



**FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**RAÍSSA BORGES SILVA
THAYNNAN PATRYCK DUARTE ARAÚJO PAIVA**

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO *LEAN CONSTRUCTION* NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

PUBLICAÇÃO Nº: 24

**GOIANÉSIA / GO
2017**



RAÍSSA BORGES SILVA
THAYNNAN PATRYCK DUARTE ARAÚJO PAIVA

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO *LEAN CONSTRUCTION* NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

PUBLICAÇÃO N°: 24

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG.**

ORIENTADORA: ANA CLÁUDIA OLIVEIRA SÉRVULO

GOIANÉSIA / GO: 2017

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, RAÍSSA BORGES.
PAIVA, THAYNNAN PATRYCK DUARTE ARAÚJO.

A Aplicação do Método *Lean Construction* na Construção Civil [Goiás] 2017

xi, 30 P., 297 mm (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2017).

TCC – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

- | | |
|-------------------------------|--------------------|
| 1. Construção enxuta | 2. Economia |
| 3. Redução de processos | 4. Just in time |
| 5. Sistema Toyota de Produção | |
| I. ENC/UNI | II. Título (Série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, R. B.; PAIVA, T. P. D. A. A Aplicação do Método da *Lean Construction* na Construção Civil, Publicação XXXXX, Curso de Engenharia Civil, Evangélica, Goianésia, GO, Xp. 2017.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DOS AUTORES: Raíssa Borges Silva e Thaynnan Patryck Duarte Araújo Paiva

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: A

Aplicação do Método *Lean Construction* na Construção Civil.

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil ANO: 2017

É concedida à Evangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

**RAÍSSA BORGES SILVA
THAYNNAN PATRYCK DUARTE ARAÚJO PAIVA**

**A APLICAÇÃO DO MÉTODO *LEAN CONSTRUCTION* NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA FACEG COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL.**

APROVADO POR:

**ANA CLÁUDIA OLIVEIRA SÉRVULO, Mestre (FACEG)
(ORIENTADOR)**

**WANESSA MESQUITA DE GODOI QUARESMA, Mestre (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

**WELINTON ROSA DA SILVA, Especialista (FACEG)
(EXAMINADOR INTERNO)**

DATA: GOIANÉSIA/GO, 08 de DEZEMBRO de 2017.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus que nos presenteou com a vida.

Aos nossos pais, que amamos muito, por sempre me ensinarem a lutar, perder, levantar e vencer.

A nossa orientadora Ana Cláudia Oliveira Sérvulo, pela dedicação concedida a este trabalho.

Aos companheiros de sala, pelos momentos bons que passamos juntos, que jamais serão esquecidos.

Enfim, a todos que de alguma forma cooperaram para o desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

A metodologia *lean production* surgiu no Japão a partir do Sistema Toyota de Produção, nos anos de 1950, como um conjunto de princípios e ferramentas cuja finalidade era reduzir custo de produção pelo enxugamento de recursos em excesso e etapas do processo produtivo. Com a evolução do paradigma surgiu a intenção de aplicar estes princípios na construção civil, originando a metodologia *lean construction*. O presente trabalho buscou analisar e explicar os princípios, conceitos, ferramentas da filosofia *lean*, a fim de obter melhorias à construção civil. Utilizou-se a pesquisa bibliográfica em livros e artigos que mostram com clareza a aplicação do método em construções civis. Foi conceituado o paradigma da *lean production*, que deu origem a *lean construction*. Identificaram-se os princípios e exemplos praticados nos canteiros de obras para possível redução de custos no processo de execução. Conforme observado, os princípios gerais utilizados no método *lean*, como o aumento do valor do produto considerando as necessidades dos clientes, redução o tempo de ciclo, entre outros, são basilares na gestão da produção enxuta. A pesquisa destacou exemplos da aplicação na construção civil, tais como processo de concretagem, uso eficiente da mão de obra, e execução de instalações hidrossanitárias. Os exemplos apresentados permitiram melhor compreensão da aplicação prática da metodologia *lean construction*. Foi percebido que a aplicação da metodologia *lean construction* traz melhorias técnicas e economia ao processo construtivo.

Palavras chave: Construção enxuta, Economia, Redução de processos, *Just in time*, Sistema Toyota de produção.

ABSTRACT

The lean production method originated in Japan, from the Toyota Production System, in 1950, as a set of principles and tools whose purpose was reduce the production cost by reducing the excess resources and the stages of the production process. The evolution of this paradigm brought the intention to apply these principles in civil construction, which originated the lean construction method. The present paper aimed to analyze and explain the lean philosophy's principles, concepts and tools, to obtain appliance in civil construction. The lean production's paradigm, which originated the lean construction, was conceptualized. The principles and examples used in the construction sites were identified, as models to reduction in execution process's cost. As observed, the general principles used on lean methods, as raise the product value according the client's needs, reduce the cycle time, among others, are the base in lean production management. This research highlighted appliance examples in civil construction, as concreting process, efficient use of labor resources, and hydrosanitary installation's execution. The present examples lead to better comprehension of practical appliance of the discussed method. It has noticed that the lean construction application promotes technical improvements and economy to the constructive process.

Key words: Lean construction, Economy, Process reduction, Just in time, Toyota system process.

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1. Tipos de desperdício na produção (OHNO, 1997).	8
Figura 2. Modelo tradicional de processo (adaptado de KOSKELA, 1992).	11
Figura 3. Fluxo de materiais (KOSKELA, 1992).	12
Figura 4. Processo de concretagem na fundação. (PICHILEMU, 2010).	20
Figura 5. Eliminação de atividade que não agrega valor. (CARVALHO, 2009).	21
Figura 6. Kit de instalação hidrossanitário. NBR 15575-6/2013	22
Figura 7. Construção seca, vedação paredes de gesso e drywall. BEZERRA (2010).	23
Figura 8. Reboco interno feito com gesso. (BEZERRA, 2010).	25
Figura 9. Contrapiso autonivelante.	26

LISTA DE QUADROS:

Quadro 1. Conceito dos 7 desperdícios em sua ordem de importância, segundo OHNO (1997).....8

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	3
3.	“LEAN PRODUCTION”	5
3.1	SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	6
3.2	MÉTODO <i>JUST IN TIME</i>	9
3.3	AUTONOMAÇÃO	10
3.4	<i>LEAN CONSTRUCTION</i>	10
4.	PRINCÍPIOS E APLICAÇÃO DA <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	14
4.1	CONCEITOS DOS PRINCÍPIOS DA <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	14
5.	APLICAÇÃO DA <i>LEAN CONSTRUCTION</i> NA CONSTRUÇÃO CIVIL	19
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho vem tratar da Aplicação do Método da *Lean Construction* na Construção Civil, e resulta principalmente de pesquisas bibliográficas, com intuito de mostrar elementos da sua aplicação. Há séculos a *Lean Construction* foi criada e desenvolvida a partir do chamado Sistema Toyota de Produção, que buscou melhor adaptação dos conceitos de fluxo e geração de valor presentes no pensamento enxuto à construção civil. (OHNO, 1997)

A construção civil desde seu começo foi alvo de críticas em decorrência dos altos custos, o mesmo que dizer elevado desperdício de materiais e baixa produtividade. Isso se deve porque, em meados da década de 1980, existiam várias obras públicas com poucas exigências quanto à qualidade e os clientes das mesmas eram despreparados para exigirem os seus direitos de consumidores. (FORMOSO, 1991)

Segundo (OHNO 1997), em 1990 surgiram alternativas como modelo para a gestão de produção na construção civil, a melhor desenvolvida, a *Lean Construction* ou seja, Construção Enxuta, é aquela que foi baseada no paradigma da *Lean Production* (Produção Enxuta) caracterizada como uma forma de organização da produção desenvolvida no Japão em meados da década 1950, contrapondo-se em vários pontos à Produção em Massa. (ISATTO *et. al.*, 2000).

