



**FUNDAÇÃO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS - FUPAC
FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE UBÁ
ENGENHARIA CIVIL**

NAYARA PERIM BURATO

**CONSTRUÇÃO ENXUTA: UMA ALTERNATIVA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO
CIVIL**

**UBÁ - MG
2018**

NAYARA PERIM BURATO

**CONSTRUÇÃO ENXUTA: UMA ALTERNATIVA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO
CIVIL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Presidente Antônio Carlos de Ubá como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Dr^a Erika Maria Carvalho Silva Gravina.

**UBÁ - MG
2018**

RESUMO

A indústria da construção civil é a de maior representatividade entre os setores econômicos brasileiros, todavia nos últimos anos, tem sido afetado por forte crise. Seus processos produtivos permanecem os mesmos, há muitos anos e isso pode gerar problemas de competitividade do setor. A construção enxuta, que é uma adaptação do sistema de produção enxuta adotado pela Toyota, tem se apresentado não só como ferramenta para promover a melhoria na produtividade do setor de construção civil, mas também como uma alternativa para sobrevivência das empresas em período de crise. Diante do exposto, esta pesquisa tem como objetivo descrever a construção enxuta como alternativa aplicável para a construção civil. A realidade das empresas da construção civil, é de baixa produtividade, grande rotatividade de pessoal e mão de obra com baixa qualificação, além de um cenário de construções em alguns casos, ineficientes em seus processos de produção, com grande desperdício, tanto de materiais quanto de tempo em processos que não agregam valor ao produto final. Embora sejam necessárias algumas adaptações, mudança de cultura e de paradigmas, uso de ferramentas e conceitos da produção enxuta, pode ser uma alternativa para a sobrevivência das empresas do setor. Portanto, é necessário propor e acatar mudança de pensamento, aumento de produtividade efetiva, adequação ao conceito visando produzir mais e melhor com menor custo, a fim de evitar que as empresas caiam em grandes dificuldades.

Palavras-chave: Produção Enxuta. Setor de Construção Civil. Empresas.

ABSTRACT

The construction industry is the most representative among the Brazilian economic sectors, however, in recent years it has been affected by a strong crisis. Its productive processes remain the same, for many years and this can generate problems of competitiveness of the sector. Lean construction, which is an adaptation of the lean production system adopted by Toyota, has presented as a tool to promote improvements in the productivity of the civil construction sector, and as an alternative for the survival of companies in the crisis period. In the view of the above, this research has as its theme lean construction as an alternative to a civil construction. The reality of construction companies is low productivity, high staff turnover and a workforce with low qualifications, besides of, in some cases, a construction scenario inefficient in their production processes, with great waste of both materials and of processes time that do not add value to the final product. Although be necessary, some adaptations, changes in culture and paradigms, use of tools and concepts of lean production, may be an alternative for the survival of companies in the sector. Therefore, it is necessary to propose and accept a change of thought, an increase of effective productivity, adequacy to the concept aiming at producing more and better with lower cost, in order to avoid that companies fall into great difficulties.

Keywords: Lean Production. Civil Construction. Companies.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é a de maior representatividade entre os setores econômicos brasileiros. Sua cadeia produtiva inclui construtoras, fabricantes e comerciantes de materiais, equipamentos e máquinas, serviços técnicos especializados, além de consultorias de projetos, engenharia civil e arquitetura, que exercem influência direta ou indireta no resultado econômico do país. Assim, a capacidade produtiva e até o crescimento econômico do Brasil está intimamente ligado ao crescimento do setor, o qual é responsável por muitos empregos, e também influencia na economia como um todo (SEBRAE, 2016).

Ao longo dos anos, diversas mudanças ocorreram no setor de construção civil no país, tendo grande expansão em especial até o ano de 2012, quando o aquecimento da economia, financiamentos com taxas de juros atrativas e programas como minha casa minha vida, além do plano de aceleração do crescimento (PAC), impulsionaram obras de infraestrutura em todo o país. Entretanto, após esse período, o setor passa por uma queda no nível de atividades. Dados da Confederação Nacional da Indústria, apresentam baixa significativa desde maio de 2012 e se acentuou nos anos de 2015 e 2016, atingindo a mínima de indicador em fevereiro de 2016 (SEBRAE, 2016).

Hoje, o mercado, nos mais diversos setores, procura melhor qualidade e menor preço, o que não é diferente na construção civil. Com isso, o setor precisa buscar soluções e novas práticas de organização, gestão da produção a fim de maximizar os resultados garantindo lucratividade e permanência no mercado. Dentre diversas alternativas, o conceito de construção enxuta aplicado em todos os momentos da obra, desde a gestão da produção, até a execução da obra em si, mostra-se excelente alternativa para o setor de construção civil. Esse processo, que é uma derivação da produção enxuta apresenta uma forma de gestão que visa reduzir atividades com baixo valor agregado, aumentando a flexibilidade de alguns processos, gerando maior transparência nos mesmos.

A produção enxuta surgiu no Japão em meados do século XX, como uma forma de concorrência da indústria automobilística do país com as indústrias internacionais. É nesse período que surge o sistema Toyota de produção, criado pelas indústrias Toyota Motor Company, tendo como principais características redução de processos e redução de perdas ou qualquer atividade que gere

ineficiência. O objetivo desse sistema de produção era o de reduzir uso de equipamentos, materiais e mão de obra em quantidades maiores do que as necessárias para a produção de um produto, e o combate a desperdícios de toda natureza.

A presente pesquisa tem como objetivo descrever a construção enxuta como alternativa aplicável para a construção civil.

Desta forma, esse trabalho justifica-se, pela necessidade, nos dias atuais, com o mercado desaquecido, de metodologias que possam reduzir custos nos processos produtivos como um todo e que pode ser a diferença entre a permanência ou não de uma empresa no ramo de construção civil. A construção enxuta se apresenta como uma metodologia promissora. Analisar sua utilização também no setor de construção civil pode auxiliar no enfrentamento da crise, além de abrir discussão para as formas de aplicabilidade dessa metodologia no ramo torna-se relevante.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Setor de Construção Civil no Brasil

