

# A APLICAÇÃO DA FILOSOFIA ENXUTA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Diego Cardoso de Barros<sup>1</sup>  
Mauro Frank Oguino Coelho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduando de Bacharelado em Engenharia Civil pelo Centro Universitário do Norte – UNINORTE / Laureat International Universities (2018).

<sup>2</sup> Professor Orientador - Centro Universitário do Norte – UNINORTE / Laureat International Universities; Bacharel em Engenharia Civil (UFAM); MBA em Consultoria Empresarial (CTAI – SENAI/ SC).

## RESUMO

O avanço tecnológico da ciência, a engenharia e por sua vez a construção civil, procuram através desse processo, buscar uma melhor adaptação ao novo padrão impulsionado pela evolução tecnológica. Assim, se busca um melhor aprimoramento no seguimento da construção civil, onde se procura através de seus processos de produção, garantir a eficiência de seus produtos, dar segurança e garantia aos consumidores, como também, gerar lucro e economia de matéria prima. Dessa forma essa pesquisa tem como objetivo geral evidenciar a importância dos princípios da filosofia Enxuta do Sistema Toyota de produção aplicados na Construção Civil. Assim, nos objetivos específicos visamos, mostrar o Sistema Toyota de produção; exporemos como se deu o surgimento da Produção Enxuta e sua utilização na Engenharia Civil e apresentaremos os Princípios da Construção Enxuta aplicados na Construção Civil. Assim, mostraremos a Metodologia da Pesquisa e os Procedimentos Metodológicos, exporemos os Resultados da Pesquisa, discorreremos sobre o Sistema Toyota de Produção e, sobre o Surgimento da Produção Enxuta e sua utilização na Construção Civil, como também, sobre os Princípios da Construção Enxuta aplicados na Construção Civil.

**Palavras-chave:** Engenharia Civil; Sistema Toyota de produção; Construção Enxuta; Construção Civil.

## ABSTRACT

The technological advance of science, engineering and in turn the civil construction, seek through this process, seek a better adaptation to the new pattern driven by technological evolution. Thus, we seek a better improvement in the follow-up of civil construction, where we search through its production processes, guarantee the efficiency of its products, give security and guarantee to consumers, as well as generate profit and savings in raw materials. In this way, this research has as general objective to highlight the importance of the principles of Lean philosophy of the Toyota

System of production applied in the Civil Construction. Thus, in the specific objectives we aim to show the Toyota Production System; we will present how the emergence of Lean Production and its use in Civil Engineering and will present the Principles of Lean Construction applied in Civil Construction. Thus, we will show the Research Methodology and the Methodological Procedures, we will present the Results of the Survey, we will discuss the Toyota Production System and, on the Emergence of Lean Production and its use in Civil Construction, as well as on the Principles of Lean Construction applied in Civil Construction.

**Keywords:** Civil Engineering; Toyota production system; Lean Construction; Civil Construction.

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil se apresenta em nossos dias como uma das atividades profissionais mais antigas, praticadas pelo ser humano, permitindo-a desse jeito, sair de um estado nômade para uma forma ativa há 10 mil anos, acompanhando o desenvolvimento de outras atividades, como a pecuária e agricultura.

Dessa maneira, no período atual da humanidade existe a moderna indústria da construção civil, que busca produzir em grande escala, uma produção de caráter padrão, circunstância que fica mais evidente, quando nos deparamos com a construção de grandes condomínios habitacionais, com várias torres ou casas.

Neste contexto, com o avanço tecnológico da ciência, a engenharia e por sua vez a construção civil, procuram através desse processo, buscar uma melhor adaptação ao novo padrão impulsionado pela evolução tecnológica. Assim, se busca um melhor aprimoramento no seguimento da construção civil, onde se procura através de seus processos de produção, garantir a eficiência de seus produtos, dar segurança e garantia aos consumidores, como também, gerar lucro e economia de matéria prima.

Dessa forma essa pesquisa tem como objetivo geral evidenciar a importância dos princípios da filosofia Enxuta do Sistema Toyota de produção aplicados na Construção Civil. Assim, nos objetivos específicos visa, mostrar o Sistema Toyota de produção; expor como se deu o surgimento da Produção Enxuta e sua utilização na Engenharia Civil e apresentar os Princípios da Construção Enxuta aplicados na Construção Civil.

## 2 O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Na década de 1950, com a necessidade de as empresas japonesas continuarem ativas no mercado automobilístico, a Toyota Motor Company desenvolveu um sistema de produção que superasse a máquina de fazer carros que eram os Estados Unidos. Esse sistema ficou conhecido como Sistema Toyota de Produção, ou Produção Enxuta [6].

Neste sentido, percebe-se que o novo sistema de produção que surgia nesse período era voltado para a produção automobilística. No entanto, suas bases de formação seguiam os padrões da cultura oriental japonesa, com princípios voltados para a qualidade, economia e lucratividade.

Neste sentido, naquela época os Estados Unidos produziam 9 vezes mais carros que o Japão. Essa enorme diferença se devia ao fato de os americanos trabalharem com um sistema de produção em massa”. Foi então que o presidente da Toyota daquela época, Toyoda Kiichiro, dizia: “Alcancemos os Estados Unidos em três anos [6].

Mas como seria possível tal empreitada já que a diferença na produção era 9 vezes maior? Ou os japoneses tinham menos capacidade física ou estavam desperdiçando alguma coisa. A segunda opção foi o que levou os administradores e engenheiros da Toyota, dentre eles o engenheiro mecânico Taiichi Ohno, a questionarem se era possível diminuir o desperdício e fazer a produtividade aumentar. Foi esse o pontapé inicial para o surgimento do Sistema Toyota de Produção [6].

Neste contexto, o desafio estava lançado, onde os japoneses teriam que superar a capacidade produtiva dos norte-americanos, que era muito superior a qualquer marca alcançada por eles. Assim, se começou a busca por várias soluções que poderiam vir a solucionar a questão do desperdício, da produção e do retorno financeiro.

Dessa forma, foi então, para suprir essas metas que surgiu o sistema Toyota de produção. Assim, o principal intuito do sistema era elevar os lucros eliminando os custos. Dessa maneira, os pilares do criado sistema de produção eram o Just-in-time e a Autonomia [6].

