentos, os colaboradores tinham momentos ociosos, prejudicando assim a sua produtividade e o andamento da obra.

Foram realizadas capacitações que buscaram padronizar a produção dos funcionários, em busca de uma linearidade na produção. Além disso, foi demonstrada durante as capacitações a importância da realização de manutenções preditivas para se evitar atrasos na obra causados pelo mau funcionamento de equipamentos.

Após a implementação do sistema, foi executada a aplicação de um formulário, em escala Likert, para avaliação das principais áreas que o pensamento Lean procura atingir. No formulário foram expostas as ferramentas aplicadas nas construções, para sua análise qualitativa em cada obra. Cada construtor pôde avaliar a eficiência de cada ferramenta aplicada numa escala de 1 a 5, onde quanto mais alto o número, maior a satisfação do construtor com a ferramenta. Além disso, também foram analisados na escala de 1 a 5 o fluxo de materiais e a produtividade nas obras, onde os níveis demonstram o nível de concordância do construtor com as afirmações de melhoramento no fluxo de materiais e o aumento da produtividade. Esses dados estão expostos no Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 – Análise qualitativa da implementação do Lean Construction

	Readequação do canteiro de obra	Kanban	Manutenções preditivas	Aumento na produtividade	Melhoramento do fluxo de materiais
Obra 1	5	4	4	5	3
Obra 2	5	5	5	5	4
Obra 3	5	5	5	5	5
Obra 4	5	4	4	3	4
Obra 5	4	5	3	3	5

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Podemos observar através das respostas que os construtores locais se interessaram bastante pelas ferramentas apresentadas e implantadas em suas obras, apesar da relutância inicial. Essa satisfação caracteriza quão positivas são essas mudanças adotadas para o desenvolvimento das obras.

Ademais, foi realizada uma análise quantitativa de produtividade nas obras estudadas. Foram realizadas medições antes e após aplicação do modelo, como demonstrado nos quadros 2 e 3. A quantidade de colaboradores em cada obra era diferente, sendo também um fator de influência na produtividade.

Quadro 2 – Produtividade antes da implementação do Lean Construction

	Etapa da obra	Número de colaboradores	Produção (Semana 1)
Obra 1	Estrutural	3	Preparação de armaduras e concretagem de 3 vigas
Obra 2	Acabamento	4	50m ² de reboco
Obra 3	Alvenaria/terraplanagem	3	70% da terraplanagem, 10m ² de alvenaria
Obra 4	Acabamentos	3	Instalações hidrosanitárias, assentamento de cerâmicas da cozinha
Obra 5	Alvenaria	2	30m ² de alvenaria

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Quadro 3 – Produtividade após a implementação do Lean Construction

	Etapa da obra	Número de colaboradores	Produção (Semana 1)
Obra 1	Estrutural	3	Preparação de armaduras e concretagem de 3 vigas
Obra 2	Acabamento	4	50m ² de reboco, instalações elétricas
Obra 3	Alvenaria/terraplanagem	3	30% da terraplanagem, 25m ² de alvenaria
Obra 4	Acabamentos	3	Instalações elétricas, assentamento de cerâmicas do resto da construção
Obra 5	Alvenaria	2	35m ² de alvenaria

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

As obras analisadas, como exposto nos quadros acima, estavam em etapas diferentes durante a análise, o que acabou dificultando a linearidade dos resultados. Porém, ainda assim foi observado que a aplicação das ferramentas trouxe ganhos de produtividade nas obras. Um melhor fluxo de materiais e a reorganização do canteiro de obra proporcionaram benefícios que podem trazer grandes vantagens a médio e longo prazo.

Esses resultados demonstram que o cenário de pequenas obras do município de Araruna comporta a implementação do sistema de Construção Enxuta, porém adaptações devem ser feitas para uma melhor adequação do segmento.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou a observação da necessidade da implementação de ferramentas da gestão no setor da construção civil no município de Araruna - PB. A utilização dos recursos apresentados garantiram melhorias evidentes, por meio da implantação dos conceitos e métodos da Construção Enxuta nas obras estudadas.

Essas melhorias podem ser observadas através do aumento na produção dos colaboradores das obras, verificado a partir das medições realizadas antes e após a aplicação das ferramentas do sistema Lean. Além disso, a aplicação do formulário evidenciou a satisfação dos construtores com a eficácia das ferramentas e o aumento da produtividade nas obras.

Também foi evidenciado a importância de um processo de planejamento e controle da produção dentro da obra, para que dessa forma os prazos estabelecidos possam ser cumpridos, além de garantir a qualidade do produto final e que os custos da obra não ultrapassem os valores definidos previamente.

