

ARIANE PINHEIRO ANDRADE

FLAVIA TROFINO DE SOUZA

A difusão da filosofia *Lean Construction* no cenário da construção civil brasileira

Ariane Pinheiro Andrade

Flavia Trofino de Souza

A difusão da filosofia *Lean Construction* no cenário da construção civil brasileira

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Regina de Freitas

S729d Souza, Flavia Trofino de
A Difusão da filosofia Lean Construction no cenário da construção civil / Flavia Trofino de Souza ; Ariane Pinheiro Andrade – Guaratinguetá, 2019.
64 f. : il.
Bibliografia : f. 57-59

Trabalho de Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2019.
Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche
Co-Orientadora: Profª. Drª Márcia Regina de Freitas

1. Produção enxuta. 2. Canteiro de obras. 3. Indústria de construção civil. I. Título.

CDU 69

Luciana Máximo

Bibliotecária-CRB-8/3595

ARIANE PINHEIRO ANDRADE

FLAVIA TROFINO DE SOUZA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM ENGENHARIA CIVIL”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL


Prof. Dra. MÁRCIA REGINA DE FREITAS
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO DALE LUCHE
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dra. MÁRCIA REGINA DE FREITAS
Coorientador/UNESP-FEG


Prof. Dra. ISABEL CRISTINA DE BARROS TRANNIN
UNESP-FEG

Dezembro / 2019

DADOS CURRICULARES

ARIANE PINHEIRO ANDRADE

NASCIMENTO	14.03.1995 – São Paulo / SP
FILIAÇÃO	Pedro Costa de Andrade Luciana Pinheiro
2010/2012	Técnica em informática (Técnico em informática) ETEC Uirapuru (Centro Paula Souza)
2014/2019	Engenheira Civil (Engenharia Civil) Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - FEG/UNESP

DADOS CURRICULARES

FLAVIA TROFINO DE SOUZA

NASCIMENTO 17.02.1995 – São Paulo / SP

FILIAÇÃO Carlos Alexandre de Souza
Maria Elvira Trofino de Souza

2014/2019 Engenheira Civil (Engenharia Civil)
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" -
FEG/UNESP

Dedicamos este trabalho de modo especial às
nossas famílias e amigos, em especial à
República Super Rep.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar aos nossos pais *Pedro e Luciana, Alexandre e Elvira*, por todo amor, carinho e suporte, e por não medirem esforços ao buscar o melhor para nossa formação, sem vocês nada disso seria possível e seremos eternamente gratas.

Ao nosso orientador, *Prof. Dr. José Roberto Dale Luche* e a nossa coorientadora, *Prof^a. Dra. Márcia Regina de Freitas*, por todo o ensinamento e incentivo.

Aos nossos amigos *Carolina e Darci* pela ajuda indispensável ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Às nossas irmãs 014, por tudo que vivemos, aprendemos e crescemos juntas nessa caminhada. Obrigada por tudo, amamos vocês!

A *República Super Rep*, por ser nossa rede de apoio nas dificuldades, por nos proporcionar momentos infinitos de alegria durante todos esses anos e por nos dar um motivo para voltar.

Aos funcionários da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, em especial ao *Formiga*, como chegar às primeiras aulas no campus sem sua ajuda sempre simpática e prestativa pelos corredores.

*“Ter um sonho grande dá o mesmo trabalho
de ter um sonho pequeno.”*

Jorge Paulo Lemann

RESUMO

A filosofia *Lean Construction* surgiu a partir do sucesso da indústria com a adoção dos conceitos da produção enxuta, com o objetivo de quebrar os paradigmas do modelo tradicional utilizado, de maneira a adaptar as técnicas e ferramentas do Sistema Toyota de Produção, ao sistema de construção e gestão de obras. O setor da construção civil brasileira caracteriza-se pelos elevados custos de sua produção para alcançar seu produto final, tanto com relação à mão de obra quanto a equipamentos e materiais. Este cenário torne-se, portanto, cada vez mais competitivo, fazendo com que as empresas busquem alternativas que as mantenham presentes e atuantes no mercado, o que justifica o interesse pelo uso da filosofia *Lean Construction* em seus processos. O trabalho a seguir apresenta as discussões, métodos e resultados de uma pesquisa de nível de graduação, cujo objetivo é identificar as nuances e particularidades da aplicação dos conceitos da filosofia *Lean* no cenário da construção civil em canteiros de obras selecionados. Para esta análise, foi desenvolvido um questionário de caráter qualitativo com o objetivo de identificar as características dos canteiros estudados, estes definidos pela filosofia que se adequam ao contexto da construção civil, definidos por Lauri Koskela, no trabalho *Application of the new production philosophy to construction* (1992). A partir das análises dos resultados, foi possível identificar o nível de difusão do conceito *Lean* no cenário da construção civil de 14 obras do estado de São Paulo, bem como identificar suas vantagens e desvantagens por meio de uma obra referência. Por fim, pode-se visualizar as dificuldades encontradas em sua aplicação e identificar o motivo de sua escassa difusão no país, tendo como referencial o espaço amostral das obras estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: Construção enxuta. Canteiro de obras. Princípios de Koskela.