O trabalho tem como objetivo discorrer sobre o surgimento da *Lean Construction*, qual foi descoberta pelo finlandês Lauri Koskela em 1992 baseada no paradigma do Sistema Toyota de Produção é conhecida por vários autores como Henderson, Larco (1999), Jones (1998) dentre outros como produção enxuta, sendo um aglomerado de ferramentas e técnicas que podem ser aplicadas em qualquer construção civil.

Por fim, o segundo capítulo destaca ainda a conceitualização da *Lean Construction*, voltados à construção civil, que teve início em 1992, com o pesquisador finlandês Lauri Koskela, tendo desenvolvido a filosofia, chamando também de *Lean Construction*. (KOSKELA, 1992)

O terceiro capítulo demonstra alguns conceitos dos princípios gerais utilizados no método da *Lean Construction*, bem como aumentar o valor do produto considerando as necessidades dos clientes, reduzir a variabilidade, reduzir o tempo de ciclo, aumentar a flexibilidade de saída e transparência do processo. (SANCHEZ, 2001).

No presente capítulo são apresentados os princípios mencionados acima, são conhecidos como princípios basilares de gestão da produção cujo entendimento é suficiente

para compreender a *Lean Construction*. E, com isso são apresentados ainda exemplos da aplicação na construção como forma de uma melhor compreensão. (ISATTO et al., 2000).

Elenca também no capítulo segundo, a importância que os autores (FORMOSO, 1991), (SOILBELMAN, 1993), entre outros dão ao planejamento e controle de produção no canteiro da construção civil. Pode-se perceber que o planejamento é feito muitas vezes de forma informal, e com isso prejudica a consistência e eficácia do todo.

No quarto e último capítulo do presente vem apresentar a importância e aplicação dos princípios conceituados no capítulo anterior.

Para (KOSKELA 1992), cada princípio tem sua importância equivalente ao que se denomina de ferramentas no trabalho, sendo onze princípios para gestão dos processos na *Lean Construction*.

Como exemplos no quarto capítulo, como, processo de concretagem, o mesmo que falar no fim das perdas sofridas em construções civis com a aplicação do processo de concretagem quanto a *Lean Construction*, outro exemplo a ser estudado é quanto a mão de obra, pode ser entendida como produtividade, uma relação de entradas e saídas de um processo, a execução de instalações hidrossanitárias, são aquelas responsáveis pelas condições de saúde e higiene para a habitação, além de apoiarem todas as funções humanas nela desenvolvidas. As instalações devem ser implantadas na construção, de maneira que garanta a segurança dos usuários, dentre outros exemplos elencados no capítulo. (SANTOS,1999).

2. IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Antes mesmo de falar sobre a *Lean Construction*, é interessante discorrer sobre a importância da construção civil para sociedade; a atividade sempre esteve presente no meio da sociedade mesmo que não perceptível (ARANTES, 2008). Com decorrer dos anos a construção civil evoluiu e desenvolveu, por causa das obras demasiadas e procura pelo trabalho.

Com o crescimento da construção civil os profissionais viram a necessidade de desenvolver métodos para viabilizar o baixo custo nas obras sem que a produtividade fosse prejudicada, já que a demanda aumentava a cada dia. (ARANTES, 2008).

Relata FREITAS (2010), que o setor da construção civil é considerado a área mais crescente, e tem a capacidade de elevar o índice de emprego, bem como de produtos e de rendas, seja a prazos curtos ou médios, pois sua busca por mão de obra é enorme. O setor responsável pela fabricação de casas, prédios, estádios, faculdades e outras obras de grande porte, com a intenção de movimentar a economia brasileira.

Acrescenta ISATTO (2000), que o ramo das construções civis é onde se concentra o maior número de empresas, mãos de obra, insumos e atividades produtivas. Com o aumento das empresas nesse setor, cresce também a competitividade, isso faz com que elas busquem um diferencial de mercado, como por exemplo, um bom planejamento, boa execução de projetos e empreendimentos, entre outros.

MANZATTO (2013), destaca no geral a construção civil emprega cerca de 3 milhões de cidadãos a cada 2 anos, que na maioria não possuem qualificação para tal atividade. Gera empregos diretos e indiretos, e ainda impostos. Nos últimos 5 anos, a área civil foi responsável por cerca de 4,5% de tributos arrecadados no Brasil.

De acordo com levantamento do IBGE (2015), no ano de 2015 o setor de construção civil manteve em atividade 131,5 mil empresas, distribuídas entre os serviços de projetos e execução. O setor empregou 2,5 milhões de pessoas, sendo que quase 50% da mão de obra empregada no setor concentraram-se na região Sudeste do país, e somente 8% na região Centro Oeste.

Neste mesmo ano a receita do setor foi de mais de 350 milhões de reais e os custos e despesas chegaram a 300 milhões de reais. Dos custos e despesas, 33,3% corresponderam ao gasto com pessoal; 22,4% ao consumo de materiais de construção, como asfalto, cimento,

concreto, tijolos e vergalhões; 14,2% às terceirizações; 2,3% com combustíveis; 2,3% com manutenção de equipamentos; e 25,5% com demais despesas (IBGE, 2015).

Quando se trata do Brasil, pode-se dizer que mesmo em tempos de crises continua sendo considerado um país em crescimento. De acordo com BEZERRA (2010), o ramo da construção civil nunca para. O que acontece é a redução da procura por construções e não a paralisação. A redução nos financiamentos ocorrida nestes últimos anos reduziu o volume de obras ativas. Contudo, obras paradas também geram custos associados ao tempo ocioso, à depreciação do material acumulado nos canteiros de obras, aos custos com pessoal, e por isso esta desaceleração das atividades deve também buscar a redução de gastos.

Ainda ocorre o mau planejamento nas obras, e reflete em desperdício de material, custos altos e prolongamento das obras. Por isso deve ser estimulada no setor a busca por melhorias neste sentido, sobretudo na implantação de programa de qualidade. No Brasil é preciso uma adaptação diferente, uma gestão com mudanças, algo mais tecnológico.

3. “LEAN PRODUCTION”

A produção enxuta (*lean production*) surgiu no Japão nos anos 50, através de dois engenheiros, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno que aprimoraram o modelo utilizado pela empresa norte americana *Ford Motors*, definido como um sistema de produção em massa. Descobriram que seria necessário criar um novo processo onde não ocorressem desperdícios em relação aos materiais e mão de obra (FUJIMOTO, 1999). A *lean production* objetiva a eliminação das perdas, através da criação de uma atividade contínua de valor, isso deve ocorrer em todas as etapas da produção (ALVES, 2000). Quando aplicado corretamente à produção é possível perceber a eliminação do trabalho desnecessário de um bem ou serviço.

FREITAS (2010) diz que, a construção enxuta teve surgimento em meados dos anos 90, originando na indústria automobilística Toyota Motor Company, pois se destacou pelo seu enorme e pensado sistema de gestão em plena segunda guerra mundial. O plano de gestão modificou a administração da produção, trazendo métodos inovadores, como o aumento de produção, a eliminação de desperdícios e o racionamento, visto que estavam em meio à crise.

O método da *Lean Construction* foi criado, pelo simples fato de que os profissionais, empresas, perceberam a necessidade de melhorar a maneira de se controlar os gastos, a produtividade, o retorno financeiro. Como explica Freitas (2010) a construção enxuta se originou do Sistema Toyota, onde foi utilizado pela primeira vez o método de racionamento.