O termo Just-in-time, que ao pé da letra significa Somente no Tempo, é usado para definir o processo de produção que é capaz de responder instantaneamente à

demanda, sem necessidade de qualquer tipo de estoque adicional. Em outras palavras, as partes necessárias à montagem devem alcançar a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Esse pensamento do Just-in-time de que o ideal é produzir somente o necessário gera a eliminação de estoques adicionais, reduzindo assim os custos que poderiam ser desnecessários à produção [6].

## **2.1 O Surgimento da Produção Enxuta e sua utilização na Construção Civil**

O conceito Lean Thinking (Mentalidade Enxuta) é baseado no Sistema Toyota de Produção (também conhecido pela sua sigla em inglês TPS) e foi desenvolvido em um ambiente de manufatura, mais especificamente na indústria automobilística. O termo “enxuto” foi adotado por Womack e Roos (1990) visando caracterizar um novo paradigma de produção, para contrapor ao paradigma tradicional da produção em massa [4].

Neste sentido, mesmo sendo um conceito baseado na produção automobilística, não significa que seus padrões não possam ser usados na Engenharia, mais especificamente na Construção Civil. Assim, por tratar-se de uma padronização que envolve vários subitens, que vão desde a organização ao produto final, destacamos a viabilidade do sistema e de sua aplicação.

A base da Mentalidade Enxuta é a eliminação de desperdícios. Ou seja, reduzir a linha do tempo, do momento que o cliente faz o pedido até o ponto de receber o dinheiro, removendo os desperdícios que não agregam valor ao longo desta linha [4].

Neste sentido, a formação dos conceitos da produção enxuta voltados para Engenharia, é justamente a economia de insumos e conseqüentemente o cancelamento do desperdício na construção civil. Assim, quando se evita despesas sem necessidade no processo de produção, o lucro do construtor será maior.

Dessa maneira, [4], nos dá a representação desse processo através da Figura 1, que simula esquematicamente esta definição.

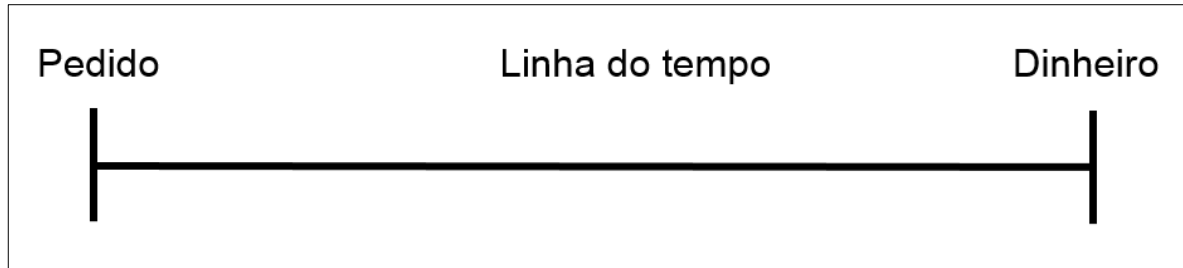


Figura 1: Linha de tempo de produção.

Autor: [4].

Neste contexto, a Produção Enxuta representou e representa uma mudança de paradigma na gestão da produção e dessa maneira, a partir da década de 70, as modificações dos sistemas de produção que ocorriam no Japão, como também, em função da própria globalização da economia, levaram o mundo a ter um aumento considerável na competição mundial de produtos [4].

Dessa forma, a função produção começou a ser vista como uma área estratégica, em que modificações essenciais necessitariam ser concretizadas para que as empresas obtivessem competitividade no mercado e em seus segmentos.

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 desta nova filosofia adaptada à construção civil [4].

A indústria da construção é diferente da manufatura, onde o ritmo de produção é fundamentalmente regido de informações e fluxos de recursos. Isto se deve a sua grande variedade de área de trabalho e o intenso uso de mão-de-obra e equipamentos não estacionários [4]. De acordo com esse autor, a organização, o planejamento, a alocação e o controle destes recursos são o que realmente determina a produtividade que pode ser alcançada.

Nesse sentido, apesar de seguimentos distintos de produção, onde os primórdios desse sistema primeiramente foram implantados em uma indústria automobilística, não significa que os princípios desse método não sejam eficientes na construção civil. Assim, entende-se que a partir do controle da produção, quando se pensado no geral, que vai desde o planejamento da obra até a sua entrega para o cliente dentro dessa padronização, é de grande valia para construção civil.

Por muitos anos, a utilização deste modelo tem ajudado a enfatizar a diferença entre construção e manufatura com instalações fixas e tem limitado a difusão de novas tecnologias de produção e filosofias que tem surgido em outras áreas. Um sistema de produção focalizado nas informações de fluxos de recursos pode aumentar a produtividade e ser aplicado na construção mesmo com suas peculiaridades [4].

Por outro lado, a competição no mercado construtor no Brasil, está exigindo grandes mudanças no mercado da construção civil, onde investimentos que antes não eram considerados, passaram a ter muita importância na Engenharia Civil [1].

O crescente grau de competição entre as empresas da indústria da construção civil no País, nos últimos anos, vem exigindo das mesmas mudanças substanciais na gestão de seus empreendimentos. Em parte, isso tem sido motivado pelo aumento do nível de exigência do mercado consumidor, pelo fenômeno da globalização e pela reduzida disponibilidade de recursos financeiros para atender a tais necessidades. Com isso, a necessidade de investimentos em gestão e tecnologia da produção tem estimulado as construtoras a buscar melhores níveis de desempenho [1].

Dessa forma, a necessidade de competitividade do mercado cada vez mais exigente da construção civil, como também, os cuidados com a situação financeira dos empreendimentos a serem executados.

A figura a seguir mostra os principais motivos pelos quais se faz necessário ter um bom planejamento na construção civil.

<b>Facilita a compreensão dos objetivos do empreendimento;</b>
<b>Define todos os trabalhos exigidos;</b>
<b>Desenvolve uma referência básica para processos de orçamento e programação;</b>
<b>Disponibiliza uma coordenação e integração vertical e horizontal (multifuncional), além de produzir informações para tomada de decisão;</b>
<b>Com base em decisões atuais, contribui para evitar tomada de decisões erradas em projetos futuros;</b>
<b>Melhora o desempenho da produção através da consideração e análise de processos alternativos;</b>
<b>Aumenta a velocidade de resposta para mudanças futuras;</b>
<b>Fornecer padrões para o monitoramento, revisão e controle de execução do empreendimento;</b>
<b>Explora a experiência acumulada da gerência.</b>

Figura 2: Motivos para se ter um bom Planejamento na Construção Civil.