ABSTRACT

The Lean Construction philosophy emerged from the industry success in adopting lean production concepts to the traditional model paradigms shift, adapting Toyota Production System techniques and tools to the building construction and management system. The Brazilian construction sector is marked by high production costs to reach its product, both in labor, equipment and materials. This scenario therefore becomes increasingly competitive, causing companies to look for alternatives that keep them live and active in the market, which justifies their interest in the Lean Construction philosophy use in processes. The following thesis presents the discussions, methods and results of an undergraduate level research, whose objectives are to identify the nuances and particularities from the application of lean philosophy concepts in the scenario of construction in selected construction sites. For this analysis, a qualitative questionnaire was developed in order to identify some aspects in the studied construction sites, which are defined by the philosophy defined by Lauri Koskela, that fit in the context of construction in her thesis: "Application of the new production philosophy to construction (1992)". From the analysis and discussion of the results, it was possible to achieve the objectives proposed with this thesis, identifying the diffusion level of lean construction in the construction scenario of 14 civil works in the state of São Paulo, as well as identify its advantages and disadvantages through a reference work in this philosophy. At last, one can visualize the difficulties encountered in its application, as well as the reason for its scarce diffusion in the country, having as reference the sample space of the civil works studied.

KEYWORDS: Lean construction. Construction site. Koskela principles.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Curva da evolução do PIB Trimestral da Construção Civil do primeiro trimestre de 1998 até o terceiro trimestre de 2018	15
Figura 2 – Esquema explicativo dos processos do Sistema Toyota de Produção	20
Figura 3 – Esquematização do processo produtivo proposto por Koskela, com a filosofia <i>Lean Construction</i>	23
Figura 4 – Esquematização dos níveis do planejamento baseado no Sistema <i>Last Planner</i>	25
Figura 5 – Esquema metodológico aplicado para o desenvolvimento da revisão bibliográfica	33
Figura 6 – Esquematização do processo cíclico proposto pela metodologia 5W1H.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Plano de Ação para formulação e aplicação do questionário, com base na Metodologia 5W1H.....	36
Quadro 2 – Princípios de Koskela e suas respectivas médias gerais obtidas por meio do questionário aplicado nos canteiros de obras analisados.....	38
Quadro 3 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 1: Redução de atividades que não agregam valor.....	39
Quadro 4 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 2: Melhorar o valor do produto através das considerações dos clientes.....	40
Quadro 5 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 3: Reduzir variabilidades.....	41
Quadro 6 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 4: Reduzir o tempo de ciclo de produção.....	41
Quadro 7 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 5: Simplificar o processo.....	42
Quadro 8 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 6: Aumentar a flexibilidade.....	43
Quadro 9 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 7: Transparência do processo.....	43
Quadro 10 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 8: Controle do processo global.....	44
Quadro 11 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 9: Introduzir a melhoria contínua no processo.....	45
Quadro 12 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 10: Manter um equilíbrio entre as melhorias nos fluxos e nas conversões.....	45
Quadro 13 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 11: Manter boas referências.....	46
Quadro 14 – Conceitos atribuídos, na aplicação do questionário, pelo entrevistado para auto avaliação, aplicação de Lean em obra, número de funcionários e média final obtida pela obra.....	47
Quadro 15 – Percentual de frequência de autoconhecimento do entrevistado e sua atribuição sobre a aplicação de Lean na obra.....	47

Quadro 16 – Notas obtidas por obra analisada durante a aplicação do questionário, para cada um dos onze princípios de Koskela	49
Quadro 17 – Apresentação do porte de obra de cada empreendimento analisado com o questionário, de acordo com o número de funcionários	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL.....	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
3.1	ORIGEM DA PRODUÇÃO ENXUTA	18
3.2	CONCEITOS DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	19
3.3	PILARES DA PRODUÇÃO ENXUTA.....	19
3.4	ORIGEM DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	21
3.5	CONCEITOS E FERRAMENTAS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	22
3.5.1	Total Quality Control	24
3.5.2	Sistema Last Planner	24
3.6	PRINCÍPIOS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA	26
3.7	ESTRUTURA DA CONSTRUÇÃO ENXUTA NA VISÃO ATUAL.....	29
3.8	DESPERDÍCIO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	30
3.8.1	Desperdícios na produção enxuta	30
3.8.2	“Making-do”	31
4	MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1	PESQUISA	34
4.2	QUESTIONÁRIO	34
4.3	ESTUDO DE CASO	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1	ANÁLISES POR PRINCÍPIOS	38
5.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS	46
5.3	ESTUDO DE CASO	51
6	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	58

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil, marcado pela retração da economia dos últimos anos, exige uma recuperação fundamentada na mudança de paradigmas de sua gestão (BARBOSA et al., 2017). A indústria da construção civil se mostra carente de meios que aumentem sua eficiência e diminua os desperdícios em seu processo produtivo, geralmente complexo e que ainda pode ser visto, muitas vezes, como arcaico. A construção civil, como uma indústria que produz em larga escala, necessita da aplicação de princípios científicos para a gestão dos processos envolvidos (ALVES; MILBERG; WALSH, 2012).