Ressalta KOSKELA (1992), ainda sobre a *Lean Construction*:

“A *Lean Construction*, também conhecida como Construção Enxuta é uma filosofia de gestão de produção, originada em 1992, pelo trabalho do Finlandês Lauri Koskela que publicou o *Application of the New Production Philosophy to Construction* pelo CIFE– Center for Integrated Facility Engineering, ligado à Universidade de Stanford, EUA. Koskela adaptou os princípios do sistema Toyota de produção para a construção civil”.

Em 1992, o finlandês Lauri Koskela publica um trabalho baseado nos princípios do Sistema Toyota de Produção, ligado diretamente para a Construção Civil, com objetivo de proporcionar suporte de qualidade no sistema de produção.

Os conceitos em primeiro momento servirão de referência para que alguns pontos previstos no referente a *Lean Construction*, sejam tratados durante todo trabalho, como por exemplo:

“é necessário ter consciência clara da importância de cada ferramenta e ser efeito na obra, não se pode usar somente porque alguém disse que era boa ou algum consultor mandou aplicar. A empresa deve levar em consideração o tipo de obra quando utilizar uma determinação

técnica. A linha de balanço ou tempo caminho é uma técnica boa para empreendimentos repetitivos, condomínios compostos por casas, prédios altos com vários pavimentos” (BERNARDES, 2002).

O conceito de *Lean Construction* busca desvincular o paradigma gerencial e focar na produtividade, por meio da eliminação dos desperdícios (produtos defeituosos, superprodução, transporte, tempo de espera, ociosidade) em todas as etapas do processo de construção (KOSKELA, 1992).

Com base nos tipos de desperdícios, explica BERNARDES (2002) que os profissionais vêm criando soluções dentro dos canteiros de obras, com intuito de diminuir os desperdícios em todas as maneiras e conseqüentemente os custos gerados por eles.

3.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

O Sistema de Toyota de Produção nasceu por meio do engenheiro mecânico Taiichi Ohno na década de 50, afim de buscar a redução de custos na empresa como mencionado acima. (OHNO, 1997).

Por diversos anos o sistema de produção foi testado e utilizado por setores industriais, com intuito de modificar a organização das atividades produtivas, estabelecendo assim um novo modelo de gestão de produção. Modificações essas que foram propostas inicialmente na indústria automobilística japonesa, e sua aplicação se deu no Sistema Toyota de Produção. (FORMOSO, 2000).

Entende-se que a Produção Enxuta, teve surgimento na empresa automobilística Toyota. Que por sua vez passava por crise no país gerada pelo fim da Segunda Guerra Mundial, mas precisava de alcançar a eficiência e ao mesmo tempo a redução de custos. (KOSKELA, 1992).

O principal motivo para qual foi criado o Sistema de Produção é a eliminação das perdas ocorridas através de serviços contínuos, em todas as etapas do processo de produção para que pudessem entregar o produto final aos consumidores. A produção enxuta tem ainda como foco eliminar o trabalho desnecessário, qual é caracterizado como perda. (ALVES, 2002).

O termo perda é definida como qualquer elemento que gera custos, mas que não adiciona valor ao produto o serviço. No Sistema de Toyota de Produção perda pode ser comparada à etapa de inspeção final de um produto não gera valor a este produto, e sim, aos custos de operação e retrabalhos. (ANTUNES, 1998).

De acordo com WOMACK et al. (1990), o termo “lean” ou “enxuta” foi associada à utilização de menores quantidades de recursos, menor esforço dos funcionários e investimento em ferramentas em todas as etapas da produção, ao contrário da produção em massa. Neste momento, surgiu entre as empresas a concepção de qualificação dos operários visando a especialização em atividades específicas do processo. Dessa forma, o autor definiu as características peculiares na aplicação do *lean production*, nas condições de trabalho e funcionamento, são elas:

- Mão de obra especializada;
- Contratos a longo prazo;
- Valorização das opiniões construtivas;
- Linha de produção em série;
- Posição fixa dos trabalhadores;
- Stocks residuais;
- Produto variável – transições rápidas.

3.1.1 Desperdício na Produção

WOMACK et al. (1990), elenca que o maior desperdício considerado pelo Sistema Toyota é o da superprodução, pois é caracterizada por uma produção superior à necessária. Importante dizer que o método *just in time* se prende com a eliminação dos desperdícios. Outro meio de desperdício que foi eliminado com a adaptação do Sistema da *Lean* foi o de transporte, está relacionada à máxima eliminação de insumos, acabando assim com custos elevados, entre outros meios de desperdícios, como no tempo de espera, no excesso da produção. São caracterizados em 7 tipos, como mostra a Figura 1.



Figura 1. Tipos de desperdício na produção (OHNO, 1997).

Quadro 1. Conceito dos 7 desperdícios em sua ordem de importância, segundo OHNO (1997).

Superprodução	Considerado como um dos principais fatores de desperdícios, portanto o mais difícil de ser eliminado. A Superprodução é ocasionada quando se produz além da demanda e/ou em momento que não há necessidade (FORMOSO, 2002). O correto é produzir somente o necessário, o suficiente para atender os consumidores em suas necessidades de utilização.
Tempo de Espera	Segundo Shingo (1996), o tempo de espera por uma atividade reflete em todos os setores do processo de produção, ocasiona tumulto devido à ociosidade de trabalhadores e máquinas.
Transporte	Trata de um serviço fundamental para movimentação de materiais e matérias primas. Desperdícios internos devido ao transporte mal gerenciado diversas vezes não são mencionados (FERNANDES, 2004), embora exerçam influência nos custos de produção (SHINGO, 1996).
Excesso de processamento	Corresponde às etapas que não somam valor em si ao produto final; o processo pode ser simplificado a fim de reduzir etapas para execução de atividades, implicando em um processo produtivo mais eficiente (GHINATO, 1996).
Inventário	Inventário enquanto desperdício é o capital parado. A existência de estoques gera gastos altos e movimentações desnecessárias, além de não promover vantagem à empresa (SHINGO, 1996).
Movimento	Operações inúteis que devem ser eliminadas, uma vez que a produtividade é inversa ao tempo de produção (ANTUNES JUNIOR, 1995).
Defeitos	O controle de defeitos na produção garante a continuidade das tarefas, enquanto produto final este controle reflete na satisfação do consumidor.

Os denominados desperdícios estão interligados, uma vez eliminado um deles consequentemente ficam limitados os outros no seu efeito, assim destaca FORMOSO (2002).

Segue por MONDEN (1983), além do objetivo principal de produção em quantidade suficiente, existem objetivos secundários:

Segue por MONDEN (1983) os objetivos secundários:

“controle da quantidade, que proporciona ao sistema a adaptação às flutuações diárias e mensais em termos de quantidade e variedade; garantia de qualidade, que garante que cada processo irá fornecer apenas bons produtos aos processos subsequentes; respeito pela humanidade, que tem de ser cultivado, uma vez que o sistema utiliza a mão de obra para alcançar o objetivo de custos.”

Segundo Formoso (2002), o ideal do *Just in Time* e da Automação é fabricar apenas o suficiente, fazendo com que a eficiência na linha de produção cresça. Neste contexto desenvolveu-se a filosofia Kaizen e Kanban, definida como um sistema em que a demanda é quem determina o volume de produção, e consequente mente o fluxo produtivo.

Antes do STP os desperdícios eram tratados como algo comum à produção, após sua utilização foi possível focar os esforços em agregar valor aos produtos finais (FORMOSO, 2002), promoveu equilíbrio operacional, aumento de qualidade e redução de custos (MAXIMINIANO, 2005).

3.2 MÉTODO *JUST IN TIME*

A logística tem em suas formas de ordenamento mais sofisticado e difundido atualmente o *just in time*, concebido no Japão juntamente com outros aspectos do toyotismo (CARVALHO, 2017). Importante dizer que o método *just in time* se prende com a eliminação dos desperdícios na produção, transporte e disponibilização para venda no momento e quantidade incompatível com a demanda.