Autor: [1].

Assim, essa mudança de padrão, onde a economia, a qualidade exigida pelo cliente final e o lucro final, levaram as construtoras a repensarem suas formas de

planejamento e seus métodos de desenvolvimento interno dentro das construções, para poderem se adequar às novas exigências do mercado moderno da construção civil.

O setor da indústria da construção civil vem experimentando mudanças a partir da modificação do perfil dos seus clientes. Os clientes têm exigido produtos de qualidade, preço competitivo e com prazos menores de entrega”. Dessa maneira, para atender a todas essas exigências da nova clientela, que se torna cada vez mais detalhista [1].

A indústria da construção civil vem buscando se adaptar ao no padrão de concorrência a as novas exigências do mercado cada vez mais dinâmico, onde o cliente quer ver a planta de sua casa ou apartamento e alguns casos modificar algum detalhe, na construção.

Nesse sentido, essa nova tendência de mercado e de clientes da construção civil está forçando a implantação de um novo padrão de construção, onde o construtor precisa ter todas as ações de sua obra sob inteira observação e supervisão, onde o desperdício e os custo devem ter atenção total, sob o risco de prejuízo financeiro, pois, um cliente bem atendido e satisfeito, é sinônimo de lucro certo. Assim, a obra deve ser considerada em sua totalidade, desde a Layout até a entrega ao cliente.

A aplicação da padronização de processos, redução de desperdícios e aumento da qualidade, mudando a cultura do modelo de construção e aplicando ferramentas no processo do planejamento, controle da produção e alteração de técnicas construtivas encaixa-se na construção enxuta, pois permite o uso de inovações ou métodos existentes de sistemas aplicados neste conceito [1].

Neste contexto, na verdade, produção enxuta é um termo genérico para definir o Sistema Toyota de Produção (*TPS*), assim, ela afirma que John Krafcik, pesquisador do IMVP esclarece que é considerada enxuta [3]. Dessa maneira, entende-se que esse tipo de construção recebe essa denominação em função de que sua produção faz redução de tudo que é excessivo para a obra, que é ao contrário da produção em massa. Assim, envolve-se planejamento prévio e contínuo, onde quaisquer mudanças no decorrer da obra, possa ser realizada em um curto espaço de tempo, reduzindo o desgaste de material e de mão de obra.

A construção enxuta, requer que as ocorrências conhecidas do cotidiano das obras sejam vistas e revistas, e que as alternativas imaginadas sejam transformadas em prática. Para que isto seja alcançado pode-se fazer uso de um aparato conceitual, uma terminologia especializada e um jogo de ferramentas baseado numa nova filosofia. Algumas dessas condições podem ser importadas de outros centros de produção e outras são determinadas a partir de uma nova ênfase no processo construtivo, como por exemplo, no fluxo de produção e nas atividades de conversão [1].

Entende-se assim, que através da construção enxuta, pode-se alcançar um objetivo utilizando novas conceituações e conhecimentos variados, de terminologias especializadas da construção civil. Assim, através desse conceito, o novo é aceito com “bons olhos”, no entanto, esse conhecimento deve ser específico e comprovadamente correto, onde para ser usado em uma determinada obra, ele já tenha sido experimentado com sucesso.

Dessa maneira, requer também bem menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos. Dessa maneira, esse sistema está estruturado sobre o conceito de “completa eliminação de perdas” e estruturada em seus dois pilares que são: Just-in-time (JIT) e Automação, por sua vez com mediação humana, ou automação (JIDOKA, em japonês) [2].

Dessa forma, a automação consiste em conceder ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade. Assim, um fator importante são os dispositivos de prevenção de defeitos, chamados de *poka-yoke* [2].

*Poka-yoke* é mais do que apenas um mecanismo de detecção de erros ou defeitos; é um recurso utilizado com o principal objetivo de apontar ao operador (ou à máquina) a maneira adequada de realizar uma determinada operação”. O *JIT* tem por objetivo “identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção [2].

Dessa forma, esse processo ajuda o operador ou a máquina a executar de uma maneira rápida e sem empecilhos uma tarefa que poderia ser danosa para ambos. Ou seja, é através do JIT que se evita as perdas, pois esse dispositivo pode detectar um possível erro, defeito ou anormalidade no processo de produção, mas apontando a solução viável para ser realizada a operação.



Nesse sentido, a viabilização do JIT depende de três fatores intrinsecamente relacionados: fluxo contínuo, Takt time e produção puxada [3]. Assim, entende-se por “produção puxada”, pelo cliente, como sendo aquela em que o fornecedor produzirá somente quando houver demanda de seu cliente.

Nesse contexto, Takt time pode ser definido como o tempo decorrido entre duas unidades sucessivas de um produto ou componente produzido por uma célula de produção ou linha de montagem [8]. Dessa maneira, esse tipo de produção, também, pode ser entendido como uma forma de obra necessária para atender um determinado pedido ou obra, na construção civil.

Dessa forma, o Takt time, procura associar e condicionar o ritmo de produção ao ritmo das vendas. Assim, “os produtores enxutos almejam abertamente a perfeição: custos sempre declinantes, ausência de itens defeituosos, mínimos estoques e uma miríade de novos produtos, considerando que quem dita o preço é o mercado, o lucro fica submetido à seguinte formulação:  $\text{Lucro} = \text{preço de mercado} - \text{custos}$ ” [3].

Neste sentido, segundo essa técnica, a busca pela perfeição nos produtos, onde se valoriza a ausência de produtos com defeito e procura-se evidenciar o controle de estoque, onde a quantidade de produtos armazenados passa a ser mínima. Dessa maneira, facilitando a entrada e giro de novos produtos, onde quem determina o preço, é justamente o mercado, onde o lucro é determinado pelo preço de mercado associado aos custos.

Para se manter ou aumentar o lucro, deve-se reduzir os custos. A urgência na redução dos custos de produção fez com que todos os esforços fossem concentrados na identificação e eliminação das perdas. Esta passou a ser a base sobre a qual está estruturado todo o sistema de gerenciamento da Toyota Motor Co. A diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a Lean Production é essencialmente conceitual [3].

Neste contexto, a eliminação de perdas é considerada nesse processo como essencial para o aumento dos lucros, uma vez que se as perdas forem reduzidas, os custos de produção também, se reduzirão. Dessa maneira, a margem de lucro deverá ser destaque, pois, onde se gasta menos o lucro é maior.