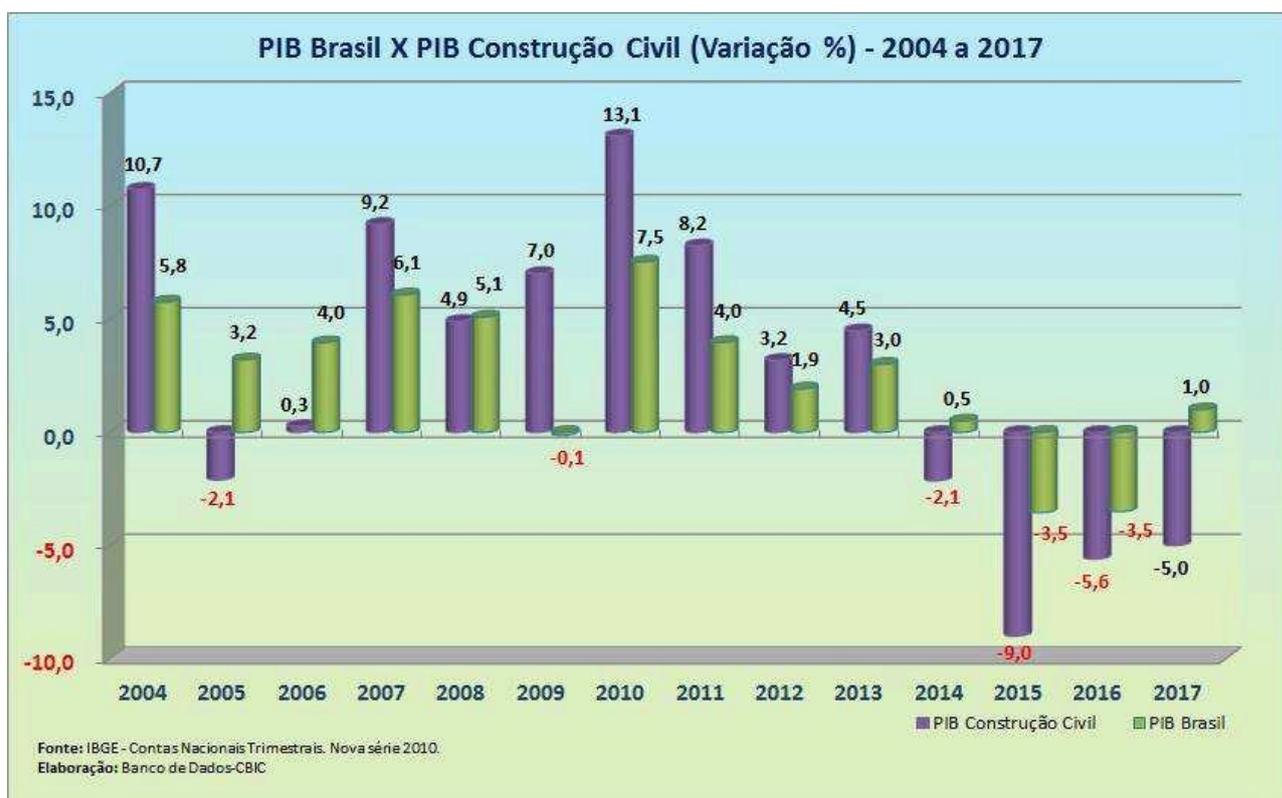
O desenvolvimento do setor de construção civil representa boa parte de empregos e renda gerada para um país, ajudando no desenvolvimento econômico do mesmo. Ao longo de todo o mundo, o êxodo rural e fatores ligados a industrialização constante, fazem com que aglomerações de casas sejam necessárias e diversas obras de infraestrutura sejam necessárias para garantir o conforto da população (SILVA, 2018).

Composta por construtoras, incorporadoras e prestadoras de serviço, além de vários outros segmentos da indústria, venda e serviços de materiais de construção, o setor de construção civil surgiu como um dos mais importantes do Brasil. Em 2003 a construção civil era responsável por gerar 13,8% do PIB (produto interno bruto), além de empregar cerca de 15 milhões de pessoas no referido ano, sendo 3,8 milhões de empregados diretos (LORENZON, 2008).

No Brasil, o intervalo temporal entre o início do século XXI até meados do fim da sua primeira década, pode ser considerada uma época áurea para o crescimento do setor de construção. Houve nesse período um aumento sucessivo dos índices quanto à sua expansão e lucratividade em todo país (SANTOS, 2017, p.13).

A partir de 2004 a participação da construção Civil no PIB apresentou muitas variações conforme Fig.1:

Figura 1- Comparativo PIB Brasil x PIB Construção Civil - 2004 a 2017.



Fonte: CEBIC (2018, *apud* SILVA, 2018¹)

Mesmo com o sucesso do setor em seus tempos gloriosos, segundo Lorenzon (2018), a construção civil, com frequência era alvo de críticas, especialmente devido ao alto custo de seus empreendimentos, marcados por seus elevados índices de desperdício de material, e sua baixa produtividade, muitas vezes justificada por alta rotatividade e baixa qualificação de mão de obra.

O setor, a partir do segundo semestre de 2013 vem sofrendo constante queda e grande retração com os anos. Em 2017, segundo Dutra (2017), foi o setor que apresentou maior queda, e segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria da Construção Civil (Sinicon), no primeiro semestre de 2017, o setor apresentava queda de 6,6% com relação ao mesmo período de 2016. Desde o segundo semestre de 2013, as quedas já somam 14,3% no setor, segundos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e estatística (IBGE). Segundo a mesma autora supracitada, de acordo com dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo (SindusCom-SP) e da Fundação Getúlio Vargas (FGV), mais de 1 milhão de

¹ SILVA, M. A. de F. **Construção enxuta em obras de pequeno porte**. 2018. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/22241>>. Acesso em: 01 set. 2018.

trabalhadores da construção civil perderam seus empregos. De outubro de 2014 a dezembro de 2016, o número de trabalhadores na construção civil caiu de 3,57 milhões para 2,489 milhões.

Este cenário preocupante, leva à necessidade de gerar novos rumos para a construção civil, a fim de aumentar qualidade e produtividade, reduzir custos na produção. Isso pode ser a diferença entre a permanência ou o fim de uma empresa no mercado.

Problemas do modelo tradicional de produção na construção civil, nas áreas de planejamento, gerenciamento e controle, levam a processos produtivos fragmentados, pouco transparentes e variáveis. Ao analisar os diferentes tipos de obras no setor da construção civil, pode-se identificar a recorrência de inúmeras características problemáticas, tanto produtivas como gerenciais (WIGINESCKI, 2009, p.07).

Torna-se necessário, de acordo com Santos (2017), um desenvolvimento das organizações, em atividades internas ao seu funcionamento, a fim de atingir uma boa visibilidade perante os clientes, para que alcancem capacidade de serem competitivas, justificando assim a incorporação de novas práticas para aumentar o potencial nos serviços prestados.

Novos modelos começam a ser propostos, com o intuito de melhorar o cenário atual, entre eles, o conceito de Construção Enxuta como uma vertente ao paradigma da produção enxuta (sistema Toyota de produção), desponta como uma excelente alternativa enquanto modelo para organização e gestão da produção no setor de construção civil (LORENZON, 2008).

2.2 Principais Características do Setor de Construção Civil brasileiro

Apesar do atual cenário nacional e das constantes quedas sofridas pela construção civil nos últimos anos, o setor é ainda um dos mais importantes na economia do país, tanto no que diz respeito ao PIB que ele gera, mas também devido ao grande número de empregos diretos e indiretos gerados por ele. Sua importância, no entanto, não te isenta de diversos problemas a serem enfrentados, tais como o consumo considerável de materiais tanto em quantidade, quanto em

diversidade, além de sua ainda baixa utilização de tecnologias de melhoria de processos, a fim de aumentar produtividade, e reduzir custos (WIGINESCKI, 2009).

Segundo Santos (1999, *apud* WIGINESCKI, 2009), o setor de construção civil sofre inúmeras pressões por melhorias, e intensificam com a crise. Entre as mais importantes fontes de pressão destacam-se:

Baixa produtividade – a indústria demonstra geralmente um nível de produtividade baixo se comparado com o de outras indústrias de manufaturas. Segundo Sarcinelli (2008), entre os principais fatores que contribuem para essa baixa produtividade, pode-se citar o uso de grande variedade de produtos e matérias primas, provenientes de diferentes fornecedores e origens, e também devido à utilização em grande escala de mão de obra com baixa qualificação e baixo investimento em treinamentos da mesma.

Demandas sociais – mudanças no estilo de vida da população, demandas por qualidade e maior conscientização de direitos, trazem novos desafios (SANTOS, 1999, *apud* WIGINESCKI, 2009). Sarcinelli (2008) corrobora acrescentando que até a década de 1980, havia muitas obras com pouca exigência de qualidade, e os clientes de uma forma geral, eram pouco habituados e despreparados para exigirem seus direitos.

Altos níveis de desperdício – segundo Santos (1999, *apud* WIGINESCKI, 2009), os níveis de desperdício ainda são elevados na indústria de construção civil, apesar das pressões por redução de custos. Pontes (2004, *apud* RIBEIRO, 2016) apresenta o tema tratando de perdas. Que o autor caracteriza como qualquer ineficiência que leve, por exemplo, ao uso indevido de equipamentos, materiais e até mão de obra em quantidades maiores que o necessário para a produção de algo. Pode-se ter como desperdícios, tanto de materiais, quanto de execução de tarefas e processos que ou são desnecessários ou não agregam valor (RIBEIRO, 2016).