Esta filosofia é composta de práticas gerenciais aplicáveis em qualquer atividade, podendo ser definida pelos aspectos da produção em estoque, eliminação do desperdício, manufatura de fluxo contínuo, esforço contínuo na resolução de problemas, e melhoria contínua dos processos (SOUZA et al., 2013).

SLACK et al. conceituam (2002):

“ *just in time* significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários, não antes para que não formem estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar.”

Por fim, a utilização da prática do *just in time* tem por objetivo alcançar melhores resultados na qualidade, maior confiabilidade nos equipamentos e fornecedores, e ainda maior flexibilidade de resposta por meio da redução de tempos de preparação de máquinas para a produção de lotes menores. (CORRÊA, 1993)

3.3 AUTONOMAÇÃO

Por autonomia, outra base do Sistema Toyota de Produção, entende-se como a capacidade, ou autonomia, de parar todo o processo caso ocorra falhas, com isso diminuir os desperdícios, pois a fabricação de produtos defeituosos será parada. A autonomia opera em sequência ao *just in time*, e trata do produto final (CORRÊA, 1993).

A autonomia no Sistema Toyota está associada diretamente a eliminação da superprodução e de produtos defeituosos, cuja aplicação atinge benefícios no pensamento da gestão da produção e suas estratégias (SILVA e SANTOS, 2010)

3.4 LEAN CONSTRUCTION

Segundo KOSKELA (1992) a filosofia do pensamento *Lean* teve início durante o STP no Japão, conhecido também como Produção com Estoque Zero. Tal método surgiu como uma nova concepção de produção industrial a partir de trabalhos desenvolvidos por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo na indústria automobilística. Segundo Coriat (1994), a ideia surgiu da necessidade em aumentar a eficiência da produção, eliminar desperdícios como grandes estoques e atividades desnecessárias (força de trabalho), objetivando aumentar os lucros, já que a atmosfera vigente no país se encontrava em baixa de materiais, recursos humanos e financeiros, e pequenas áreas para produção. Além disso, a produção deveria ser pautada de acordo com as necessidades do mercado consumidor, onde o cliente fosse o ponto chave da produção.

De acordo com FORMOSO (2002), no início da década de 90 surge um impulso da área acadêmica ligada ao setor da construção com o objetivo de envolver conceitos e princípios da Gestão da Produção às peculiaridades do setor. Tal esforço foi importante para o surgimento do termo *Lean Construction* (Construção Enxuta), utilizando como base os princípios da Produção Enxuta (*Lean Production*).

A área da construção civil caracteriza-se pelo alto índice de desperdício, com produtos de baixa qualidade, numerosos casos de problemas nas construções, processos sem eficiência e eficácia. Diante de tais problemas, e analisando os objetivos da Produção Enxuta,

o ramo construtivo mostra-se promissor aos resultados que podem ser obtidos através da aplicação dos conceitos da construção enxuta. (JUNQUEIRA, 2006).

PENNEIROL (2007 *apud* PEREIRA, 2012) enfatiza que:

O *Lean Construction* consiste na aplicação da filosofia *Lean* à construção, para atingir uma entrega de valor rápida e viável para o cliente, desafiando a confiança nas relações de permuta entre tempo, custo e qualidade (PENNEIROL, 2007 *apud* PEREIRA, 2012).

Segundo LIMA (2016), foi através do pesquisador Lauri Koskela (1992) que houve uma adaptação dos conceitos de *Lean Production* para o *Lean Construction*. Apesar da base ser igual aos dois processos, relata ainda que Koskela desenvolveu um novo conceito voltado à construção civil.

Destaca KOSKELA (1992), a visão tradicional do processo de produção era basicamente ligada em atividades de conversão de matérias primas em produtos. Dentro desse modelo de conversão existe os subprocessos, também considerados atividades de conversão, ou seja, a menor unidade da divisão hierárquica do processo, no âmbito tradicional, caracterizada operação (Figura 2).

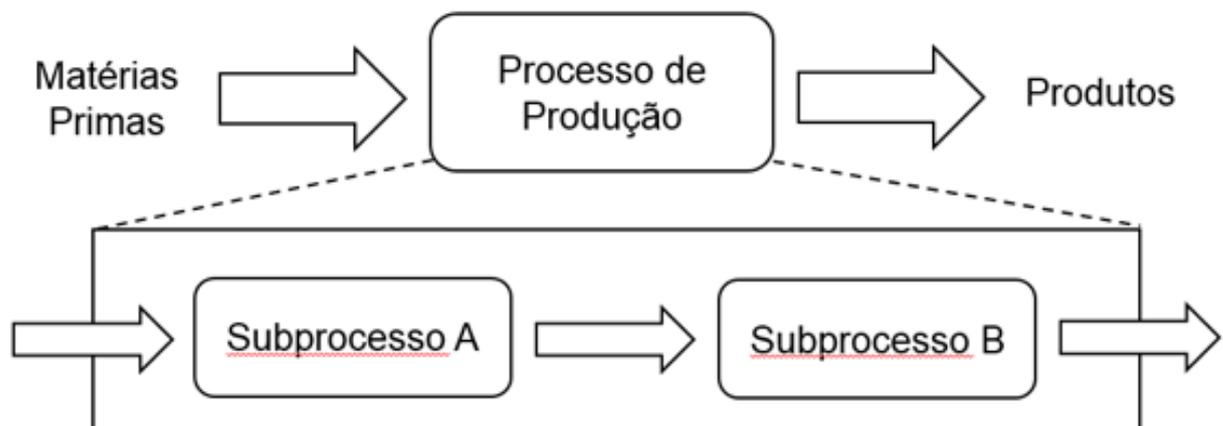


Figura 2. Modelo tradicional de processo (adaptado de KOSKELA, 1992).

A Figura 2 é explicada por KOSKELA (1992), como o valor de cada subprocesso está diretamente ligado ao valor de suas matérias primas. Uma outra característica do modelo de conversão é a minimização dos custos que se dá por meio da redução de custos dos subprocessos a ele associados.

HIROTA e FORMOSO (2000) descrevem que a estruturação do conceito de construção enxuta encontra dois problemas, sendo a adaptação dos conceitos japoneses no ocidente e a postura conservadora dos profissionais da engenharia civil, com falta de visão

estratégica e sistêmica e a predominância da visão de curto prazo, característica de tais profissionais.

A diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a *Lean Production* é principalmente conceitual. A mudança mais importante para a implantação do novo paradigma é a introdução de uma nova forma de entender os processos (FORMOSO, 2002).

Segundo FORMOSO (2002), a 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 (ou conversão) e inspeção (Figura 1). As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo por esta razão denominadas atividades de fluxo. Nem toda a atividade de processamento agrega valor ao produto. Por exemplo, quando as especificações de um produto não foram atendidas após a execução de um processo e existe a necessidade de retrabalho, significa que atividades de processamento foram executadas sem agregar valor. É evidente que os itens definidos nos orçamentos convencionais e nos planos de obra implicitamente contêm as referidas atividades de fluxo. Entretanto, o fato de que as mesmas não são explicitadas dificulta a sua percepção e prejudica a gestão da produção.

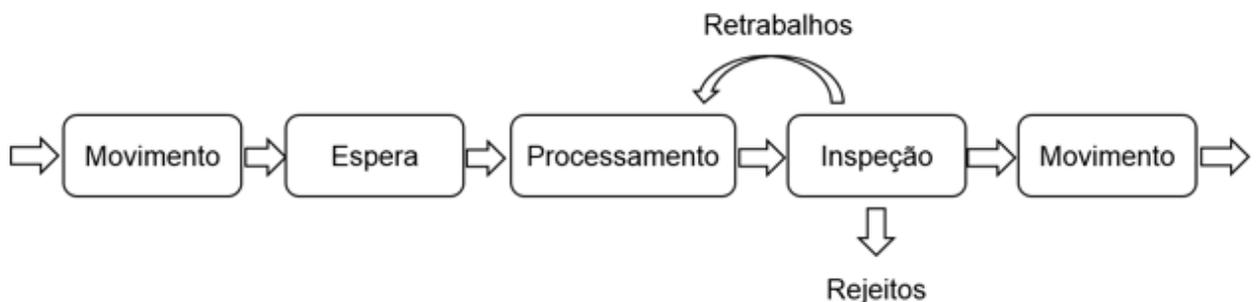


Figura 3. Fluxo de materiais (KOSKELA, 1992).