Muitos problemas como perdas com transporte, ociosidade de funcionários pelo fluxo de materiais ineficiente, movimentações desnecessárias causadas pela desorganização do canteiro de

obra, entre outras, acabam sendo atividades que não agregam nenhum valor ao produto final, prejudicando o andamento das obras.

Um bom planejamento de obra poderá minimizar as perdas. O controle da obra e seu planejamento são de extrema importância para uma implementação eficaz das ferramentas Lean. Observa-se que a obra poderia ter sido mais produtiva desde o início se treinamentos tivessem sido realizados antes.

APPLICATION OF THE LEAN CONSTRUCTION SYSTEM IN SMALL CONSTRUCTIONS IN THE MUNICIPALITY OF ARARUNA – PB

ABSTRACT

This article presents the analysis of the results of the application of the Lean Construction in five small construction in the municipality of Araruna - PB through a quantitative and qualitative research. For the application of the Lean system, visits were made to the construction under study for analysis and later application of the tools that are part of Lean thinking and that the peculiarities of each construction were adequate. In the process of diagnosis for the implementation of the tools, it was observed the disorganization in the construction sites, besides the lack of planning for a better management in the construction. In this way, training was carried out in order to standardize the operations carried out in the works, the application of tools such as the Kanban of Production and the reduction of the cycle time through the re-adaptation of the construction sites. After application and data collection, it was verified that despite the difficulties in the implementation of the tools, they brought an increase in productivity and satisfaction to the builders. From these results, the lack of organization, planning and efficient management in the analyzed constructions is evident, which ends up causing losses as loss of productivity and waste of materials. In view of this, it was verified the necessity and importance of the implementation of innovations such as Lean Construction, in the construction sector of the municipality of Araruna.

Keywords: Management. Lean. Construction.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, A. C. **Introdução dos princípios da produção enxuta no processo de produção em uma construtora em Recife – PE. Estudo de caso de um edifício em construção de múltiplos pavimentos.** UNINTER. 2008.

AZEVEDO, M. J., NETO, J. P. B., NUNES, F. R. M. **Análise dos aspectos estratégicos da implantação da Lean Construction em duas empresas de construção civil de Fortaleza – CE.** Simpoi. 2010.

BERÇANETTI, V. C. **Contextualização dos 11 princípios da filosofia Lean Construction nas atividades de fechamentos em alvenaria de um edifício na grande cidade de Maringá – PR.** Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2014.

COSTA, G. S., AZEVEDO, M. J., RÔLA, E. S., NETO, J. P. B. **Estudo sobre a existência de relação entre os princípios da Construção Enxuta e os critérios competitivos da produção.** Canela, Rio Grande do Sul. 2010. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/384.pdf>. Acesso em: 10 out. 2018.

DELICI, E. H. **Análise da implantação dos princípios da Lean Construction no processo de produção de uma obra específica.** São Paulo. 2009.

FORMOSO, C. T. **Lean Construcion e a Construção Enxuta.** AEA, Educação Continuada, Seção Gestão, jun. 2015. Disponível em: <https://www.aea.com.br/blog/leanconstruction-e-a-construcao-enxuta/>. Acesso em: 29 out. 2017.

FORMOSO, C. T. **Lean Construcion: princípios básicos e exemplos.** Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GUIMARÃES, T. P. C., ESQUERDO, V. L. **Planejamento e Controle e a Teoria Lean Construcion na Construção Civil.** Techoje, São Paulo, 2013. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1484. Acesso em: 29 out. 2018.

HIROTA, E. H., FORMOSO, C. T. **O processo de aprendizagem na transparência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção.** UFRGS. 2000.

ISATTO, E.L. et al. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o 88 controle de perdas na Construção Civil.** Porto Alegre, SEBRAE/RS. 2000.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da Lean Construcion para redução dos custos de produção da casa 1.0.** São Paulo: Fundação Vonzalini, 2006.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, EUA, CIFE, 1992.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras.** 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

MOURA, A., SÁ, M. V. V. A. **Influência da racionalização e industrialização na construção sustentável.** Revista tecnologia e informação. 2013.

PÁDUA, R. C. **Implementação de Práticas de Lean Construcion em um Obra Residencial em Goiânia – Estudo de Caso.** Goiânia: UFG, 2013. 27 p.

RICHTER, V. **Diagnóstico da aplicação dos princípios da Construção Enxuta em empresas Construtoras.** Pato Branco: UTFPR. 2014.

SILVA, A. T. S. P. Maturidade do processo de planejamento e controle da produção baseada nos princípios da Construção Enxuta: Caso de uma empresa construtora capixaba. Vitória. 2010.

VENTURINI, J. S. Propostas de ações baseadas nos 11 princípios lean construction para implantação de um canteiro de obras em Santa Maria – RS. Santa Maria. 2015.