Dessa forma, “o pensamento enxuto deve começar com uma tentativa consciente de definir precisamente o valor em termos de produtos específicos, com capacidades específicas, oferecidas a preços específicos, através do diálogo com

clientes específicos” [1]. Compreende-se que essa forma de produção procura dar uma atenção continuada ao processo de produção, onde se procura adicionar valores, eliminar sumariamente as perdas materiais, evitando assim, o desgaste financeiro. Assim, a Toyota utiliza o sistema 5 S.

<i>Seiri</i> (Senso de Utilização) – Eliminar tudo o que não é absolutamente essencial para o processo de manufatura;
<i>Seiton</i> (Senso de Ordenação) – Ordenar as áreas de trabalho, os equipamentos devem ser arranjados de acordo com a sequencia do fluxo de produção;
<i>Seiso</i> (Senso de limpeza) – Todos os equipamentos, ferramentas, pisos e ambiente em geral devem ser mantidos limpos;
<i>Seiketsu</i> (Senso de Padronização) – O ambiente deve ser mantido limpo e organizado, este deve ser uma mudança cultural;
<i>Shitsuke</i> (Senso de Manutenção) – Manter o programa 5 S como um modo de vida. É errado promover uma data para realizar o 5 S, as pessoas devem ter a cultura de manter a segurança, ordem e limpeza.

Figura 3 – O sistema 5 S.

Autor [3].

No que se refere a Engenharia, “o modelo conceitual dominante na construção civil define 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)” [3].

Assim, essa fusão de conceitos onde a padronização e a qualidade dos produtos são necessárias para o andamento da produção, nos mostra que existe a necessidade de que a construção civil desenvolva esses padrões, uma vez que o controle de estoque e a redução das perdas são de vital importância para o produto final e o bom desenvolvimento financeiro do empreendimento.

Dessa forma, entende-se, que esse procedimento (5 S) na construção civil, é uma atividade a ser criada e é um princípio a ser adotado. Assim, uma vez implantado na execução de uma obra, cada operário é responsável pela organização de seu local de trabalho, de seu material e de suas ferramentas, onde dessa maneira, se evitará desperdício de material, de ferramentas e de desgaste humano.

Dessa maneira, no que concerne a Construção Enxuta e seus princípios para a gestão de processos, ela nos apresenta um conjunto de métodos a serem aplicados, nos quais, podemos relacionar [3]:

- a. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor: melhorar a eficiência dos processos e reduzir as perdas;
- b. Aumentar o valor do produto através das considerações das necessidades dos clientes: processo como gerador de valor;
- c. Reduzir a variabilidade: a variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executar um produto;
- d. Reduzir o tempo de ciclo: a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) para produzir um determinado produto;
- e. Simplificar reduzindo o número de passos ou partes: quanto maior o número de componentes maior tende a ser o número de atividades que não agregam valor;
- f. Aumentar a flexibilidade de saída: refere-se à possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes sem aumentar os custos;
- g. Aumentar a transparência do processo: facilita a identificação dos erros e aumenta a disponibilidade de informações necessárias para a execução das tarefas;
- h. Focar o controle no processo global: o processo deve ser controlado como um todo, devendo haver um responsável por este controle;
- i. Introduzir melhoria contínua no processo: o esforço de redução de perdas e aumento do valor na gestão de processos deve ser conduzido continuamente;
- j. Manter um equilíbrio entre melhoria nos fluxos e nas conversões: fluxos melhores reduzem a necessidade de investimentos, mas por outro lado, novas tecnologias reduzem a variabilidade;
- k. Fazer benchmarking: processo de aprendizado a partir das práticas adotadas em outras empresas.

## **2.2 Os Princípios da Construção Enxuta aplicados na Construção Civil**

Os onze princípios propostos por Koskela (1992) foram apresentados à Empresa utilizando as reuniões de planejamento da obra. Estas reuniões, que aconteciam quinzenalmente, passaram a ser realizadas semanalmente, para que se pudesse implementar o processo de planejamento e controle da produção (PCP) [4].

Dessa maneira, entende-se que os princípios apresentados foram, antes de tudo, bem planejados e bem estruturados, envolvendo todos os aspectos norteadores da construção civil e da obra em questão. Assim, todo o processo de planejamento passou por inúmeros pontos de averiguação e aprovação do controle de produção.

### 2.2.1 Redução da parcela de atividades que não agregam valor

Este é o princípio mais geral na Construção Enxuta. Dessa maneira, buscou-se em princípio mostrar fisicamente o canteiro de obras, com as definições de um layout, no qual se identificou a entrada, a saída, a carga e descarga de matérias, como também, as vias de circulação, onde também, se definiu o local específico para o armazenamento de insumos [4].

Dessa forma, outro exemplo de boa prática adotada para atendimento a este princípio foi a substituição do vibrador convencional, que necessitava de dois trabalhadores, por um vibrador portátil que poderia ser carregado pelo mesmo trabalhador que estava fazendo a tarefa de vibração do concreto.



Figura – 04 – Utilização de um Vibrador convencional.

Autor: [4].

Neste sentido, a diminuição da quantidade de trabalhadores é percebida de forma clara. Então, ocorre-se a diminuição da parcela de atividades que não agregam

valor. Assim, a execução de uma tarefa que antes exigia a presença de duas pessoas, agora pode ser executada por apenas um operário, através de um vibrador portátil.

Dessa forma, a partir da implantação do conceito enxuta na obra, onde se reduz uma atividade que era desempenhada por dois operários, para apenas um trabalhador, além de agregar tempo e economia, também, reduz a quantidade de mão de obra no serviço, originando assim, economia interna para o construtor.



Figura – 05 – Utilização de um Vibrador Portátil.

Autor: [4].

### **2.2.2 O Aumento do valor do produto através das considerações dos clientes**

A compreensão deste princípio, onde se deve agregar o aumento do valor ao produto através das considerações dos clientes, no caso estudado, considerou-se como cliente os internos e externos. Os clientes internos são os trabalhadores da empresa, principalmente, no sequenciamento de tarefas e de equipes e os clientes externos são os adquirentes dos imóveis [4].

Dessa maneira, considera-se em primeiro momento que as inspeções periódicas dos serviços são essenciais para garantir a qualidade, onde as especificações e tolerâncias são de grande importância para as próximas atividades de execução da obra.