Processo é a atividade que promove mudanças com intuito de dar forma ao material, essa atividade é a única que agrega valor ao produto final, quanto a inspeção, é conhecida como a verificação e comparação com aquilo que foi desejado, tal atividade não agrega valores, mais deve ser observada pela sua finalização e aprovação. A atividade de transporte é a locomoção, utilizada na etapa de fabricação, não gera valor, e bastante importante para formação do produto final ao ser entregue para os consumidores. E por fim, a espera, é caracterizada pelo espaço de tempo entre as ocorrências, inspeção e transporte, a atividade que pode ser melhorada caso haja planejamento prévio. (FORMOSO, 2002).

KOSKELA (1992), explica ainda que além dos conceitos bases de Construção Enxuta existem princípios também necessários para a gestão dos processos: aumentar o valor para o cliente mediante a consideração de seus requisitos; diminuir a parcela que não reúne valor no processo produtivo; simplificar o projeto produtivo; reduzir o tempo de ciclo; diminuir a variabilidade; aumentar a transparência; focar o controle do processo como um todo; alternar esforços de melhoria de conversão e de fluxo; fazer benchmarking; praticar o kaizen; aumentar a flexibilidade de saída.

4. PRINCÍPIOS E APLICAÇÃO DA *LEAN CONSTRUCTION*

Para KOSKELA (1992), cada princípio tem sua importância equivalente ao que se denomina de ferramentas no trabalho, sendo onze princípios para gestão dos processos na *Lean Construction*:

- Reduzir atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor do produto;
- Reduzir a variabilidade do processo;
- Reduzir o tempo de ciclo;
- Simplificar por meio da redução do número de passos ou partes;
- Aumentar a flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência do processo;
- Manter o foco no controle como um processo;
- Gerar melhorias contínuas;
- Criar o balanceamento de melhorias entre o fluxo e as conversões;
- Aplicar a *benchmarking*.

4.1 CONCEITOS DOS PRINCÍPIOS DA *LEAN CONSTRUCTION*

4.1.1 Reduzir atividades que não agregam valor

Este primeiro princípio trata da redução da parcela de atividade que não gera valor ao produto final, além de consumir recursos, tempo e espaço. Um fator interessante a ser lembrado nesse princípio são as atividades que agregam valores, pois são aquelas que fazem a conversão do material, informação ou serviços no sentido de atender as necessidades dos clientes. (KOSKELA, 1992)

Para BEZERRA (2010), o processo de planejamento de produção na construção, é fácil de ser implantado nesse princípio, na medida em que deseja a redução das tarefas de movimentações, espera e inspeção.

SANTOS (1999) conceitua a redução das parcelas das atividades:

“significa reduzir as atividades que consomem tempo, recursos ou espaços e não contribuem para atender aos requisitos dos clientes. No entanto, é possível atacar diretamente as funções residuais, conhecidas também como atividades residuais. A redução das atividades que não agregam valor consiste em uma das principais formas de reduzir esse ciclo.”

Esse princípio não deve ser utilizado sem requisitos, já que vários processos de fluxo são necessários para a produção, como inspeções de qualidade, treinamentos de equipes, entre outros.

4.1.2 Aumentar o valor do produto

Outro princípio criado para melhor aplicação da *lean construction* na construção civil. Esse princípio agrega valor ao produto quando os requisitos dos consumidores internos ou externos são acolhidos. Aqui o processo na etapa da produção é mapeado, afim de identificar os clientes e suas reais necessidades. (KOSKELA, 1992)

Conforme BERNARDES (2003), os valores dos produtos podem ser aumentados na saída por meio da consideração dos requisitos dos consumidores internos e externos, com isso ocorre a melhoria da produção. E, ainda tem se que algumas variações são passíveis de redução como por exemplo as de matérias – primas.

Esse tipo de princípio não está diretamente ligado ao planejamento, pode ser implantado na etapa de coleta das informações, como vantagem a redução de retrabalhos de atividades. Possibilita melhorias no planejamento da produção, evitando trabalhos exagerados, passando assim ao cliente uma boa aparência (organização da empresa) (BERNARDES, 2003).

4.1.3 Reduzir a variabilidade do processo produtivo

Se justifica porque há elevadas variações e tendem a aumentar as tarefas que não geram valor e o tempo de execução do serviço, tendo como causa as interrupções de trabalhos contínuos. (SHINGO, 1996).

O princípio de redução da variabilidade pode ser padronizado no processo produtivo baseado em algumas razões, partindo primeiro do ponto de vista do consumidor, onde um produto uniforme é melhor e seu padrão é observado pela qualidade. E em relação aos prazos da construção, o aumento do ciclo tende a aumentar com certas variações em atividades que não agregam valores. (KOSKELA, 1992).

CAVALIERI (2000) diz que o desafio do planejamento nesse princípio é diminuir a variabilidade dos tempos dos diversos processos do fluxo produtivo, afim de promover nos processos mais consistência.

Há vários tipos de variabilidade no processo de produção da construção civil, como a variabilidade no processo anterior e no próprio, na demanda. (FORMOSO, 2005)

4.1.4 Reduzir o tempo do ciclo de produção

KOSKELA (1992) define o tempo de ciclo como a soma de períodos de tempo, isso significa o processamento, inspeção, espera e movimentação, elementos estes necessários para a fabricação de determinado produto. O princípio da redução do tempo está ligado à necessidade de comprimir o tempo disponível, como ferramenta de eliminação das tarefas de fluxo, bem como as parcelas que não agregam valor.

Defende SANTOS (1999), que o princípio pode ser implantado pelo processo de planejamento e controle da produção, na medida que é capaz de diminuir as parcelas das atividades que não agregam valor as etapas de produção. Destaca ainda o autor que uma das formas de reduzir as atividades que não agregam valores, seria desenvolver sistemas de processos padronizados, contínuos e repetitivos.

4.1.5 Simplificar por meio da redução do número de passos ou partes

Refere-se a redução de componentes do produto ou da quantidade de passos em um fluxo de material ou informação, ou seja, na medida que se tem um número maior de passos ou partes ligadas ao processo ou produto, as tarefas como inspeção e movimentação faz com que o tempo aumente entre as atividades. Deve ser observado nesse princípio que ele leva a eliminação de atividades que não agregam valor. (KOSKELA, 2000)

Segundo ISATTO (2000), a simplificação inclui a diminuição dos fluxos das atividades concretizando em menos etapas e peças do produto por meio de mudanças no projeto. Essa utilização de ferramentas de pré-fabricação e o planejamento eficaz do processo de produção, podem ser opções.

4.1.6 Aumentar a flexibilidade de saída

KOSKELA (1992) afirma ser possível entender ambos os lados, a empresa e de outro lado o cliente. Já SANTOS (1999) diverge do autor acima, dizendo que os clientes mudam de opinião e para isso a empresa possui recurso com intuito de satisfazer seus clientes.

A aplicação do princípio se dá através da redução do tamanho dos lotes, ou no uso da mão de obra. Nesse sentido, o valor de grupos capacitados, agrega valor ao produto final, afim de reduzir custos, capaz de atender as necessidades dos clientes. (HIROTA, 2001).