Imagem ruim – segundo Santos (1999, *apud* WIGINESCKI, 2009), a construção civil tem entre as indústrias de manufaturas uma das piores imagens, sendo vista muitas vezes como sendo suja, perigosa e pesada em demasia.

Nos dias atuais, com a abertura de mercado, as privatizações no setor público, a política de concessões dos serviços do governo, a nova Lei de Licitações e Contratos (Lei 8666) e a crescente conscientização do mercado de seus direitos, através do maior acesso às informações e às políticas de proteção e defesa do consumidor, passando a exigir cada vez mais qualidade a preços menores, houve uma significativa mudança na lógica de

sobrevivência das empresas construtoras e na possibilidade de obter lucro encontra-se mudada. Atualmente, o preço é estabelecido pelo mercado de forma dinâmica e a possibilidade obter lucro está condicionada à capacidade de redução de custos de produção e melhoria contínua da qualidade do produto a ser entregue ao consumidor (SARCINELLI, 2008, p.9).

Wiginescki, (2009), apresenta como formas de amenizar esses problemas, adoção de novas tecnologias, busca por melhores produtos, aumento de qualidade, reestruturação organizacionais, capacitação de mão de obra e aplicação de processos de melhoria continua e uso de ferramentas modernas de gestão de produção.

2.3 Origem do conceito de Construção Enxuta (*Lean Construction*)

Segundo Nery, Zattar e Oliveira (2017), o conceito de construção enxuta tem origem a partir de outro conceito aplicado a produção industrial fabril, a filosofia da Produção enxuta (*lean production*). Para o entendimento desse conceito, torna-se importante que se conheça a origem do conceito.

2.3.1 Teorias administrativas da produção

No geral, de acordo com Antunes *et al* (2008), as mudanças e transformações ao longo da história, iniciaram-se nas indústrias automobilística, têxtil, siderúrgica, expandindo depois para as demais indústrias, que adaptavam tais modelos administrativos, para sua realidade. Ao longo da evolução da Humanidade, o homem deixou de ser nômade, iniciou um processo de plantio de grãos, até chegar ao patamar de produzir bens e serviços em pequenos grupos de artesãos, de acordo com Araújo (2009), as produções eram realizadas de maneira caseira, nas próprias casas dos artesãos, ou em pequenas oficinas, onde a produção tinha características como o fato da dependência de que o autor chama de mestre, que realizava praticamente todas as ações, havia grande retrabalho até que se conseguissem “encaixar” todos os processos, a produção era em baixa escala, atendendo a um número restrito de pedidos. Aos poucos, os artesãos começaram a dividir as funções

e organizar os trabalhos, criando um início de processo produtivo, mas ainda em baixa escala.

Em 1600, o Arsenal Veneza, que na época era a maior manufatura de navios do mundo, trabalhou com 1500 funcionários, produzindo 100 navios de combate em apenas 2 meses. Nessa empreitada, as tarefas eram divididas de acordo com as habilidades de cada artesão, e eram utilizadas técnicas e processos previamente definidos.

2.3.1.2 Produção enxuta, sistema Toyota de produção

Segundo Corrêa (2017) a origem do Modelo de Produção Enxuta foi criado durante uma forte crise do petróleo em 1973, quando ocorreu uma redução na demanda por automóveis. O conceito de produção enxuta foi utilizado pela primeira vez nas indústrias da família Toyota, pelo engenheiro Taiichi Ohno, quando a Segunda Guerra Mundial trouxe à tona a fragilidade da indústria Japonesa. O engenheiro, diante da impossibilidade de acompanhar as empresas ocidentais e até mesmo de replicar seus modelos de produção, começou então a readequar seus processos produtivos atendendo às suas necessidades então bastante restritas. O sistema de produção em massa estava infestado de desperdícios, e os recursos eram escassos (SANTOS, 2017). A fim de reduzir esses desperdícios e maximizar os resultados, de acordo com Pinto (2008, *apud* SANTOS, 2017), a Toyota utilizando práticas *Kaizen*, que visam à melhoria contínua nos processos, somadas a ações para reduzir a ocorrência de erros, chamada de *poka-yoke*, e o sistema *kaban*, conhecido por auxiliar no controle e balanceamento da produção, conseguiu impulsionar a indústria Japonesa.

Uma empresa enxuta tem menos desperdícios, de tempo e recursos, menos escalões hierárquicos, seleção rigorosa de fornecedores, poder de decisão para o empregado, busca de maior produtividade e satisfação das necessidades do cliente. [...] O grande objetivo operacional da produção enxuta é o fornecimento da quantidade certa de produtos na hora certa, com o nível certo de qualidade, no lugar certo, com a maior produtividade e o menor custo possíveis (MOREIRA, 2012, p. 25)

O sistema de produção enxuta, ou *lean production* visa ao máximo aproveitamento dos processos e de organização fabril, através de nível zero de desperdício ou perda de aliados aos sistemas de gestão operacional para essa área. A Fig. 2 é uma ilustração do modelo, com suas premissas:

Figura 2 - *Lean Production*



Fonte: Grupo Pet Civil UFC, 2015².

Embora cada empresa utilize como inspiração o sistema Toyota de produção e realize adaptações, segundo Pinto (2008, *apud* SANTOS, 2017), o mesmo autor acredita que existem elementos essenciais que caracterizam o sistema:

Processos *Just in Time* – Segundo Vieira (2009, p. 46) “O *Just in Time* encaminha a um sistema sincronizado de produção em fluxo contínuo “sem estoques”, onde nenhum material deve chegar a seu local de processamento sem emprego imediato, ou nenhuma atividade deve acontecer no sistema sem necessidade dela”. Ou seja, os materiais e processos devem ser aplicados ou chegar ao local solicitado, na quantidade certa, na qualidade certa e no momento exato da sua solicitação.

A expressão *Just in Time* significa exatamente no tempo, porém na produção enxuta esta expressão também significa estoque zero, ou sem estoque, isto quer dizer que cada processo tem que ser executado com os

² GRUPO PET CIVIL UFC. **Lean construction**: história, princípios e exemplos. 29 set.. 2015. Disponível em:< <https://civilizacaoengenhaira.wordpress.com/2015/09/29/lean-construction-historia-principios-e-exemplos/>>. Acesso em: 06 set. 2018.

itens requeridos, na quantidade certa e no tempo exato, sem acumulação (SHINGO, 1989, *apud* KATO, 2014, p.20).

Jidoka – segundo Pinto (2008, *apud* SANTOS, 2017), refere-se à autonomia dada ao trabalhador para interferir nas máquinas e na produção, visando à perfeição do produto. A palavra, embora seja japonesa, origina-se de 3 caracteres chineses, sendo *ji*, que se refere ao próprio trabalhador, *do* significa movimento ou trabalho e *ka* é um sufixo que significa ação. Assim, se o trabalhador sentir que não está bem, ou que algo está errado em seu trabalho, deve parar a produção a fim de não apresentar defeitos na mesma. Desta forma, o autor apresenta um provérbio atribuído à Toyota: “Pare a produção para que a produção nunca tenha que parar” (DENNIS, 2008, p.109).

Heijunka – Segundo Liker e Meier (2007) o termo significa tornar uniforme, ou nivelar. Isso significa na prática, produzir não em grandes lotes como na produção em massa, mas em quantidades menores de acordo com o real consumo do cliente. Também demonstra segundo o autor, uma capacidade esperada de flexibilização dessa produção de acordo com as mudanças nas demandas dos clientes.