Entende-se, que segundo o processo de produção enxuta, a construção deve ser mantida sob total controle, pois, a economia no processo, onde o controle do

desperdício de material e mão de obra e essencial, como também, o resultado financeiro e a satisfação do cliente são objetivos a serem alcançados nesse processo.



Figura – 06 – Inspeção periódica dos serviços.

Autor: [4].

Assim, a fiscalização das tarefas por parte do construtor mostra o total comprometimento com a qualidade da obra e com o seu desenvolvimento, uma vez que todo o processo de produção é avaliado constantemente. Dessa maneira, se algum desacordo aparecer no andamento da construção, ele deverá ser sanado e a qualidade na execução do serviço será mantida.



Figura – 07 – Reunião de Planejamento da obra.

Autor: [4].

Neste sentido, em um segundo plano, mas também, de suma importância para a boa execução e direcionamento dos serviços, não devemos deixar de levar em conta as reuniões de planejamento com a diretoria e gerência da obra para análise dos requisitos dos clientes externos. Assim, entende-se que um cliente externo satisfeito com a sua aquisição, o valor da obra torna-se um bem necessário.

### 2.2.3 Reduzir variabilidade

Através do processo de monitoramento da variabilidade da execução das tarefas, proporcionado pelo sistema de planejamento e controle da produção implantado, é possível identificar as causas dos problemas de não execução das tarefas [4].

Dessa forma, a partir de que se tenha uma padronização na aquisição de materiais e produtos para a obra, evita-se a variabilidade e possíveis problemas no decorrer da construção, no que se refere a qualidade e durabilidade do material a ser utilizado.

Dessa maneira, através do monitoramento das atividades realizadas, torna-se possível detectar as causas de um futuro problema e até a prevenir possíveis danos e perdas em relação a obra e consequentemente a perdas de material. Como também, ter o controle de execução de tarefas e suas responsabilidades.

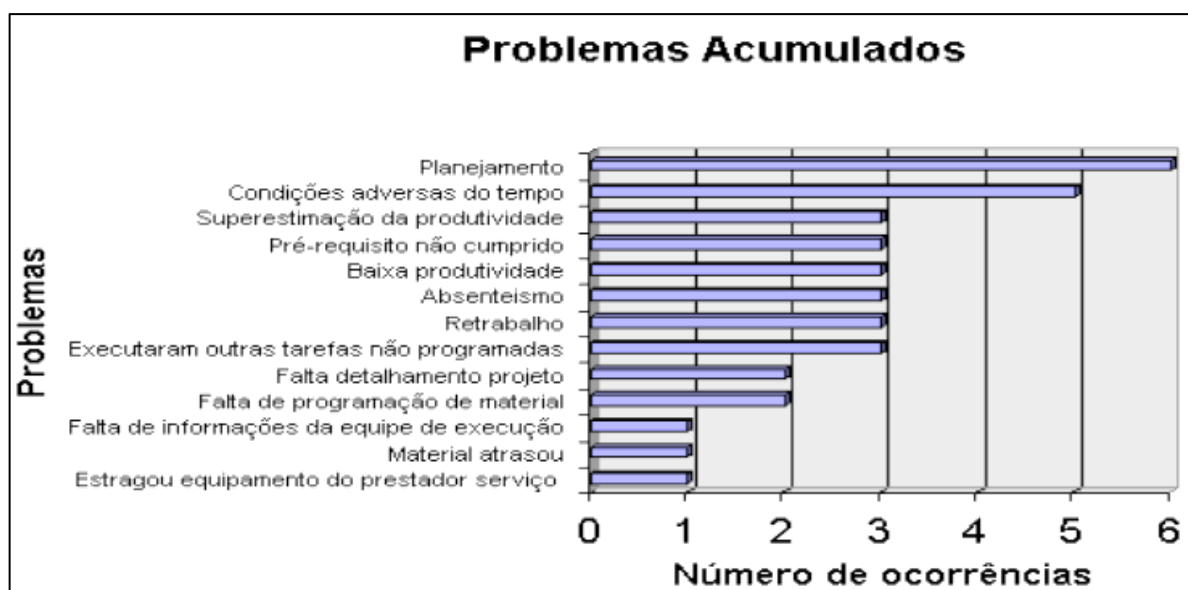


Figura – 08 – Problemas acumulados na obra.

Autor: [4].



#### 2.2.4 Redução do tempo de ciclo

O planejamento e controle da produção com definição de tempos de ciclo menores tornam-se mais eficientes e possibilitam a identificação de melhorias [4]. Dessa maneira, para evidenciar este princípio, foram utilizadas as informações do planejamento de longo prazo, possibilitando sincronizar as atividades e o planejamento médio prazo onde se visualiza pacotes de trabalhos para as equipes.

Dessa forma, todas as atividades dos profissionais envolvidos na obra estão descritas para que se tenha um controle eficiente das tarefas a serem executadas e dos itens envolvidos na produção.

A partir do planejamento e controle da produção da obra, é possível que se obtenha o controle das atividades e responsabilidades dos operários dentro da construção. Assim, com todos os itens descritos e com um planejamento prévio das tarefas e obrigações dos envolvidos na produção, pode-se obter a redução do tempo de ciclo da obra.

#### 2.2.5 Simplificação pela minimização do número de passos e partes

De acordo com as pesquisas, com o objetivo de atender à simplificação, a empresa utiliza aço cortado e dobrado no fornecedor, na obra o processo é apenas de montagem das peças estruturais, uma vez que esse material já vem preparador para a sua montagem, no local específico da obra [4].



Figura – 09 – Peças em aço cortadas e dobradas.

Autor: [4].



Dessa maneira, a partir de que algumas tarefas que poderiam tomar tempo, espaço e serviço com a montagem e dobramentos das estruturas em aço foram substituídas por peças semiprontas e dobradas, executou-se na obra o processo de simplificação pela minimização do número de passos e partes. Assim, as funções que seriam executadas por operários, para esse serviço foram executadas anteriormente pelo fornecedor do material, levando assim, a uma visível economia no processo de construção [4].



Figura – 10 – Vigas pré-moldadas.

Autor: [4].

Neste sentido, outra forma de aplicação desse conceito é o emprego de “vigas” pré-fabricadas; que reduz consideravelmente a quantidade de etapas convencionais exigidas para esse processo. Dessa forma, o pedreiro coloca a “viga” no local e continua a execução do assentamento de tijolos, na alvenaria.