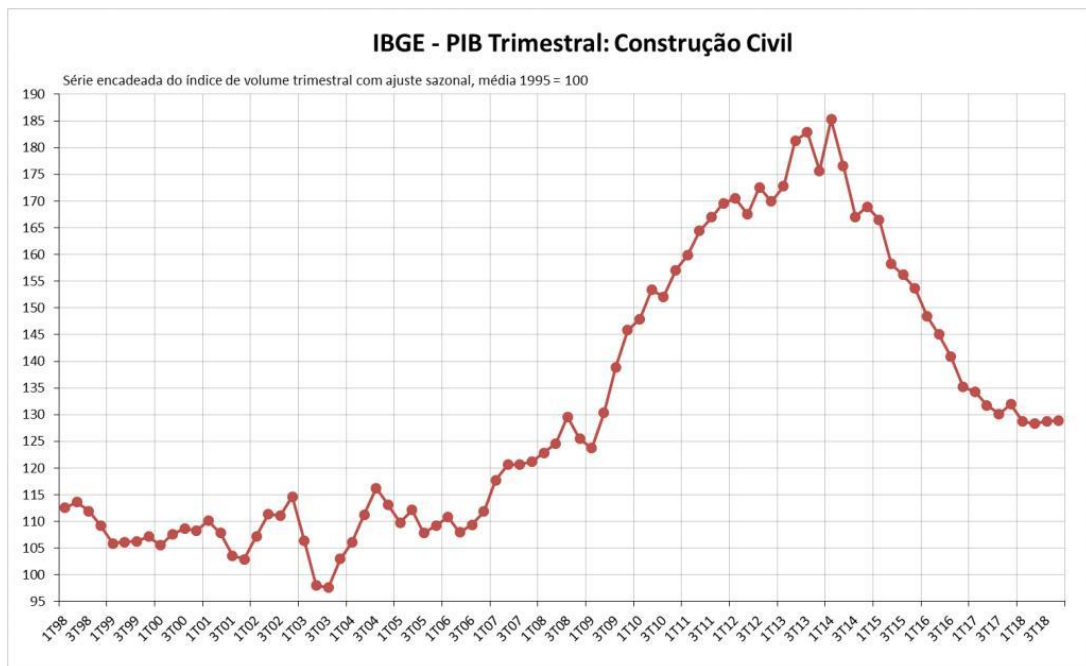
Nesse contexto, a implementação da “*mentalidade enxuta*” – uma filosofia de gestão, inspirada em práticas e resultados do sistema Toyota – visa o melhor aproveitamento dos recursos, a minimização de atividades que não agregam valor ao produto final e uma integração positiva da mão de obra, com uma consequente redução de custos, tornando o setor mais competitivo e eficiente frente ao mercado (PFAFFENZELLER et al., 2015).

A filosofia *Lean Production* surgiu no Japão, na década de 1950 com o pós-guerra, e seus conceitos passaram a ser amplamente divulgados no cenário internacional na década de 1980 e 1990 (COVELLO, 2017). Womack e Jones (2003) definem a “*produção enxuta*” como um processo no qual se produz grande quantidade e variedade, com menor quantidade de defeitos, se utilizando das menores quantidades de material, tempo, esforço e investimento.

Esses conceitos passaram a ser aplicados na construção civil por Lauri Koskela, com a publicação da obra *Application of the new production philosophy in the construction industry* (1992), na Finlândia. Neste trabalho, serão elencados os 11 princípios propostos por Koskela para o desenvolvimento da filosofia *Lean Construction*.

Entre os anos de 2014 e 2018, o Produto Interno Bruto (PIB) da construção civil brasileira acumulou queda de 28%, como pode ser observado na figura 1. Em contrapartida do cenário apresentado ao longo dos 5 últimos anos, a previsão para 2019 aponta um crescimento de 2,0%, ocasionado pelo reaquecimento do mercado brasileiro, que pode ser observado pelo crescimento no consumo de materiais tanto em obras de pequeno e grande porte, segundo dados apontados pela Associação Brasileira das Entidades de Crédito Imobiliário e Poupança (ABECIP).

Figura 1 – Curva da evolução do PIB Trimestral da Construção Civil do primeiro trimestre de 1998 até o terceiro trimestre de 2018



Fonte: FIESP (2019).

O setor da construção civil demanda de elevados custos em sua produção, referentes tanto à mão de obra quanto à equipamentos e materiais, para alcançar seu produto final. Este cenário abre espaço para que se torne cada vez mais competitivo, fazendo com que as empresas busquem alternativas que as mantenham presentes e atuantes no mercado, o que justifica o interesse pelo uso da filosofia *Lean Construction* em seus processos.

Caracterizada pela informalidade dos seus contratos de trabalho, pela instabilidade de postos de serviço e pela baixa qualificação da mão-de-obra, há grande dificuldades em padronizar os processos e quebrar paradigmas no setor da construção civil (COSTA, 2011). A soma desses fatores contribui para os baixos índices de produtividade do setor frente aos demais setores produtivos (SOUZA; CABETTE, 2014). Neste contexto, todo o pensamento ligado à produção enxuta adequa-se às necessidades do setor para que o mesmo siga os padrões de evolução das demais indústrias.