Padronização – o sistema Toyota de produção prega a definição de padrões de produção através de modelos uniformes a fim de reduzir defeitos encobertos, melhorando a transparência nos processos e facilitando o gerenciamento dos produtos (PINTO, 2008, *apud* SANTOS, 2017).

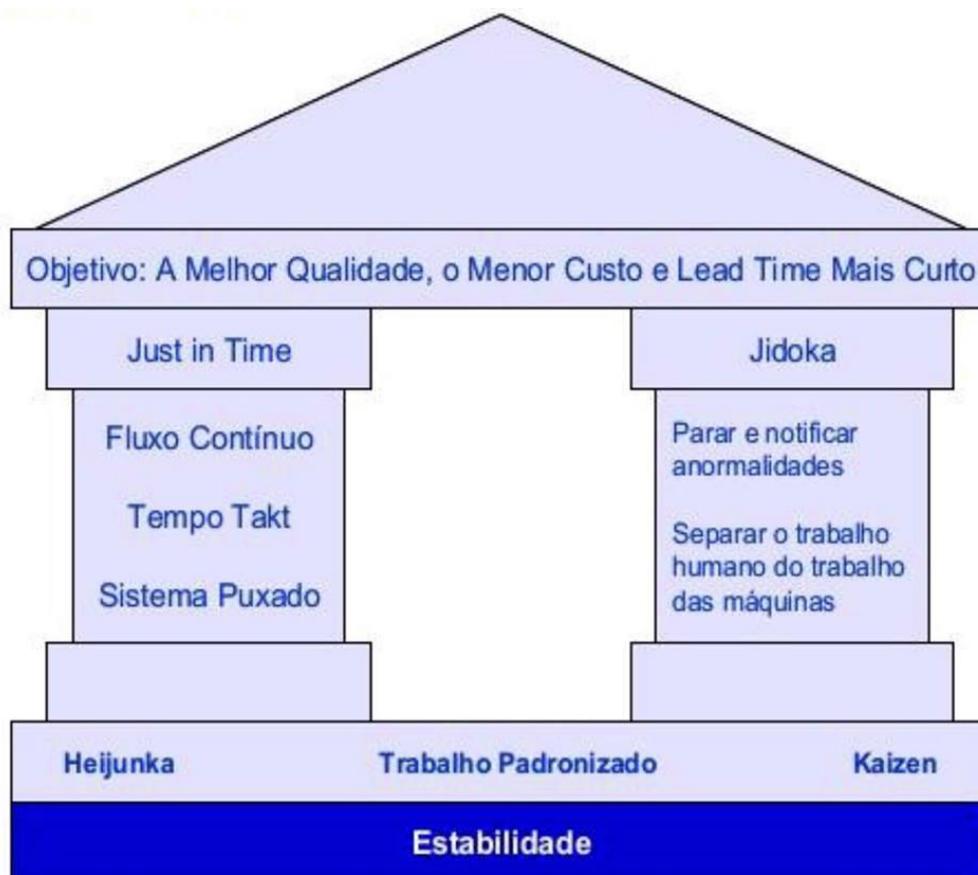
Melhoria contínua – Segundo Pinto (2008, *apud* SANTOS, 2017), é a busca constante pelo produto perfeito, feito sem nenhum desperdício. Segundo Rother (2010) essa melhoria contínua é diária e envolve todos os setores das organizações, desde o produto, aos processos de produção e até de gestão das organizações, mesmo que as metas já tenham sido alcançadas.

Gestão Visual – os controles da produção devem ser transparentes e de simples compreensão e devem ser compreendidos por todos os níveis da organização (PINTO, 2008, *apud* SANTOS, 2017). Para aumentar o grau de transparência do processo, podem ser utilizados: redução dos números de interdependências, realização de tarefas observáveis, manter limpo e organizado o local para melhor controle visual (KATO, 2014).

Estabilidade – segundo Pinto (2008, *apud* SANTOS, 2017), diz respeito a um sistema de produção estável que pode ser conseguido e reforçado com a aplicação

dos conceitos descritos. A Fig. 3 apresenta a estrutura do sistema Toyota de produção:

Figura 3 - Estrutura do Sistema Toyota de produção



Fonte: Kamada (2007)³

Conforme abordado anteriormente, muitas empresas de manufatura utilizaram o sistema Toyota de produção como inspiração, realizando diversas adaptações de acordo com cada realidade. Assim também, com o intuito de vencer obstáculos trazidos pela crise no setor de construção civil, os conceitos de construção enxuta ganham diversos adeptos (KATO, 2014).

³ KAMADA, S. **Estabilidade na produção da Toyota do Brasil**. 08 jun. 2007. Disponível em: < <https://www.lean.org.br/artigos/86/estabilidade-na-producao-da-toyota-do-brasil.aspx>>. Acesso em: 04 nov. 2018.

2.4 Construção Enxuta

Em conformidade com Barros (2005, *apud* WIGINESCKI, 2009), o planejamento racional dos processos produtivos constitui um fator chave para o aumento de competitividade. Para solucionar diversos problemas da construção civil, a busca constante por melhoria é o caminho mais adequado a ser seguido e nesse contexto surgiu a Construção Enxuta (*Lean Construction*).

De acordo com Fontanini e Picchi (2005), A filosofia conhecida como *Lean Thinking* usa como base o sistema Toyota de produção, e firmou-se como um novo paradigma no que diz respeito a sistemas de produção, apresentando-se primeiramente com o termo de produção enxuta, apresentando a forma de produção onde se apresenta ao cliente exatamente o que ele quer, quando ele quer, e produzindo mais com cada vez menos. Depois adotou-se esse conceito de *Lean Thinking*, ou seja, de mentalidade enxuta, abordada em 1998 por Womack e Jones, onde se acredita que para a implantação da produção enxuta, é necessário não apenas uma mudança nos processos, mas sim nos pensamentos, cultura e paradigmas produtivos existentes.

Para Nery, Zattar e Oliveira (2017), apesar de o setor de construção civil apresentar características próprias e bastante peculiares, diversos conceitos e processos utilizados anteriormente na produção fabril, têm sido adaptados à construção civil com sucesso. Dentre as principais diferenças das manufaturas fabris para a construção, o autor indica que os produtos da primeira podem ser movidos e transportados com relativa facilidade, enquanto na construção, até pelo tamanho e imobilidade, isso não é possível; e também os projetos são realizados no local, sem um *layout* projetado como acontece nas fábricas; os processos são em sua maioria únicos em cada produto, dificultando padronização; e os projetos em sua maioria são muito complexos, envolvendo diversos processos diferentes, com incontáveis variáveis em cada um desses processos. Ainda assim, com as devidas adaptações, diversos autores citam a possibilidade de utilização do conceito adaptado para um conceito de construção enxuta.

Segundo Kato (2014, p. 26), “A Construção Enxuta é a aplicação dos princípios e teorias da *Lean Production* à construção”, e aponta que os dois principais conceitos utilizados são o *Just in Time* e o controle da qualidade total. Já Koskela (2000, *apud* NERY; ZATTAR; OLIVEIRA, 2017), propõe que os processos

de construção civil devem ser compreendidos em 3 dimensões, sendo transformação, fluxo e valor. Segundo Koskela (1992), a Construção Enxuta pode ser apresentada por onze princípios, que buscam atender a requisitos como qualidade, prazos e custos, que serão tratados ao longo da pesquisa:

- 1) Redução de atividades com baixo valor agregado ou que não agregam valor;
- 2) Aumento da percepção de valor e valorização do produto através do atendimento às necessidades do cliente;
- 3) Redução a variabilidade dos produtos, mantendo uma qualidade única;
- 4) Redução do tempo de ciclo produtivo;
- 5) Simplificação dos processos através da redução de passos ou partes que não agreguem valor;
- 6) Aumento da flexibilidade de saída;
- 7) Aumento de transparência no processo;
- 8) Foco no controle de todo o processo;
- 9) Busca de melhoria contínua em todas as partes do processo;
- 10) Manutenção de equilíbrio entre melhorias e fluxos;
- 11) *Benchmarking*

Hilsdorf (2010, p. 01) afirma:

Benchmarking é uma ferramenta de gestão que consiste na mensuração da performance de uma organização, permitindo que ela compare sua eficiência com a de outras organizações, frequentemente com a empresa líder do segmento ou outro concorrente muito relevante. Esta prática não significa copiar o que a concorrência está fazendo, mas aprender com ela através da observação e comparação das melhores práticas. O *benchmarking* pode e deve ser utilizado mesmo quando buscamos um posicionamento competitivo de unicidade (sermos reconhecidos como únicos, à parte da concorrência).