### **2.2.6 Aumento da flexibilidade de saída**

Em relação ao aumento da Flexibilidade de saída, este conceito está vinculado ao processo de gerar valor ao produto, possibilitando mudanças rápidas no produto para satisfazer as exigências do consumidor [4].

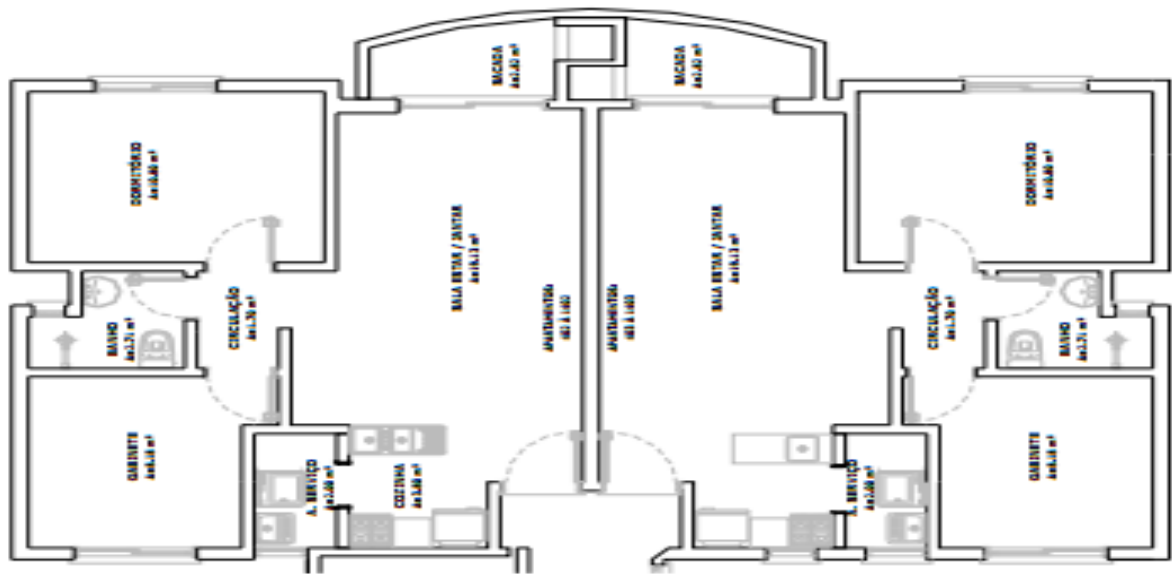


Figura – 11 – Layout padrão de apartamento.

Autor: [4].

Dessa maneira, com a utilização de um sistema construtivo utilizando laje plana é possível a mudança de layout dos apartamentos sem a preocupação com a localização de vigas, tornando o produto flexível a mudanças.

Entende-se que, através deste processo se tem a possibilidade de mudar os parâmetros da obra, a partir do momento em que um determinado cliente adquira duas determinadas unidades de apartamentos e por sua vontade, queira a união desses imóveis. Assim, esse procedimento poderá ser adotado e a vontade do cliente se sobressairá, sendo o mesmo atendido e sua satisfação garantida.

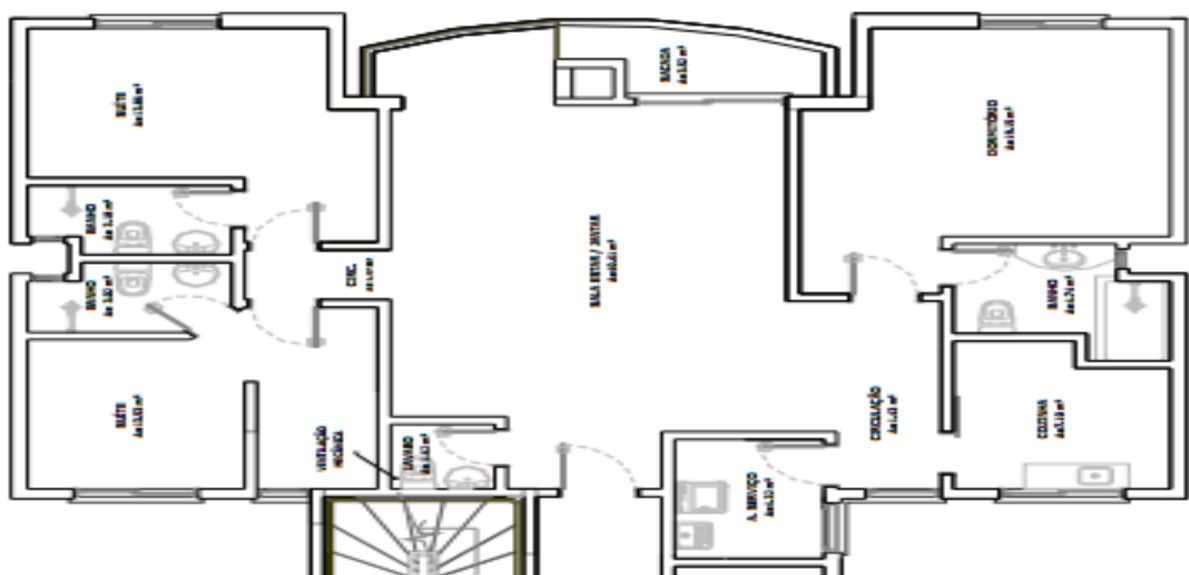


Figura – 12 – Layout com modificações solicitadas pelo cliente.

Autor: [4].

### 2.2.7 Aumento da transparência

Segundo as pesquisas, a primeira iniciativa no sentido de transparência dos canteiros pesquisados, foi a implantação do programa 5S, dividindo o canteiro em áreas e aplicando os cinco sentidos (Utilização, Ordenação, Limpeza, Disciplina e Asseio) [4].

Dessa maneira, a pesquisa nos mostra que a organização e utilização dos materiais e equipamentos são baseados no layout, projetadas e divulgadas para cada área do canteiro.

Assim, um outro exemplo desse processo de aumento de transparência foi a utilização de um Tubofone para a comunicação dos trabalhadores dos pavimentos superiores com o “guincheiro”, como também, a organização dos estoques de materiais.



Figura – 13 – Estoque de material na obra.

Autor: [4].

### 2.2.8 Focar o controle no processo global

Focar o controle no processo global é um princípio que de acordo com o levantamento bibliográfico, foi atendido na execução do trabalho. “Esse processo se concretizou com a utilização de parcerias com os fornecedores e avaliação dos mesmos” [4].