Diante deste cenário, observou-se que, apesar da pressão do mercado fazer necessária a adoção de práticas que tornem o processo construtivo mais competitivo, as construtoras exibem dificuldades de quantificar e identificar seus desempenhos perante a utilização dessa filosofia. É sabido, entretanto, que muitas empresas no ramo da construção civil apresentam em suas gestões alguns dos 11 princípios de Koskela, fundamentais para o desenvolvimento

do *Lean Construction*, geralmente de forma parcial e adaptada de acordo com suas necessidades (CARVALHO, 2008).

1.1 JUSTIFICATIVA

Embora existam diversos estudos a respeito da filosofia *Lean Construction*, trata-se de uma filosofia ainda pouco aplicada no contexto geral da construção brasileira. Observa-se sua restrita participação no cenário das construtoras do país, marcada pela falta o conhecimento sobre as principais vantagens obtidas com a aplicação das técnicas *Lean*. Tendo em vista que as condições arcaicas ainda hoje encontradas no cenário da construção civil reduzem a produtividade e, conseqüentemente, o lucro obtido a cada obra, este trabalho demonstrará a viabilidade e as vantagens competitivas obtidas com a aplicação dos conceitos de *Lean Construction* nos processos construtivos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve como objetivo principal apresentar um panorama geral da aplicação e execução dos conceitos *Lean* no mercado da construção civil em obras selecionadas do Estado de São Paulo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver um questionário qualitativo para o estudo de 14 canteiros de obras de empresas que potencialmente aplicam a filosofia *Lean* em seus processos, visando a caracterização de tendências e particularidades nos cenários analisados.

Realizar um estudo de caso em um empreendimento referência em construção enxuta, para análise da aplicação da metodologia, suas vantagens e desvantagens, bem como, as dificuldades percebidas para sua execução, comparando com os métodos tradicionais de construção.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos na revisão bibliográfica sobre a filosofia *Lean Construction*, abordando sua origem e seus conceitos, destacando seus aspectos principais e a teoria na visão atual do mercado. Desta forma, será concretizada a fundamentação teórica que levará às discussões apresentadas ao longo do desenvolvimento da monografia.

3.1 ORIGEM DA PRODUÇÃO ENXUTA

A partir de 1950, surgiu uma nova forma de gestão da indústria automotiva, que tinha como objetivo aperfeiçoar o sistema de produção em massa de Henry Ford. Chamado de Sistema Toyota de Produção (STP), tal filosofia desenvolveu-se na empresa automobilística Toyota, dentro de um cenário de crise econômica que o Japão enfrentava devido aos acontecimentos e conclusões da Segunda Guerra Mundial. O sistema trata dos princípios manufatureiros da produção enxuta, que visa principalmente reduzir os custos de produção na cadeia produtiva através da eliminação dos desperdícios (SHINGO, 1996).

A indústria japonesa apresentava baixa produtividade, dessa forma a Toyota deveria pensar numa estratégia que melhorasse a eficiência, como também a redução de custos, através de elementos adequados da produção manufatureira (OHNO, 1997). Identificadas as falhas do sistema tradicional de Ford, usado na indústria japonesa, a nova forma de produzir do STP baseou-se numa linha de produção que reduziria ao máximo atividades julgadas desnecessárias, segundo Taiichi Ohno, o presidente da Toyota na época (LIKER, 2005).

A partir deste ponto, com a melhoria dos aspectos identificados, a empresa Toyota revolucionou o sistema produtivo mundial, baseando-se no conceito de eliminação total dos desperdícios como o caminho para o crescimento da mão de obra (CARVALHO, 2008), assumindo o posto de maior fabricante de automóveis do mundo (TEIXEIRA, 2007). Conseqüentemente, após o sucesso do novo sistema, vários setores da indústria passaram a aplicar a nova filosofia, conhecida como *Lean Production*, em suas gestões (VILLAS-BÔAS, 2004).

Além disso, a Toyota foi responsável pelo surgimento de uma nova forma de coordenar o fluxo de materiais dentro do sistema de fornecimento diário de suprimentos, chamado de *Just in Time* (JIT), que, ao lado da Automação (*Jidoka*), formam os pilares do STP (WOMACK, et al., 1990).

3.2 CONCEITOS DA PRODUÇÃO ENXUTA

A produção enxuta tem como principal objetivo reduzir ou eliminar seus desperdícios, não só da linha de produção, mas na empresa em geral. É considerado como desperdício qualquer atividade que requer recursos de mão de obra e energia, porém não agrega valor ao produto final (SHINGO, 1996).