Correia (2018), destaca a diferença conceitual da construção tradicional e da construção enxuta e exemplifica ambas, a fim de gerar um melhor entendimento. A Construção tradicional, segundo o autor, apresenta produção como um conjunto de atividades, conversão de insumos em produtos sejam finais ou parciais. Como exemplo, podem ser apresentados insumos como concreto ou aço que aparecem como componentes, geram vigas como produto intermediário, apresentam-se como

elementos, gerando um produto final, que seria edificação, ou seja, de uma maneira geral, as edificações são os produtos finais que, formadas de sistemas, os quais são formados de elementos que são, por sua vez, formados de componentes.

Já na construção enxuta, a produção é concebida como um fluxo de matérias, desde os insumos ao produto final. Nesse fluxo, existem atividades diferentes, sendo que algumas delas agregam valor ao produto final e outras não agregam, e são chamadas de atividades de fluxo. Assim, a redução dessas atividades de fluxo, com o uso por exemplo de novas tecnologias, reduz custos, trazendo maior produtividade e menos desperdício. O uso por exemplo de painéis modulares (*Drywall*), em substituição ao processo artesanal de paredes de alvenaria de blocos de cerâmica (CORREIA, 2018).

Wiginescki (2009) escreve que enquanto nos conceitos tradicionais de produção da construção, o objetivo final é a entrega do produto, na Construção Enxuta os conceitos são voltados a três objetivos principais: a entrega do produto, a redução do desperdício e a maximização do valor agregado.

Existem inúmeras oportunidades de aplicação da construção enxuta, porém, nos projetos de longa duração, o grande número de pessoas com baixo nível de instrução e as diferentes especificações a cada projeto, são algumas das dificuldades encontradas. Assim, a construção enxuta procura driblar estes obstáculos, concentrando as forças no planejamento para se obter uma execução mais organizada, controlada, que evite desperdícios e gere resultados satisfatórios (SILVA, 2018, p. 10).

Segundo Pinto (2008, *apud* SANTOS, 2017), existem sete principais fontes de desperdício que devem ser combatidas:

Superprodução – principalmente em produção desnivelada, muitas vezes é produzido mais do que foi solicitado pelo cliente e nem sempre é vendido depois;

Espera – é desperdício de tempo em esperas do trabalhador, ou de máquinas, parados, muitas vezes, por falhas de comunicação, falta de materiais por falhas no planejamento ou mesmo por atrasos de fornecedores.

Movimentação de materiais – movimentação desnecessária de materiais ou pessoas para locais diferentes, que poderiam estar sendo utilizados no local adequado, reduzindo o desperdício de tempo.

Processos inadequados – realização de tarefas desnecessárias para a produção em questão.

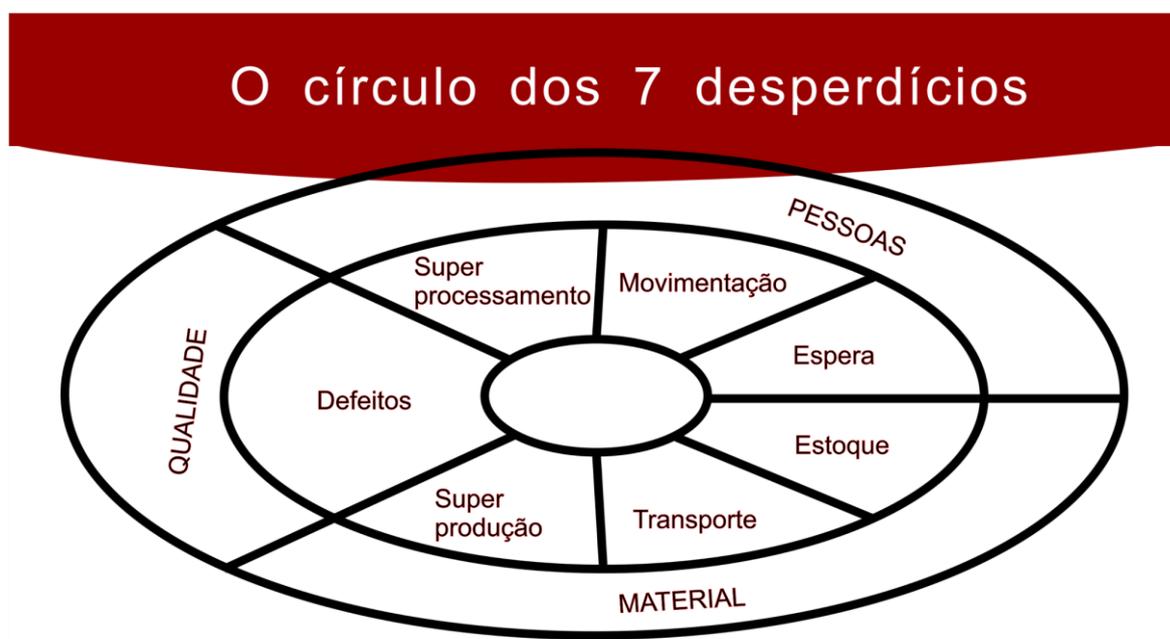
Estoques – a compra de grandes quantidades de materiais pode gerar desperdício com o vencimento ou estrago dos mesmos, e o custo para manutenção dos materiais para uso é bastante significativo.

Movimentação desnecessária – gerada muitas vezes em consequência da organização do espaço da construção, que gera necessidade de percorrer maiores percursos gerando desgaste do profissional e maior tempo para deslocamento.

Defeitos – aquisição de materiais de baixo desempenho em aspectos de qualidade, podem não apresentar valor para o cliente na hora de comprar o produto.

Esses sete desperdícios podem ser vistos na Fig. 4:

Figura 4 - Círculo dos 7 desperdícios



Fonte: Guimarães, 2018⁴.

Segundo Corrêa (2017, p. 2) “A eliminação das perdas traz consigo a redução dos custos de produção, dessa forma o setor de construção pode se manter aquecido, uma vez que fica possível praticar preços inferiores, que podem viabilizar os empreendimentos”. Esse aquecimento pode ser a diferença entre a ascensão da empresa de construção, ou seu declínio, sua prosperidade, ou sua falência.

⁴ GUIMARÃES, R. S. **Fazendo Kaizen**. Disponível em:<
<https://slideplayer.com.br/slide/11102669/>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

2.5 Aplicação da Construção enxuta no canteiro de obras

De acordo com Corrêa (2017), enquanto na construção tradicional o planejamento dos processos acontece em rede, onde o fluxo de processos se divide em atividades com determinado período de tempo, sem levar em conta subprocessos envolvidos e sem um plano para cada subprocesso, a construção enxuta propõe um novo paradigma de processo. A construção deve então ser vista como um conjunto de atividades de fluxo de processos, evidenciando os principais o projeto e a construção.

2.5.1 Projeto na construção enxuta

Na fase de projeto, é realizado um detalhamento, e as especificações necessárias em todos os processos até o fim. A partir desse detalhamento, já são realizadas correções de problemas apresentados.