4.1.7 Aumentar a transparência do processo

O sétimo princípio vem tratar do aumento de habilidade das atividades da produção quanto ao processo de comunicação com os funcionários, com isso diminuir a possibilidade de falhas no momento da produção, proporcionando assim maior clareza aos processos. (KOSKELA, 1992)

Para JUNQUEIRA (2006), o objetivo desse princípio é tornar transparente o processo de produção, de maneira que facilite o controle de melhorias, fazendo do fluxo das operações do início ao fim compreensível para os trabalhadores. Destaca ainda algumas formas capazes de aumentar a transparência, bem como, remoção dos obstáculos visuais; a utilização de dispositivos visuais; emprego de indicadores de desempenho e limpeza do canteiro.

4.1.8 Manter o foco no controle como um processo

É possível perceber neste princípio o surgimento de perdas através do controle do processo focado em etapas, pois aqui não é levado em consideração o processo como todo. O processo de produção é estabelecido por diversos níveis, e pode ir além dos limites estabelecidos pela empresa, envolvendo clientes e fornecedores. (BERNARDES, 2003)

ISATTO (2000), considera que manter o foco no controle como um todo, visa a melhoria, e tende a não levar em consideração as partes do processo. Pode ainda o princípio ser aplicado na medida em que haja transformação de postura, por parte dos interessados na produção. Nesse caso, há ligação entre níveis de planejamento.

4.1.9 Gerar melhorias contínuas

Na maioria das vezes esse princípio é implementado por meio do planejamento e controle da produção. Os esforços que tem como objetivo a redução do desperdício e o aumento da agregação do valor do produto dever ser realizado de modo contínuo e interativo na empresa. As melhorias contínuas devem ser estabelecidas por meios de metas. (LORENZON, 2008)

Ressalta MAXIMIANO (2004), por sua vez que os padrões dos produtos e serviços, teve surgimento no controle de qualidade, garantindo a uniformidade das peças. Pode ser observado que a boa prática de realizar padrões de serviços e atividades estimula a melhoria do fluxo de transformação, aumentando a linha de balanceamento entre movimentos e transformação.

4.1.10 Criar o balanceamento de melhorias entre o fluxo e as conversões

Conforme KOSKELA (1992), a ideia de melhoria das atividades produtivas, deve ser apresentado, tanto nas melhorias das conversões de fluxos, e nas atividades de transformações. Vale dizer que as melhorias dependem do impacto que terá na conversão e vice-versa.

A aplicação desse princípio se dá pela consciência por parte da gerencia de produção sendo necessário atuar nas duas frentes. A primeira frente se trata da eliminação de perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque do processo e, próxima frente seria a avaliação da possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica. Por fim, diz o autor que esse princípio deve ser observado no projeto, bem como na formulação de estratégia da obra. (BERNARDES, 2003).

4.1.11 Aplicar a *benchmarking*

Significa “referencias de ponta”. Usada para alcançar metas, ir em direção à competitividade e crescimento da organização. Esse princípio proporciona as empresas buscarem inovações, o que permite organizações de porte menor. Consiste ainda em um processo de aprendizado a partir de métodos adotados de diversas empresas consideradas como chefes em um determinado segmento de mercado. (BERNARDES, 2003).

Explica OHNO (1997), que a empresa não deve aceitar apenas o que está escrito no manual, ou seja aquilo que deu certo em outros locais, em outros momentos, e sim entender porque deu certo, o que foi utilizado para melhorar o sistema produtivo.

5. APLICAÇÃO DA *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Pode-se dizer que com a aplicação do método da *lean construction* em canteiros de obras é possível observar de forma direta, a diminuição de custos de mão de obra, tanto em obras grandes quanto pequenas. BEZERRA (2010), elenca que a implantação da *lean* em um projeto habitacional reduz custos de materiais, mão de obra, com isso os gastos.

Nos dias atuais a importância de se implantar a *lean* em construções civis cresceu devido aos custos elevados quanto ao processo de execução em projetos habitacionais e empresariais, pois com a aplicação do método nota-se uma redução drástica das atividades que não agregam valor ao consumidor final, ou seja, o tempo de espera será menor.

ARANTES (2008), afirma que as empresas construtoras, na maioria, objetivam lucros com suas construções, com isso cada vez mais aplica-se a *lean* com intuito de eliminar desperdícios de valores, pois é possível reduzir custos com ferramentas ineficientes, mão de obra, dentre outros.

BERNARDES (2001), diz que a aplicação dos princípios se dá através do processo de planejamento e controle de produção. Com o planejamento e controle de produção bem pensado observa-se a rapidez nas soluções de falhas relacionadas a perdas no processo de execução.

As etapas no processo de execução em canteiros de obras civis, são, fundação, estrutura, vedação, hidrossanitário, parte elétrica, revestimento, e acabamento, afim de identificar onde acontece a redução de custos quanto a aplicação da *lean*.

O planejamento do canteiro de obra objetiva a melhor utilização do espaço onde será a construção, de maneira a possibilitar os operários e máquinas a trabalharem com segurança e eficiência, como resultado a minimização de movimentos, tempo, mão de obra. (ARANTES, 2008).

Esse processo consiste na apresentação dos princípios, bem como identificar a utilização deles nos canteiros de obras, através de exemplos práticos, apresentados a seguir.

a. *Processo de concretagem*

É importante mencionar o processo de concretagem quanto a *lean construction* no que diz respeito as perdas sofridas em construções civis, ou seja, antes da aplicação do método de concretagem através de caminhões, os profissionais da construção confeccionavam o concreto por horas, com o novo modelo de utilização a construção ganha tempo para

executar outras atividades já que o concreto chega pronto no canteiro de obras, apenas para ser espalhado no lugar correto.

A concretagem para SOUZA (1999), consiste em receber ou produzir o concreto, transportá-lo até o local de sua aplicação, com intuito de lançar, espalhar, nivelar e por fim dar acabamento planejado no material.

Segundo SOUZA (1999), com a aplicação do concreto em canteiros de obras é possível observar perdas do material, quando confeccionadas no local, por diversas vezes os profissionais erram a medida, com isso vem desperdícios. A partir daí, pode –se perceber as várias origens de desperdício, sendo necessário a análise minuciosa do todo, de maneira a se obter auxílios afim de alcançar sua redução.

Como mostra a figura 4, o processo de concretagem requer tempo para sua aplicação, na maioria das vezes é um processo que leva o dia todo para ser executado. Com método de receber o concreto pronto no canteiro através de caminhões próprios é possível perceber a diminuição do tempo gasto para a conclusão da etapa de concretagem.



Figura 4. Processo de concretagem na fundação. (PICHILEMU, 2010).

Como alternativa ideal seria a reavaliação prévia de quantidade de material para pedir o essencial e aproveitar de uma vez só o concreto.

Como exemplo prático da aplicação do serviço de concretagem, pode-se dizer que com a sobra do concreto é necessário que os responsáveis da obra estejam preparados para tal evento, e com isso deixem fôrmas de pilares, vigas, e demais peças preparadas para

aproveitamento do concreto (SOUZA, 1999). Com a aplicação em lugares já preparados haverá assim a redução de perdas na concretagem.

b. Eliminação de atividade que não agrega valor

Neste caso a mão de obra pode ser entendida como produtividade, uma relação de entradas e saídas de um processo.

A mão de obra consiste no pressuposto de que ocorrem diversas variações ao decorrer do tempo, em razão de vários aspectos, como, método construtivo, tipo de trabalho, variáveis de projeto, dentre outros. A medição da produtividade da mão de obra se dá por meio de indicadores parciais caracterizado como razão unitária de produção. (CARVALHO, 2009).