Utiliza-se o termo “*enxuto*”, pois para a realização do processo, utiliza-se menos recursos comparado ao sistema de produção tradicional em massa, portanto, menos mão de obra, menos espaço para fabricação e menos horas para desenvolver um novo produto. Além disso, esta filosofia enxuta visa à busca pela perfeição em seus processos, a fim de reduzir constantemente seus custos, buscar a eliminação de seus defeitos e estoques e manter uma variedade abundante de produtos. A Produção Enxuta, portanto, pode ser vista como uma filosofia que pretende especificar o valor de um produto, estabelecer uma sequência ótima de ações que agreguem valor ao mesmo e realizar as atividades sem que haja interrupções, da maneira mais eficiente e eficaz possível (SHINGO, 1996).

Como consequência de seus princípios, há uma grande produção de produtos variados, com custos reduzidos e de alta qualidade, que foram fabricados com menos recursos, comparado com a produção em massa tradicional (DANKBAAR, 1997).

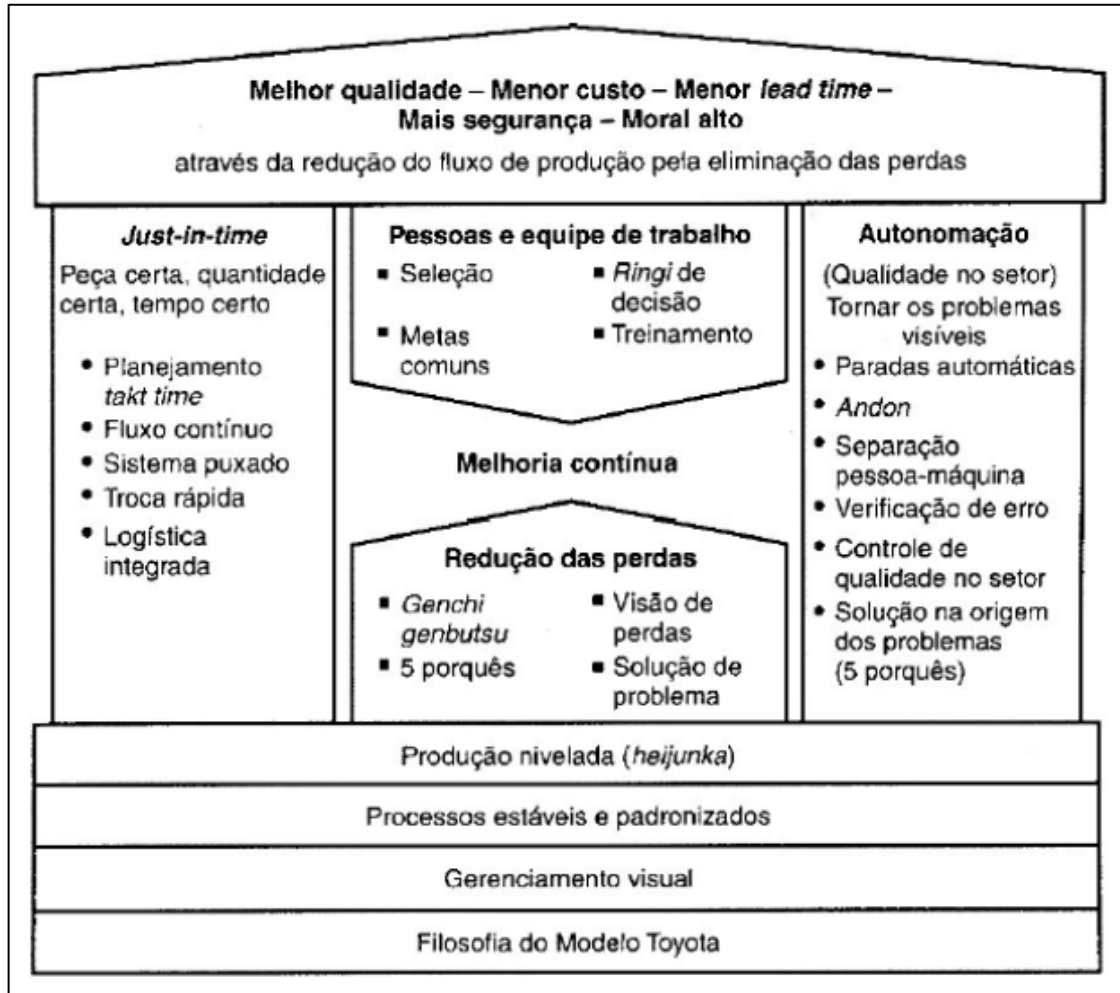
Ainda com base no STP, surgiu a chamada Mentalidade Enxuta, que detalha as atividades que estão envolvidas no processo, identificando, através do olhar do cliente, o que é valor e o que é desperdício. O *Lean Thinking* é uma maneira de se produzir mais, utilizando menos, ao mesmo tempo em que oferece o que seus clientes esperam, ou seja, pretende-se reduzir o desperdício e diminuir o tempo entre as atividades de receber um pedido até a entrega do mesmo, porém exige-se a redução dos estoques no fluxo de valor (WOMACK; JONES, 1998).