Nessa fase do projeto, em que é realizado o planejamento da obra, a análise de atividades que não agregam valor deve ser feita a fim de reduzir os fluxos de atividade possíveis. Existem alguns fluxos de atividade que não podem ser eliminados, no entanto, podem ser reduzidos. Assim, o tempo que o colaborador leva para colocar equipamentos de segurança para o trabalho em altura, é um fluxo de atividade que não pode ser eliminado, entretanto, pode ser minimizado com treinamentos que possibilitem fazer de forma correta e segura, com mais agilidade. Outros fluxos de atividade podem ser eliminados, por exemplo, o tempo de um colaborador parado esperando entrega de um material, pode ser eliminado com a compra planejada de materiais ou troca de fornecedor por um mais eficiente, ou a redução do tempo de mistura manual de massa ou argamassa, utilizando argamassa industrial, concreto usinado, ou em pequenas construções, o uso de betoneiras (CORREIA, 2018).

Ainda, nessa fase segundo Kato (2014), devem ser analisadas, a fim de reduzir processos que não geram valor, o que de fato o cliente quer, evitando o retrabalho, e analisar ainda como são realizadas as atividades, a fim de chegar ao resultado interessante do ponto de vista de custos. Devem ser analisados pontos do projeto, que auxiliem na redução de variações do processo, ou seja, através da

análise consiga criar um padrão a ser seguido, um fluxo de informações e regras, enfim, metodologias de trabalho que reduzam quantidade de partes de um fluxo de atividade, sempre que possível; além de já se pensar em possíveis melhorias, que devem ser alcançadas.

2.5.2 Fase de Construção

Na fase de construção Corrêa (2017) afirma que, acontece a mensuração de indicadores. As formas mais tradicionais para isso levam em conta o custo e a produtividade, mas não é possível identificar corretamente desperdícios ou perdas, não favorecendo a melhoria nos processos. O ideal em uma construção enxuta é a utilização de indicadores relacionadas às mais diversas formas de desperdício, utilizando, por exemplo, o índice de número de defeitos e retrabalho, número de erros do projeto, excesso de consumo ou perdas de materiais até mesmo o percentual de tempo utilizado em fluxos de atividade, conforme abordado anteriormente, não agrega valor ao produto. Para o estabelecimento desses ou de outros indicadores, é imprescindível que se tenha em mente, que as empresas podem realizar essa mensuração de maneiras diferentes e mesmo dentro da mesma empresa, os projetos são diferentes, esses dados não devem ser utilizados como comparativos com outras situações, e sim, servir de um comparativo, projeto a projeto, apenas para proporcionar a visão necessária para a aplicação da melhoria contínua dos processos.

O conceito de qualidade na construção enxuta leva em conta diversos fatores. Entre eles pode-se destacar estabelecimento de procedimentos padronizados que possibilitem a rápida detecção de problemas, e rápida correção dos erros; estabelecimento de requisitos específicos de qualidade de acordo com o cliente, para cada tipo de atividade; procura por uma visão dos processos como um todo, visando redução do acúmulo de produtos semiacabados e processos em espera (redução do tempo de espera), ou seja, não devem ser incluídas apenas atividades completas no planejamento, mas sim as atividades em fluxo (KOSKELA, 1992).

Assim, entende-se que a construção civil possui características diferentes das manufaturas fabris que podem gerar dificuldades para a implantação da construção enxuta em sua totalidade. Segundo Corrêa (2017), as características peculiares da construção civil estão a natureza única do projeto, pois cada cliente tem uma

demanda diferente, seja em *designer*, seja em utilização do imóvel, além de cada terreno apresentar variações diversas e cada projetista ter sua própria visão e vivência; a produção *in loco*, que dificulta a inspeção de atividades, já que não tem como seguir uma linha espacial de atividades, além de não se conseguir um *layout* inteligente que reduza movimentação e processos, dentro de uma edificação. É preciso buscar alternativas para amenizar essas dificuldades, como a utilização de materiais pré-fabricados e outros que reduzam o número das atividades realizadas dentro da edificação. Também é possível facilitar a coordenação das equipes, utilizando os mesmos colaboradores em funções diferentes, dando a eles mais de uma atribuição no projeto, proporcionando mais flexibilidade na produção. “Para facilitar o planejamento e controle da construção, cada pavimento pode ser dividido em setores, onde cada uma das equipes executa a mesma tarefa e migra de setor em setor” (CORRÊA, 2017, p. 10).

2.5.2.1 Estabelecimento de melhoria contínua dos processos

Liker e Meier (2007), apresentam também o processo de melhoria contínua como sendo um ciclo de solução de problemas que segundo os autores é bastante utilizado na Toyota, e visualmente consegue-se visualizar os problemas, e esse círculo é repetido diversas vezes durante o processo, a fim de que todos os erros sejam corrigidos.

Shingo (2007, p. 37), define produção sendo: “Uma rede de processos e operações”. O autor apresenta ainda, alguns conceitos que são importantes para entender sobre melhoria contínua:

Um processo é visualizado como o fluxo de materiais no tempo e no espaço; é a transformação da matéria-prima em componente semiacabado, e daí a produto acabado. Por sua vez, as operações podem ser visualizadas como o trabalho realizado para efetivar essa transformação – a interação do fluxo de equipamento e operadores no tempo e no espaço. A análise do processo examina o fluxo de material ou produto; a análise das operações examina o trabalho realizado sobre os produtos pelo trabalhador e pela máquina. [...] para realizar melhorias significativas no processo de produção, devemos distinguir o fluxo de produto (processo) do fluxo de trabalho (operações) e analisá-los separadamente (SHINGO, 2007, p. 37).

Segundo Ruppenthal et. al. (2015), a principal diferença entre o método tradicional de construção e a construção enxuta é a forma como se analisa o processo de produção. Conforme apresentado na Fig. 5, esse é o processo analisado sob a ótica do modelo tradicional de construção:

Figura 5 - Processo de produção - construção tradicional.

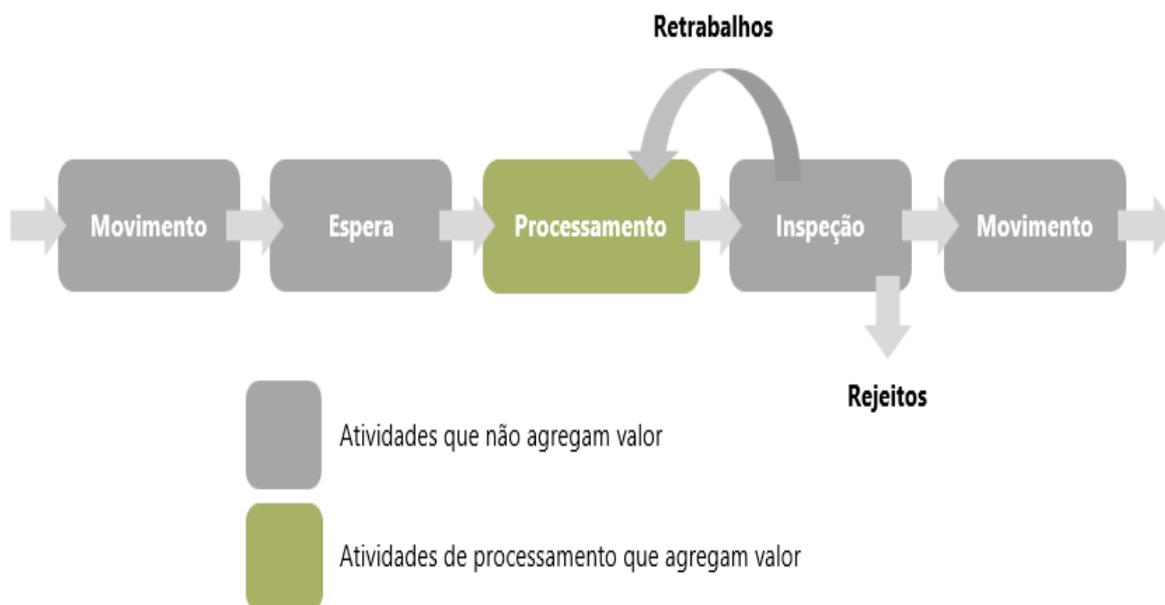


Fonte: Ruppenthal et
al. (2015)⁵

Segundo o autor, enquanto no processo tradicional, analisa-se o processo apenas dividindo-o em subprocessos, no sistema de produção enxuta, analisa-se as operações agregam ou não valor. A análise no sistema de construção enxuta está representada na Fig. 6:

⁵ RUPPENTHAL, J. E. et al. Experiências sobre a implementação da filosofia lean em uma obra de condomínio horizontal de interesse social em Santa Maria – RS. **Espacios**, Caracas - Venezuela, v. 36, n. 16, p. 1-4, jan. 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n16/15361604.html>>. Acesso em: 01 set. 2018.