A figura 5 apresenta a aplicação de argamassa por bombeamento, um marco importante na construção civil, porque antes os construtores deveriam espalhar a argamassa em pequenas quantidades. Como mostra abaixo a aplicação da *lean construction* pode ser percebida através da redução do tempo e mão de obra, pois a argamassa será espalhada por um mangote no local correto.



Figura 5. Eliminação de atividade que não agrega valor. (CARVALHO, 2009).

Fornecer ferramentas que viabilizem a execução com mais praticidade e rapidez, e menor esforço, é interessante para o andamento da obra. A rapidez na execução resulta em maior produtividade, pois o tempo gasto em atividades que não agregam valor torna-se reduzido. O menor esforço requerido para o servente executá-la também atende ao princípio

de economia de mão de obra defendida pela construção enxuta, vez que em alguns casos um único operador é capaz de executar uma tarefa que antes requeria vários.

Como exemplos podem ser citados: concretagem por bombeamento, aplicação de argamassa por bombeamento. O uso de maquinário nestes processos permite homogeneizar a produção e aplicação destes materiais, como observado por FONSECA et al. (2011) na mecanização das etapas de chapisco, emboço e reboco.

c. Execução de instalações hidrossanitárias.

Conforme a NBR 15575-6/2013 as instalações hidrossanitárias são aquelas responsáveis pelas condições de saúde e higiene para a habitação, além de apoiarem todas as funções humanas nela desenvolvidas. As instalações devem ser implantadas na construção, de maneira que garanta a segurança dos usuários.



Figura 6. Kit de instalação hidrossanitário. NBR 15575-6/2013

A figura 6 mostra, a utilização de procedimentos padronizados de execução de instalações hidrossanitárias, que tem como objetivo a redução de vazamentos posterior, acabando-se assim a ocorrência de retrabalhos. (BEZERRA, 2010).

d. Alvenaria de vedação

Conceitua BEZERRA (2010), alvenaria de vedação:

“São paredes que tem a função de dividir ambientes externos e internos de uma edificação. Suportam somente seu próprio peso. Os componentes de vedação podem ser blocos de concreto, blocos cerâmicos, painéis pré-moldados, entre outros”.

Para BEZERRA (2010), a *lean construction* é percebida na aplicação de alvenaria de vedação no canteiro de obras de pequeno e grande porte, pois objetiva a eliminação de detalhamento e aperfeiçoamento nos ambientes divididos por paredes de alvenaria. O que aconteceria caso fosse utilizado paredes convencionais.

As paredes de alvenaria como pode ser observado na figura abaixo, são capazes de assegurar desempenho com vedação, na proteção de ambientes contra correntes de ar, águas, calor e frio. Pode ser utilizado nas obras civis grandes e pequenas afim de atender aos padrões de necessidades e de segurança de seus consumidores finais.

A execução da alvenaria de vedação diz respeito ao processo de agregar valor ao produto, fazendo com que haja mudanças rápidas para suprir as exigências do cliente. (SANTOS,1999). Por isso, nos dias atuais é a mais usada, por facilitar o fechamento de paredes, o que ocorre com blocos de concreto ou cerâmicos.

A alvenaria de vedação com *Drywall*, é uma solução que utiliza chapas de gesso acartonado, montados em estruturas de aço galvanizado. Considerado como material leve, com grande facilidade de modificações. A vantagem da instalação do *Drywall* é a redução de sujeira, e tempo, pois o mesmo se dá pela utilização de placas, e não de uma construção convencional onde usa tijolos, argamassa e outros materiais. (SANTOS, 1999).



Figura 7. Construção seca, vedação paredes de gesso e *drywall*. BEZERRA (2010).

Menciona a figura 7, a utilização de paredes de *drywall* na execução das divisórias internas, o proprietário do imóvel tem como opção futura a mudança dos ambientes do apartamento, pois esta matéria é de fácil instalação, é melhor que as paredes de tijolos

convencionais. Isso permite que aumente a flexibilidade do produto sem comprometer a eficiência do sistema de produção. (SANTOS, 1999).

Segundo SANTOS (1999), o *drywall* é indicado para ambientes com grandes áreas, pois isso facilita a divisão de espaços, dando a possibilidade de mudanças. As vantagens da utilização da alvenaria de vedação, sendo ela estrutural, *drywall*, são inúmeras, bem como, a diminuição no tempo da construção, economia no custo da obra, menor gasto com revestimento, e outras.

e. Reboco interno com gesso projetado

O emprego de pastas de gesso para a composição do revestimento de paredes interna tem conquistado muito espaço na indústria de construção civil. Diferentes empresas têm sido atraídas pela probabilidade deste material maximizar o consumo de soluções físicas da obra, uma vez que o próprio pode ser sobreposto diretamente na alvenaria, abolindo, assim, o revestimento em argamassa. O caso de possuir elevada capacidade de aderência, dispensa longos prazos de cura para um futuro acabamento, promovendo a execução dos acabamentos decorativos, podendo, inclusive, dispensar o uso da massa corrida, no caso de pintura. (SOUZA, 1998).

Atualmente o método do reboco através de gesso é bastante utilizado, pois os profissionais da construção civil visam melhores serviços e menores trabalhos, para satisfazer os clientes. O reboco tradicional realizado com cimento é mais oneroso, além de gastar muito material de construção, como areia, cimento e mão de obra, pode ocorrer trincas. A aplicação do reboco de gesso apresentado na figura 8, é considerado o substituto do tradicional e vem ganhando mercado por não demandar custos altos. (BEZERRA, 2010). O uso do reboco de gesso é bem comum em salas grandes e altas, apartamentos, paredes de *drywall*, isolamento acústico, entre outros.



Figura 8. Reboco interno feito com gesso. (BEZERRA, 2010).

É possível verificar o aumento da produtividade cerca de 30% com a aplicação do gesso projetado, mesmo que seja um pouco mais caro que o gesso liso, pois o gesso projetado reduz o prazo de entrega e, conseqüentemente, o custo de mão de obra. Além disso, o sistema de gesso projetado utiliza equipamentos pequenos e não depende de um equipamento de movimentação vertical. A qualidade do acabamento também gera economia em massa corrida na hora da pintura. (DIAS, 1994).

f. Uso do contra piso autonivelante

Segundo MARTINS (2009), a argamassa autonivelante é conhecida por argamassa auto adensável, ou ainda, revestimento contínuo. É um produto formulado a base de cimento, areia com granulometria, água e aditivos químicos. Tem como principal característica a elevada fluidez, e permite preencher espaços vazios e se auto adense onde for aplicado, somente sob o efeito da gravidade e de sua capacidade de fluxo.



Figura 9. Contra piso autonivelante.

A sua aplicação tem como objetivo otimizar prazos e aumentar a produtividade nos canteiros de obras. O uso visa acelerar cerca de 50% a execução do piso por pavimento e minimizar o estoque de agregados no canteiro, o que o torna mais funcional. As empresas buscam se adequar, afim de viabilizar o uso dessas tecnologias, em busca de novas soluções e condições econômicas. (MARTINS, 2009)

Para HOUANG (2013), a utilização da argamassa em contra piso nos dias atuais, se dá devido sua industrialização e modernização, se insere no setor da construção civil, com a intenção de reabilitar, regularizar e nivelar os contra pisos novos e antigos, deixando de lados os métodos convencionais de execução.

A figura 9, afirma que a aplicação do novo método de contra piso, é visível a redução de custos com mão de obra, prazos e transportes de matérias, além de oferecer aumento na produtividade, pois é necessário apenas um servente para manusear a mangueira para distribuir, enquanto os demais realizam outras atividades.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de pesquisas realizadas, foi possível concluir que algumas empresas da construção civil ainda não conseguiram se adequar ao método da “*lean construction*” por não acreditarem que há diminuições quanto ao processo de execução das obras.

Lean Construction, uma filosofia direcionada para as empresas construtivas, com intuito de obter melhorias das execuções, voltada aos esforços para a racionalização dos processos, através da otimização dos fluxos existentes entre trabalhos necessários a execução da obra.