3.3 PILARES DA PRODUÇÃO ENXUTA

Para atingir seu objetivo de melhor qualidade, com menor custo, no menor tempo, o Sistema Toyota de Produção sustenta-se em dois pilares fundamentais, como mencionado anteriormente. Para uma melhor visualização criou-se o diagrama conhecido como “*Casa do STP*” – apresentado na Figura 2. Apresentado com a estrutura de uma casa, o diagrama parte

do princípio de que uma casa só é adequada se apresentar um telhado, colunas e fundações fortes para sua sustentação (LIKER, 2005).

Figura 2 – Esquema explicativo dos processos do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Liker (2005).

É importante destacar no diagrama que, embora os elementos sejam críticos, reforçam uns aos outros, sendo os dois pilares de sustentação o JIT e a Automação.

O JIT visa reduzir o tempo de espera através de um sistema puxado de produção que estabelece que o fornecedor, para atender seu cliente, produza somente o que for necessário apenas no momento necessário e na quantidade necessária. Dessa forma, busca-se atender às demandas do cliente, solicitando sua produção apenas após o pedido. Para que tal método seja possível, busca-se por uma mão de obra motivada e multifuncional, com uma cultura focada na qualidade (OHNO, 1997). O método evita a superprodução e desperdícios no processo, como também aumenta a produtividade e reduz o tempo de ciclo do processo produtivo.

Já a Automação pode significar a habilidade de parar um processo de produção, por homens ou máquinas, automaticamente, assim que sejam encontradas falhas no mesmo, evitando-se produtos defeituosos, que são tidos como desperdícios. Dessa forma, ao conhecer não somente o problema, mas também o seu motivo, torna-se possível solucioná-lo e buscar formas para que o mesmo não volte a ocorrer, visando à qualidade do processo e do produto (BAUDIN, 2007).

3.4 ORIGEM DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Diante do sucesso da indústria com a adoção dos conceitos da produção enxuta, surgiu o interesse da filosofia voltada à construção civil, dando origem a chamada Construção Enxuta.

Apresentando grandes índices de desperdício, ocorrência de patologias, baixa qualidade dos produtos, além de processos com baixa eficiência e pouco eficazes, o ramo da construção civil pode ser visto como promissor ao se analisar os possíveis resultados que a implantação dos conceitos da construção enxuta pode trazer às obras (JUNQUEIRA, 2006).

A partir da falta de materiais e estudos acadêmicos sobre a filosofia Lean no setor da construção civil, Lauri Koskela apresentou um relatório técnico – Application of the New Production Philosophy to Construction (1992) – com a proposta de aplicar os conceitos da produção enxuta na construção civil, o novo conceito ficou conhecido como Lean Construction. A obra de Koskela é considerada como um marco para a indústria da construção civil, responsável por promover a criação do International Group for Lean Construction (IGLC), cujo objetivo é disseminar o conceito de construção enxuta em diversos países (FONSECA; BEZERRA; FILHO, 2006)

Em sua publicação, Koskela (1992) sugere um desafio aos profissionais da área da construção civil de quebrar os paradigmas do modelo tradicional utilizado, de maneira a adaptar as técnicas e ferramentas propostas pelo Sistema Toyota de Produção, ao sistema de construção e gestão das obras. Para isso, ele propõe como base da nova filosofia a adaptação dos conceitos de conversão, fluxo e geração de valores.

No relatório era possível identificar as deficiências apresentadas no sistema da construção civil. O autor relata que a principal falha constatava-se na desconsideração das ações que formavam o fluxo físico entre as atividades de conversão (PFAFFENZELLER, et. al., 2015). As ações, chamadas de atividades de fluxo, consistem em transporte, espera e

inspeção. Assim, a solução encontrada para a falha apresentada, consistia em considerar as atividades de fluxo.

A principal motivação na implantação da filosofia Lean na construção civil deve ser a mudança de atitude quanto ao processo da construção, reconhecendo a importância dos processos de conversão e no seu gerenciamento, com foco na produtividade, e não apenas no produto final (ALÁRCON, 1997).

O desenvolvimento das habilidades gerenciais está diretamente envolvido com três pontos essenciais:

O primeiro ponto relaciona-se ao abandono do conceito tradicional de processo, que enxerga no mesmo apenas a transformação de insumos diretamente em produtos, mas dentro do panorama de mudanças de paradigmas, devem-se considerar os fluxos de materiais e informações dentro do processo produtivo. O segundo ponto considera a análise do processo de produção através do fluxo de materiais e do fluxo de operários. O terceiro ponto passa a considerar a visão dos clientes internos (diretores, gerentes ou chefes) e clientes externos (clientes finais, ou seja, aqueles que adquirem produtos ou serviços) com relação ao valor agregado do produto, deste modo, o conceito de perda passa a incluir as atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992).

3.5 CONCEITOS E FERRAMENTAS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

A produção enxuta difere-se da forma tradicional conceitualmente, ou seja, a principal mudança consiste em introduzir uma nova maneira de entender os processos. O modelo tradicional da construção civil define a produção como atividades de conversão, responsáveis por transformar insumos em produtos intermediários ou em produto final, tal modelo também é chamado de “*modelo de conversão*” (FORMOSO, 2002).

O modelo de conversão é um sistema de produção definido por uma série de conjuntos de entrada e saída (“*input-output*”). Na entrada, o sistema recebe insumos, os transforma e então sai o produto, que pode ser o produto final ou intermediário, que passará novamente pelo processo.