Figura 6 - Processo de Produção - Construção Enxuta.



Fonte: Ruppenthal *et al.* (2015)⁶

No processo tradicional, segundo Koskela (1992) o processo de conversão e baseado apenas em entradas e saídas e subprocessos, com isso os custos também só levam em conta essas dimensões. Os custos de movimentação, espera e inspeção, embora sejam necessários para a produção, não têm valor agregado para o cliente, ou seja, o cliente não quer pagar por essas atividades. Através dessa análise, essas atividades que não agregam valor para o cliente no sistema de construção enxuta, são estudadas e sempre que possível, eliminadas ou minimizadas. Para cada desperdício de tempo, nessas atividades serão então apresentados problemas e possíveis soluções. Uma situação de espera da chegada de determinado material, em análise observa-se que isso ocorre porque o fornecedor X demora longo tempo para entrega do material, assim, possíveis formas de minimizar ou acabar com esse tempo de espera seria ou trocar de fornecedor, ou pedir os materiais com maior antecedência. Essas análises segundo Corrêa (2017) são realizadas constantemente, a fim de manter a chamada melhoria contínua.

Moreira (2012), afirma que o sistema de produção enxuta da Toyota, busca a qualidade na fonte, o que significa buscar a fonte do problema de qualidade e a

⁶ RUPPENTHAL, J. E. et al. Experiências sobre a implementação da filosofia lean em uma obra de condomínio horizontal de interesse social em Santa Maria – RS. **Espacios**, Caracas - Venezuela, v. 36, n. 16, p. 1-4, jan. 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n16/15361604.html>>. Acesso em: 01 set. 2018.

forma de solucionar, já que se a causa do problema não for identificada e eliminada, ela se repete. A partir daí o autor acredita em algumas máximas que são apontadas para se obter o sucesso dessa busca pela qualidade. Ter os fornecedores como parceiros, a fim de que esses entreguem em prazos necessários reduzindo tempos de espera, criar dentro das produções ou canteiros de obras, *layouts* e mecanismos que permitam mais agilidades nos processos de movimentação de materiais, melhorias nos processos de produção para reduzir tempos de procedimentos, melhoria nas identificações de defeitos evitando retrabalhos, além de busca por qualificação da mão de obra para os processos a fim de reduzir desperdícios de materiais e tempo.

Nesse aspecto, deve ser entendido que o processo de melhoria é incremental e iterativo, ou seja, mesmo a prática padronizada deve ser tratada como hipótese de melhor prática, podendo assim sempre receber melhorias. É interessante destacar que a inovação, referente ao processo de conversão, deve ser deixada em segunda análise, sendo assim, só deve ser analisada após um exaustivo processo de melhoria incremental baseada no *know-how* interno. Assim, os resultados poderão ser alcançados com menor investimento financeiro (CORRÊA, 2017, p. 6).

A melhoria contínua deve ser introduzida ao sistema, partindo do pressuposto de que nenhum processo é perfeito e sempre é possível buscar o aperfeiçoamento colocando ações corretivas possíveis, melhorando a qualidade final, a um menor custo, mas com maior valor agregado, e maior percepção de valor pelo cliente (CORREIA, 2018).

2.5.2.2 Valor para o cliente

Ao longo de toda a pesquisa e nos estudos a respeito do sistema Toyota de produção, o termo valor para o cliente, é abordado com frequência, especialmente se referindo a processos que geram ou não esse atributo. O conceito de valor para o cliente é constantemente abordado em estudos sobre *marketing*.

Segundo Kotler e Keller (2007, p. 34):

O dever de qualquer negócio é fornecer valor ao cliente mediante lucro. Em uma economia extremamente competitiva, com compradores cada vez mais racionais diante de uma abundância de opções, uma empresa só pode vencer ajustando o processo de entrega de valor e selecionando, proporcionando e comunicando um valor superior.

Nesse caso, valor não é aumento do preço para o cliente e sim o aumento da percepção do mesmo dos atributos do produto, sua importância para o mesmo, e sua percepção de qualidade. No processo comum de produção de uma empresa, a sequência de produção e venda do produto é um pouco diferente do que em um sistema que busca mais valor ao cliente. No processo tradicional, primeiro se projeta o produto, adquirem-se os materiais necessários a sua produção, este é produzido, depois se calcula o custo e preço de venda do produto, anuncia o mesmo no mercado para que se venda. No processo em que se busca maior valor para o cliente, primeiro se pesquisam quais as características do cliente (segmento de mercado que se pretende atingir), quais os desejos e necessidades do cliente, o que ele espera de um determinado produto, depois se projeta de acordo com essas informações o produto, aí se iniciam os demais processos. Com isso, o cliente estará mais propenso à compra e irá reconhecer e pagar o preço do produto (KOTLER; KELLER, 2007).

Levando o conceito de gerar valor para a construção civil, seria produzir o que o cliente quer e está disposto a pagar. Na construção enxuta, deve-se ainda, reduzir os processos que para o cliente não agrega valor, é apenas um custo que não apresenta retorno.

2.6 Implantação do modelo de construção enxuta

Segundo Ribeiro (2016), muitos dos estudos sobre a implantação da filosofia da construção enxuta apresentam grandes possibilidades de melhoria em diversos setores da empresa, em especial por meio de aprendizagem, mas muitos apresentam, no entanto, obstáculos tanto estruturais quanto culturais que dificultam as pessoas de adotar os conceitos de tal filosofia. A mudança de comportamento e

mudanças de tradições e paradigmas é um fator determinante para o sucesso da implantação.

Lorenzon (2008) apresenta em seu estudo, diversos autores que mostraram a implantação da filosofia de construção enxuta em vários países do mundo. Em empresas chilenas, várias atividades foram implantadas em conjunto entre as empresas em processos como implantação de métodos de identificação e redução de desperdícios em geral, de práticas de *benchmarking* setorial. Mas mesmo realizando ações conjuntas, cada empresa criou seu próprio comitê de implantação (ALARCÓN; DIETHELM, 2001 *apud* LORENZON, 2008). Já em outro estudo de implantação em Cingapura, foi notado que nem todos os conceitos foram implantados e o maior problema foi a resistência cultural para a mudança, além da falta de qualificação da mão de obra, descomprometimento dos mesmos e alta rotatividade no setor, que dificultou treinamentos e conseqüentemente a implantação (DULAIMI; TANANMAS, 2001, *apud* LORENZON, 2008).

Picchi e Granja (2004, *apud* LORENZON, 2008), constataram que em grande parte dos processos de implantação da filosofia da construção enxuta, são utilizadas apenas algumas de suas ferramentas isoladas em cada obra, e sem conexão entre elas, de maneira isolada e uma utilização sistêmica, com o uso efetivo de todo o conceito de construção enxuta, praticamente é inexistente.