Esse trabalho possibilitou identificar de uma maneira geral, que os princípios não são implantados integralmente porque as construtoras, não conseguem enxergar ainda a necessidade de novas técnicas ou ferramentas, mesmo sabendo que outras construtoras tiveram sucesso quanto à aplicação.

Enorme parte das empresas do ramo da construção civil sentem o “comodismo” da construção tradicional, portanto, não buscam melhorias trazidas pela implantação da *lean construction*, uma nova gestão.

A questão inicial tratada nesse trabalho é a visão enxuta da construção civil, afim de eliminar desperdícios ocorridos no canteiro de obras, através da aplicação do método da *lean construction*, onde as construtoras adotaram o modelo baseado nas atividades de fluxo e critérios de valor, ou seja, um gasto menor de materiais, mão de obra e outros. A proposta disso tudo é melhorar o processo de execução removendo falhas, tempo de espera. E com isso conclui-se com a *lean* houve e haverá grandes mudanças no que tange a gestão de construções civis, desde que os profissionais deixem o comodismo e apliquem de maneira eficiente.

É possível perceber, portanto, quando bem implementada, esta filosofia contribui para a redução de custos e para melhorar a qualidade dos produtos, do ponto inicial ao final, como mencionado no trabalho os exemplos práticos de aplicação nos canteiros de obras, como a utilização de alvenaria de vedação, que substitui paredes convencionais, bem como a utilização do mangote para distribuição de argamassa.

Importante destacar, a *lean construction* terá realmente eficiência se acontecer em trabalho sincronizado, com base no tempo, ritmo. Na construção civil ainda precisa ser adaptado bastante, pois os ciclos são grandes, com a aplicação do método da *lean* os ciclos podem ser diminuídos na sua produção, principalmente quando se trata de atividades que não agregam valor.

Resta dizer que o tema discutido merece atenção, pois o método da *lean construction* contribui de modo eficaz para a sustentabilidade na obra civil, quando o foco dos profissionais é a redução de perdas, desperdícios de materiais, acidentes e retrabalhos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo, PCC/EPUSP, 1998. Relatório Final : Vol.1-45p, Vol.2-592p, Vol.3-224p.

ALARCÓN, L.F.; DIETHELM, S. Organizing to Introduce Lean Practices in Construction Companies. *9th International Workshop on Lean Construction*, National University of Singapore, Singapore, August, 2001.

ALVES, T. C. L. **Diretrizes para a Gestão dos Fluxos em Canteiros de Obras**. 2000.152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFRGS, Porto Alegre. 2000.

ANTUNES JUNIOR, J. A.V. A lógica das perdas nos sistemas produtivos: uma revisão crítica. **Anais...** In: XIX Encontro Nacional da ANPAD, João Pessoa. 1995.

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. **Lean Construction: Filosofia e Metodologias**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Implementing lean construction: stabilizing work flow. In: ALARCÓN, L. (Ed.). *Lean construction*. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997. p. 101-110.

BARROS NETO, J. P.; SALES, A. L. F. Melhoria da Gestão da Produtividade: Um Estudo de Caso Realizado em 19 Canteiros de Obras de Fortaleza. **Anais...** In: SIMPOI, São Paulo, 2005.

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

BEZERRA, L. M. C. M. **Planejamento e Controle da Produção com a Utilização de Células de Trabalho**: Estudo de caso em construções com vedações em concreto armado moldadas *in loco*. 2010. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSC, São Carlos. 2010.

CAVALLIERI, L. V. P. **Modelos de Planejamento para Redução do Tempo de Ciclo do Pedido em Obras Civis**. 2000. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). UFSC, Florianópolis. 2000.

CONTE, A.S.I. *Lean construction: from theory to practice*. In: **Proceedings...** IGLC-10, Gramado, Brazil Aug. 2002

Construção seca: saiba mais sobre as paredes de gesso e drywall. Disponível em: <<http://www.arquitetasnomades.com.br/construcao-seca-saiba-mais-sobre-as-paredes-de-gesso-e-drywall/>> Acesso em 23 de out. às 18:34

CORIAT, Benjamin. **Pensar Pelo Avesso**. Rio de Janeiro: Revan, 1994. 209 p. Tradução de Emerson S. da Silva.

DIAS, A.M.N. **Gesso de construção; caracterização do pó, Pasta e Argamassa e Aplicação como Revestimento Interno**. São Paulo, 1994, p.128-143. Dissertação (Mestrado) - EPUSP.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. Pini. Disponível em: <www.piniweb.com.br/construcao/noticias/lean-constructionprincipios-basicos-e-exemplos-80714-1.asp>. Acesso em: 29 out. 2017

FUJIMOTO, T. *The evolution of a manufacturing system at Toyota*. New York: Orford University Press. 1999

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente Just-in-time**. Caxias do Sul: EDUSC, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE
Pesquisa Anual da Indústria da Construção. Rio de Janeiro: IBGE, v. 25, 52 p., 2015.

ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.; DE CESARE, Cláudia M.; HIROTA, Ercília H. & ALVES, Thaís C.L. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o Controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.

HEINECK, L. F. M.; ROCHA, F. E. M. da; PEREIRA, P. E.; LEITE, M. O.
Introdução aos Conceitos Lean: Visão Geral do Assunto. V. 1. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora. 2009.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C.T. **O Processo de aprendizagem na transparência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção**. In: ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO ENTAC 7, 2000, Salvador. Anais. Salvador, 2000.

JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato. **Aplicação da Lean Construction para Redução dos Custos de Produção da Casa 1.0**. 2006. 146 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. Stanford, EUA, CIFE, agosto 1992. Technical Report No 72.

LIMA, Eduardo de Andrade Moura. **Estudo da Contribuição das Metodologias do Lean Construction e do Gerenciamento de Projetos do PMI para o Planejamento e Controle da Produção de Obras**. 2016. 117 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

LORENZON, I. A. **A Medição de Desempenho na Construção Enxuta: estudos de caso**. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). UFSC, São Carlos. 2008.

MANZATTO, Luiz. **Construção Civil dias atuais**. Rio Grande do Sul, 2013.

MATOS, A. O.; FERREIRA, E. de A. M.; SANTOS, D. G. Princípios da construção enxuta aplicada à programação de uma obra por linha de balanço. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 7., 2009, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2009.

MAXIMIANO, Antonio César Amaru. **Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. 5. ed. – São Paulo: Atlas, 2005.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção**. São Paulo: Editora do IMAM, 1984.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA K. A. Z. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de indicadores no processo de planejamento e controle da produção: Proposta baseada em estudo de caso** Dissertação - Mestre em Engenharia Civil Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1999.

PEREIRA, João Paulo Neto Gomes da Cunha. **Aplicação do *Lean Construction* no Controle e Gestão em Processos de Produção**. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

Resumo do Livro Sistema Toyota de Produção. Disponível em: LEITE, Lucas Henrique de Oliveira. **O Sistema Toyota de Produção: “Além da Produção em Larga Escala”** Taiichi Ohno.

SANCHES, A.M.; PEREZ, M.P. Lean indicators and manufacturing strategies. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 21 no. 11, pp. 1433-1451, 2001.

SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management of construction sites**.1999. 513 f. Thesis (Engineering Doctoral Thesis) University of Salford. Salford, U.K, 1999.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**; trad. Eduardo Schaan, 2º edição - Porto Alegre, Artes Médicas, 1996.

Soluções construtivas para tempos de crise. Disponível em <<http://www.grupoorguel.com.br/blog/solucoes-construtivas-para-tempos-de-crise/>> Acesso em 23 de out. de 2017 às 19:46.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, J. P.; JONES D. T. **A Mentalidade Enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1996.