Localizar ->		
Ordem Compra	Materiais	<u>Serviços</u> Inspeção
Especificação do Produto	<input checked="" type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> NC
Prazo de Entrega	<input checked="" type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> NC
Quantidade	<input type="checkbox"/> C	<input checked="" type="checkbox"/> NC
Qualidade	<input checked="" type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> NC
Especificação da NC		
Faltou 1 saco de cimento		

Figura – 14 – Formulário de avaliação de fornecedores da obra.

Autor: [4].

Através da identificação da cadeia de valor do produto da construção, que é um princípio da Mentalidade Enxuta, se proporciona uma visão mais ampla do percurso do produto até chegar ao consumidor e possibilita a identificação de possíveis desperdícios que ocorrem considerando a cadeia como um todo, como repetidas atividades de transporte, inspeções, estoques e retrabalho [4].

Neste sentido, o controle do processo global na construção civil é de suma importância para que uma obra tenha sucesso em sua totalidade, uma vez que todo o contexto da produção está ligado ao processo de planejamento e de execução final da obra, como também seu retorno financeiro. Então, pensar no processo como um todo, é planejar no presente para evitar desperdício no futuro.

### 2.2.9 Estabelecimento de melhoria contínua ao processo

O estabelecimento de uma melhoria contínua ao processo, é um processo que pode ser considerado como uma introdução aos procedimentos de ação corretiva e preventiva, onde se possibilita a identificação de problemas no processo e suas prováveis causas. Este procedimento foi aplicado por ocasião da implementação do PBQP-H, que é um instrumento muito pertinente à aplicação deste princípio [4].

O modelo de relatório de não-conformidade utilizado nesta pesquisa, nos mostra seu desenvolvimento dentro da empresa. Assim, nesse relatório são identificadas, as origens da não conformidade, suas descrições e quais suas ações

corretivas. [4], também nos mostra que já estão definidos alguns motivos de não-conformidade para serem assinalados.

<b>RELATÓRIO DE NÃO CONFORMIDADE</b>	
Origem da NC:	RNC N° _____
Auditoria ( )	Processos ( )
Cliente ( )	Outros ( )
Fornecedor ( )	
Data ____/____/____	Setor: _____
Descrição da Não - Conformidade: Real ( ) Potencial ( )	
_____	
Responsável _____	
Correção ( ação imediata abrangência do problema ):	
_____	
_____	
<input type="checkbox"/> RETRABALHO <input type="checkbox"/> REPARO <input type="checkbox"/> CONCESSÃO <input type="checkbox"/> REJEITADO <input type="checkbox"/> OUTROS	

Figura – 15 – Relatório de não conformidade da obra.

Autor: [4].

### 2.2.10 Equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

A aplicação de mapeamento dos processos e identificação de seus requisitos para cada estágio foi uma forma de atender a este princípio [4]. Neste sentido, a pesquisa nos mostra que foi mapeado o processo de montagem da armadura e aplicadas melhorias em seu fluxo.

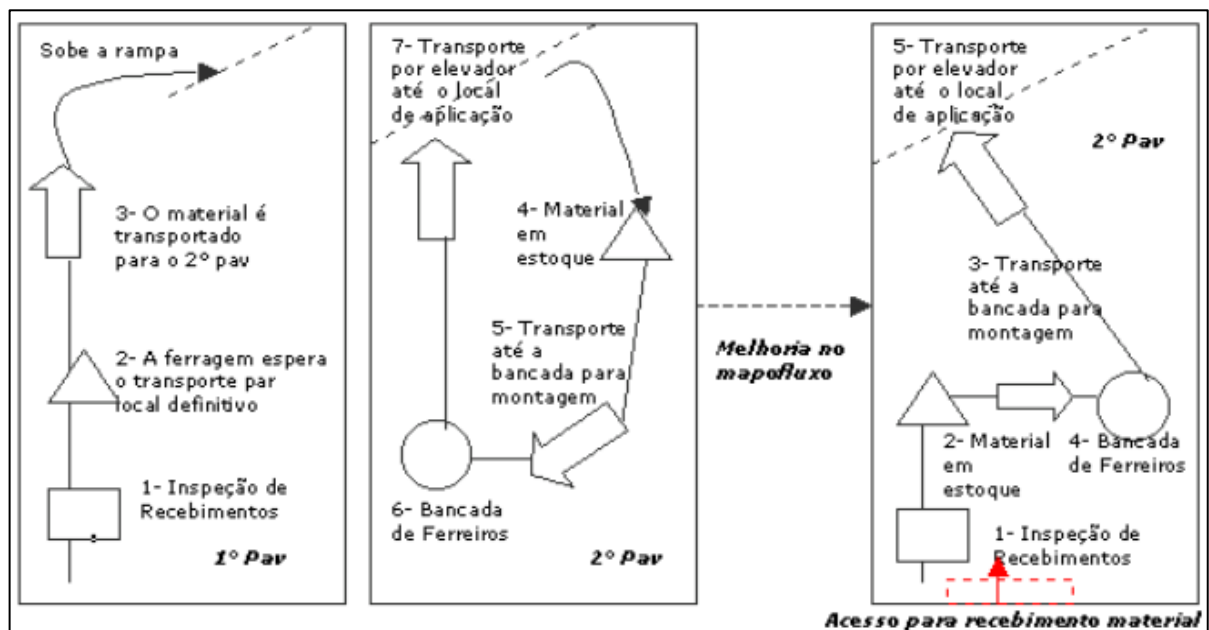


Figura – 16 – Mapa fluxo do processo de montagem da obra.

Autor: [4].

### **2.2.11 Fazer benchmarking**

Para a execução do benchmarking e dessa maneira, atender especificamente a este princípio da Construção Enxuta, de acordo com [5], é importante que a empresa conheça seus processos internos detalhadamente, para que estes possam ser melhorados de forma continuada.

Dessa maneira, é através do aprendizado com as práticas de outras empresas, verificando os acertos e erros do seguimento da construção civil que se pode chegar a um patamar de qualidade total.

Dessa forma, é de suma importância para o sistema de produção na construção civil, a descrição dos processos da empresa em Diagrama de Fluxos de Dados (DFD) para o bom desempenho das técnicas da Construção Enxuta.

Neste sentido, a pesquisa prévia é necessária para o bom desempenho desse processo, pois, serve de benchmarking para o método, pois, através dos estudos e da pesquisa se pode reunir as aplicações dos princípios Lean.