Entretanto, o modelo de conversão apresenta falhas, tais como não considerar explicitamente atividades do fluxo físico do processo de conversão, como fluxos de mão de obra e materiais, mesmo que a maior parte dos custos esteja relacionada a estes fluxos. Outro ponto de falha é que as melhorias e o controle da produção são focados, geralmente, no subprocesso individual e não no sistema como um todo, limitando a eficiência global. Um

exemplo é focar na melhoria de determinados sistemas, mas não se preocupar com a redução do tempo gasto em atividades que não agregam valor (PERETTI, 2013).

Originada do Sistema Toyota de Produção, o *Lean Construction* busca pelo aumento da competitividade, identificando e reduzindo ou eliminando as perdas. Entende-se por perdas, produtos defeituosos gerados do sistema em massa, e também perdas de recursos, mão de obra e equipamentos nas atividades que não agregam valor (NASCIMENTO, 2009).

As conversões são as atividades que realmente agregam valor ao produto, e por isso deve-se sempre buscar sua máxima eficiência. Já os fluxos são operações que não agregam valor e devem ser eliminados, e, quando não for possível, deve-se sempre buscar a minimização dos mesmos no processo produtivo (MACHADO; HEINECK, 2001). O modelo tradicional abre espaço para desperdícios por falta de planejamento dos próximos passos.

O modelo de processo da Construção Enxuta adota que um processo é formado por um “*fluxo de materiais*”, desde a matéria prima, até o produto final. Tal fluxo consiste nas atividades de transporte/movimento, espera, processamento e inspeção, apresentado na figura 3. As atividades que não agregam valor ao produto final (transporte, espera e inspeção) são chamadas de atividades de fluxo. Portanto, como nem todas as atividades dos fluxos, de fato, agregam valor ao produto, é possível que as mesmas sejam otimizadas, reduzidas ou até mesmo eliminadas (BULHÕES, 2009).

A atividade de “*processamento*” é a conversão do processo, portanto, agrega valor ao produto. Entretanto, para a realização da atividade de conversão mencionada, é indispensável a realização das demais atividades que não agregam valor ao produto, mas que são indispensáveis ao processo produtivo. Os fluxos do processo, portanto, são essenciais para que a construção enxuta apresente resultados e funcione de acordo com as necessidades da obra (KOSKELA, 1992).

Figura 3 – Esquematização do processo produtivo proposto por Koskela, com a filosofia *Lean Construction*



Fonte: Koskela (1992).

O modelo apresentado pela Figura 3 pode ser utilizado não somente para representar fluxos de materiais, mas também em processos gerenciais, onde os fluxos e conversões são de informações e não de materiais, denominados assim de “*fluxo de informações*”. Fluxos esses muito aplicados na construção, uma vez que o fluxo do pedido é o que determina as especificações para transformação da matéria-prima e a qualidade da entrega, configurando a integração entre um fluxo de informação e um fluxo físico (WOMACK; JONES, 1998).

Além disso, existe outro fluxo no processo de produção, chamado de “*fluxo de trabalho*”, referente ao conjunto de atividades de cada equipe do canteiro de obra. As atividades referem-se ao trabalho realizado por cada equipe ou máquinas (FORMOSO, 2002).

3.5.1 Total Quality Control

Além do sistema JIT, mencionado na *Seção 2.3* deste trabalho, outra ferramenta utilizada por construtoras, difundida também pela indústria Toyota, é a chamada *Total Quality Control* (TQC). Ambas podem ser utilizadas pelas empresas construtoras para a implantação da filosofia *Lean Construction* (ISATTO et al., 2000).

Proposta em 1956 por Armand V. Feigenbaum, o TQC é uma ferramenta cujo objetivo é garantir a qualidade dos processos e produtos, relacionando o sistema com os princípios da construção enxuta, apresentando três aspectos principais: o controle da qualidade total deve estar presente em todos os departamentos da empresa; deve ocorrer a expansão e a iniciativa do sistema a partir do operário até o gerente; e a noção de qualidade deve estar presente entre todos os funcionários da empresa.

Tanto o sistema JIT quanto o sistema TQC são complementares um ao outro, de maneira que o primeiro busca a melhoria de seus processos com pesquisas e desenvolvimento e o segundo por meio de tratamentos estatísticos das áreas analisadas (SCHONBERGER, 1987). Em um canteiro de obra, tais sistemas tornam-se grandes aliados da implantação e uso da construção enxuta (SOARES, 1998).