A implantação dos conceitos de construção enxuta é possível independente do tipo de tecnologia adotada pela empresa. Planejar a obra, buscando o equilíbrio, utilizando ferramentas para análise e redução de tempos e otimização do mesmo, além de mecanismos de redução de matéria-prima, podem ser implantados inclusive em empresas pequenas (CONTE, 2002, *apud* LORENZON, 2008).

Koskela (1992), argumenta que o modelo de construção enxuta não demanda grandes esforços e sugere que se inicie a implantação a partir de programas de controle de qualidade, para depois iniciar os demais processos como um todo. As etapas para a implantação da filosofia é começar definir os processos de produção, mensurar esses processos, identificar as necessidades de melhoria, implantar essas melhorias e monitorar o progresso das mesmas. O mapeamento dos processos, segundo o autor, é uma das coisas mais importantes, já que desse mapeamento surgem as questões para melhoria, que serão a base do conceito. A partir de então, a aplicação da ideia de melhoria contínua, manterá o funcionamento do conceito de construção enxuta.

Corrêa (2017) ao estudar sobre a implantação do conceito em uma empresa brasileira, obteve como resultado, que uma das questões menos aplicada na prática, é a de reduzir atividades que não agregam valor ao cliente, porque muitas vezes o cliente não é consultado para que se possa definir o que ele quer, e o que valoriza de fato. Outro fator é a redução de desperdícios, que segundo o autor não é observada a preocupação dos operários. Outro fator complicador para a implantação é não ser comum empresas realizarem levantamentos de indicadores como duração das atividades, produtividade dos operários, e isso dificulta a implantação do conceito de reduzir o tempo do ciclo, pois é preciso saber qual é esse tempo para realizar mudanças no mesmo.

Segundo Lorenzon (2008), a ideia da construção enxuta está em expansão, mas para sua real implantação, ainda existem algumas barreiras a serem vencidas, especialmente no que diz respeito à qualificação de mão de obra e a mudança cultural e de paradigmas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os períodos de constante crescimento obtidos pela construção civil durante um longo período no Brasil, muitas empresas cresceram e se consolidaram, e outras surgiram, sem, no entanto, prepararem-se efetivamente de maneira profissional para o mercado. A construção enxuta, tem se mostrado uma excelente estratégia para o enfrentamento de crise no setor, principalmente por apresentar diversas vantagens como a redução de desperdício, o conceito de valor para o cliente e as metodologias adotadas nesse sistema podem ajudar as empresas a produzirem mais, com menor custo, e com qualidade desejada pelos clientes finais.

Ainda existe algumas dificuldades apresentadas no setor, que dificultam sua implantação na totalidade do conceito, como a grande rotatividade de pessoal e mão de obra com baixa qualificação, dificuldade de treinamento, cultura do desperdício, dificuldade de implantação de novas tecnologias, mudanças de layouts e dificuldade na redução de tempo de movimentação nos canteiros de obras, e outros problemas que são típicos do setor e do tipo de produção. Sem essa mudança de pensamento, esse aumento de produtividade efetiva e a adequação ao conceito de produzir mais e melhor com um menor custo, as empresas podem enfrentar grandes dificuldades. Os preceitos da construção enxuta podem contribuir muito para um enfrentamento efetivo da crise e maior lucratividade no setor de forma geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, J. *et al.* **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008. 325 p.

ARAUJO, M. A, de. **Administração de produção e operações**: uma abordagem prática. Rio de Janeiro: Brasport, 2009. 393 p.

CORRÊA, H. H. **Avaliação da implantação da construção enxuta em empresas construtoras do Distrito Federal**. 2017. 90 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Faculdade de tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília DF, 2017.

CORREIA, J. V. F. B. Contextualização dos princípios da construção enxuta: aplicação da filosofia enxuta do sistema Toyota de produção na indústria da construção civil em exemplos práticos. **Ciências exatas e tecnológicas**, Aracaju, v.4, n. 3, p. 29-38. Abr. 2018.

DENNIS, P. **Produção lean simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2008. 190 p.

DUTRA, H. **Construção civil no Brasil**: situação atual e projeções para 2018. 6 nov. 2017. Disponível em:< <https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-brasil/>>. Acesso em: 01 jul. 2018.

FONTANINI, P. S. P.; PICCHI, F. A. Lean thinking na cadeia de fornecedores da construção civil. In: XII SIMPEP, n.12, 2005, Bauru, SP. **Lean thinking na cadeia de fornecedores da construção civil**. Bauru: 7 a 9 de nov. 2005, p. 1-12.

HILSDORF, C. **O que é benchmarking?** 13 set. 2010. Disponível em:< <http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/o-que-e-benchmarking/48104/>>. Acesso em: 01 out. 2018.

KATO, R. B. **Diagnosticando sistemas construtivos e empresas de construção quanto à presença de práticas enxutas**. São Paulo: Santarém, 2014. 189 p.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. *Stanford University*, set. 1992. Disponível em:<<http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>>. Acesso em: 01 out. 2018.

KOTLER, P.; KELLER, K.L. **Administração de marketing**. 12 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 750 p.

LIKER, J.K.; MEIER, D. **O modelo Toyota manual de aplicação**: um guia prático para a implantação dos 4 ps da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007. 431 p.

LORENZON, I. A. **A medição de desempenho na construção enxuta**: estudos de caso. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP):2008. Disponível em:< <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/3339>>. Acesso em: 01 set. 2018.

MOREIRA, D. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Saraiva, 2012. 152 p.

NERY, V. F. e S. de O; ZATTAR, I. C; OLIVEIRA, V. O. de. Aplicação da filosofia lean construction no processo produtivo de uma empresa do setor de construção civil. **Exacta**. São Paulo, v. 15, n. 4, p. 77-89, 2017.

RIBEIRO, P. G. **Análise da aplicação dos princípios da construção enxuta em empreendimentos habitacionais**. 2016. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenheiro Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Juiz de Fora (MG):2016.

ROTHER, M. **Toyota Kata**: gerenciando pessoas para melhoria, adaptabilidade e resultados excepcionais. Porto Alegre: Bookman, 2010. 251 p.

RUPPENTHAL, J. E. et al. Experiências sobre a implementação da filosofia lean em uma obra de condomínio horizontal de interesse social em Santa Maria – RS. **Espacios**, Caracas - Venezuela, v. 36, n. 16, p. 1-4, jan. 2015. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a15v36n16/15361604.html>>. Acesso em: 01 set. 2018.

SANTOS, B. dos. **Construção enxuta com o emprego de ferramentas de gestão ágil**: um estudo de caso. 2017. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Aracaju, 2017. Disponível em:< <https://repositorio.ifs.edu.br/biblioteca/handle/123456789/417>>. Acesso em: 01 set. 2018.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. 2008. 80 f. Monografia (Especialização em construção civil) – Escola de engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória / ES, 2008.

SEBRAE. **Cenários e projeções estratégicas**: Construção Civil, cenários prospectivos. 2016. Disponível em:< [http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/\\$File/7531.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/06c6fd6c070c9fc2128072f868de06cb/$File/7531.pdf)>. Acesso em: 01 out. 2018.

SILVA, M. A. de F. **Construção enxuta em obras de pequeno porte**. 2018. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018. Disponível em: ?< <http://repositorio.ufu.br/handle/123456789/22241>>. Acesso em: 01 set. 2018.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookmam, 2007. 280 p.

WIGINESCKI, B. B. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo**: um estudo de caso. 2009. 155 f. Dissertação (Mestrado e construção civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

VIEIRA, H. F. **Gestão de estoques e operações industriais**. Curitiba: IESD, 2009. 316 p.