## **2.3 Metodologia da Pesquisa**

A Metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para construção do conhecimento, com o propósito de comprovar sua validade e utilidade nos diversos âmbitos da sociedade. Desta forma, todas as ciências caracterizam-se pela utilização de métodos científicos; em contrapartida, nem todos os ramos de estudo que empregam estes métodos são ciências [5].

Dessas afirmações pode-se concluir que a utilização de métodos científicos não é da alçada exclusiva da ciência, mas não há ciência sem o emprego de métodos científicos.

### **2.3.1 Procedimentos Metodológicos**

Quanto à tipologia da pesquisa, realizar-se á através de levantamento bibliográfico e documental por meio de leituras e consultas de literaturas referentes à temática, tais como: análise e fichamento de livros impressos, revistas, artigos,

dissertações, periódicos e de internet. Além disso, utilizou-se o método histórico dialético, a partir de análise crítica do objeto pesquisado buscando não apenas interpretar, porém refletir acerca da realidade.

Vale ressaltar que as revisões bibliográficas resultaram em um apanhado geral acerca do sistema Toyota de produção aplicado na Engenharia, especificamente na Construção Civil. Dessa maneira, buscou-se mostrar nesta pesquisa a aplicação dos conceitos da construção enxuta em uma obra, já realizada e citada como exemplo de controle e eficiência do padrão de qualidade.

Assim, a construção é determinada pelos seguimentos que o conceito estabelece, aonde a obra deve ser criteriosamente acompanhada, desde seu planejamento até o produto final, onde a satisfação do cliente é o maior êxito da edificação. Assim, almeja-se que este trabalho sirva como referência para alunos que por ventura decidam discorrer acerca deste tema.

## **2.4 Resultados da Pesquisa**

Essa pesquisa é de grande relevância e contribuição para a sociedade acadêmica no que diz respeito à Engenharia, mais especificamente aos serviços executados pela construção civil. Assim, através dos conceitos e tradições do sistema Toyota de produção implantado na Engenharia e desenvolvidos na área prática de construção, onde através deste estudo se teve uma visão clara, de que o sistema de produção enxuta é de grande valia e viabilidade para a concretização e término de uma construção.

Dessa forma, os aspectos ambientais de uma construção devem apresentar a mesma ou superior relevância dos aspectos técnicos, econômicos e estéticos. Assim, percebeu-se que através do sistema enxuta de produção, o construtor adquire a total confiabilidade por parte do cliente. Onde o proprietário do imóvel poderá antecipadamente sugerir mudanças estruturais em seu empreendimento, uma vez que o mesmo dispõe de contato direto com o Engenheiro e com o seu Layout, na planilha de construção.

Em resumo, através do conceito aplicado, notou-se que através da aplicação do método enxuta de construção em uma obra, desde seu planejamento, fundação, desenvolvimento e entrega, as possibilidades do andamento e execução dos serviços

serem efetuados dentro da maior normalidade, é o ponto fundamental do conceito Toyota de produção.

Assim, através da aplicação dos princípios enxutos na construção civil, o construtor terá, além do controle total de sua produção, ele terá economia de material, de mão de obra e eventualmente um lucro maior, em função do processo que se executou e das possíveis mudanças solicitadas pelo cliente, onde assim, se buscará maior qualidade, rapidez na construção e satisfação do cliente.

### **3 CONCLUSÃO**

Os conceitos do sistema Toyota de produção aplicados na construção civil, se demonstraram bastante eficientes, uma vez que eles levam em consideração o processo de produção como um todo, onde buscam ter o controle total da obra. Assim, através da construção enxuta, o construtor pode obter maior economia em seu consumo, pois, o mesmo irá reduzir os desperdícios de material, de tempo e de mão de obra.

Dessa maneira, apesar do método ser considerado como um padrão criado para a produção automobilística, ele mostrou-se de fácil aplicação na Engenharia e na construção civil. No entanto, esse novo padrão da Lean Construction, para alcançar êxito deve ser aplicado em todos os seus conceitos, onde cada ponto está interligado e depende do resultado de cada um de seus componentes para a eficiência do serviço.

Apesar da aplicação dos conceitos de a metodologia enxuta na construção civil serem considerados como positivos nesta pesquisa, eles são recentes na área de Engenharia, quando considerados com o seu surgimento na indústria automobilística. Dessa maneira, em função do novo, do processo a ser desenvolvido, eles ainda não são aplicados com frequência no mercado nacional, onde o tradicionalismo das construções civis ainda prevalece.

Dessa forma, percebeu-se através desta pesquisa, que a construção enxuta apresenta muitas vantagens em relação a construção tradicional, principalmente no que se refere ao melhor uso da mão de obra. Assim, a construção enxuta obtém melhor uso dos insumos, conseguindo produzir mais, com mais qualidade, em tempos menores, sem obrigatoriamente exigir mais esforço da mão de obra ou aumentar os custos dos produtos finais, melhorando o lucro e a competitividade das empresas.



No entanto, para que essa técnica seja executada com eficiência e eficácia dentro de uma obra, na construção civil, é necessário que todos os aspectos sejam analisados periodicamente, onde a ciência seja considerada aliada e a pesquisa esteja sempre presente para nortear os conceitos e os novos rumos da Engenharia Civil e da obra em questão, a ser executada.

## REFERÊNCIAS

- [1] COSTA, Joyce Dias da. **Aplicação na Construção de Técnicas e Ferramentas de Planejamento de Produção e Controle de Custos, baseados no Conceito da Construção Enxuta**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016.
- [2] GHINATO, P. **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção**. In: *Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações*. Recife: Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, 2000.
- [3] MIRANDA, Caroline Maria Guerra de. **Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do Sistema Toyota de Produção**. Ouro Preto: ENEGEP, 2003
- [4] KUREK, Juliana. **Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora**. Passo Fundo: Revista de Arquitetura da IMED, v. 2, n.1, 2013.
- [5] LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas 2007.
- [6] MATIAS, Bergson da Silva. **Lean Construction: 1ª**. Temporada de Minicursos. Fortaleza: UFC, 2012.
- [7] UNINORTE/ LAURENT INTERNATIONAL UNIVERSITIES. **Caderno técnico para a formatação de trabalhos acadêmicos do curso de Engenharia Civil**. Monografia. Manaus: UNINORTE, 2017.
- [8] WOMACK, J. P.; JONES, D. T. & ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1992.