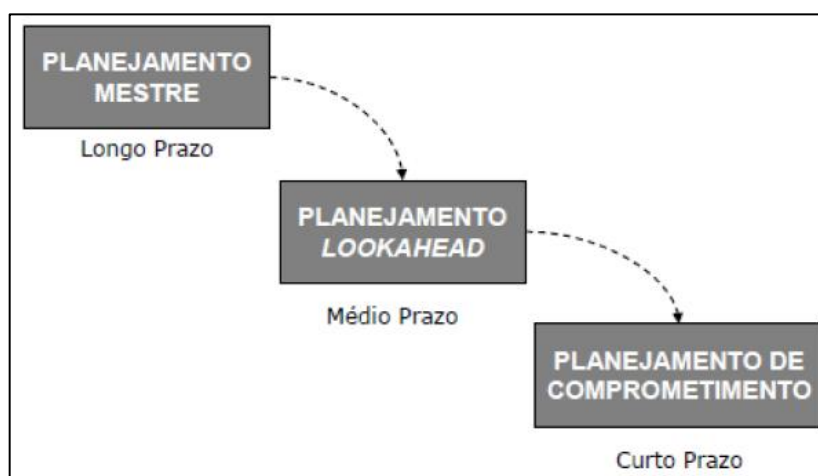
3.5.2 Sistema Last Planner

Denominada de Sistema *Last Planner* (SLP), a ferramenta tem como objetivo melhorar a eficiência dos sistemas de planejamento da construção civil, promovendo a redução da variabilidade do fluxo de trabalho no ambiente de obras (MOURA, 2008).

Além disso, o sistema é responsável por estabelecer tudo que deve ser executado na obra, deste modo, as atividades são realizadas a partir de um processo de planejamento. O SLP utiliza-se de uma metodologia, apresentada na Figura 4, que adapta o que será executado com o que deveria ser feito, ao mesmo tempo em que controla e verifica as restrições do que realmente pode ser realizado. O sistema está presente nas tomadas das últimas decisões, como em pequenos ajustes nas atividades, de acordo com a disponibilidade dos recursos, materiais e funcionários. Deste modo, busca-se pela redução ou eliminação de problemas que possam vir a dificultar a realização das atividades da obra. Foi desenvolvido e elaborado a partir dos conceitos presentes na engenharia de produção (BALLARD, 2000)

O sistema funciona da seguinte forma, conforme se obtém o *status* do sistema, há a produção dos planos. Exemplificando, uma determinada atividade é incluída no plano operacional apenas quando for avaliada como prioritária dentro dos planos de nível superior, além de apresentar todas as restrições removidas. O planejamento desse sistema é dividido em três níveis, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Esquematização dos níveis do planejamento baseado no Sistema *Last Planner*



Fonte: Ballard e Howell (1998).

Os níveis do SLP, que tem sua denominação devida a quem, em última instância, será o responsável por definir as tarefas que devem ser executadas em curto prazo são classificados do seguinte modo: planejamento mestre – longo prazo, presente em todo período da construção; planejamento Lookahead – médio prazo, realizado em planos mensais; e planejamento de comprometimento – curto prazo, realizado em planos semanais.

Quando aplicados à filosofia da construção enxuta, os níveis de planejamento do sistema podem ser apresentados da seguinte forma:

Planejamento mestre: Deve estabelecer os objetivos gerais e todas as restrições que governarão o projeto. Nas obras são realizados planejamentos mestres, antes de seu início, referentes à fase de construção. Em seguida, podem-se desenvolver os orçamentos e cronogramas, definindo as datas de conclusão e entrega da obra (BALLARD; HOWELL, 1998).

Planejamento Lookahead: nesta etapa consideram-se os processos de construção a serem realizados; a quantidade de recursos disponíveis no canteiro de obra; e as restrições ao desenvolvimento das atividades. Por ser um planejamento de médio prazo, torna-se responsável pelo padrão da produção, ou seja, não permite a liberação de atividade que não estão de acordo com os critérios de qualidade estabelecidos (MOURA, 2008).

Planejamento de comprometimento: nesta etapa buscam-se meios para atingir os objetivos determinados no planejamento mestre, através de planos semanais. Deste modo, as equipes de funcionários são orientadas a executar a obra, através dos pacotes de trabalho (BALLARD, 2000). Estes pacotes utilizam-se de uma estratégia que visa reduzir os impactos nos fluxos de trabalho, elaborando planos adequados aos critérios de qualidade.

Por fim, a construção enxuta é formada por um conjunto de princípios relacionados com a gestão de processos, conhecidos como os onze princípios de Koskela.

3.6 PRINCÍPIOS BÁSICOS DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Para contextualizar o pensamento enxuto dentro da construção civil, Koskela apresentou onze princípios para a filosofia *Lean Construction*.

a) Redução de atividades que não agregam valor

Agrega-se valor ao produto através das transformações implicadas nos insumos, que podem ser ferramentas ou serviços, de modo a atender ao pedido do cliente. Durante este processo é preciso priorizar as atividades que favorecem as demandas do cliente, podendo este ser o cliente interno, que é o responsável pela próxima atividade dentro do processo produtivo, quanto o cliente externo, que é o cliente final. Qualquer atividade que não favoreça nenhum dos clientes é considerada um desperdício.

Existem duas formas de reduzir essas atividades:

- Reduzir as perdas nas atividades de inspeção, movimentação e espera. As perdas por espera acontecem quando não há o nivelamento entre os processos realizados, que pode

ocorrer por diferenças nos níveis de produtividade (BRENNER, 2014). Tais atividades são consideradas as mais críticas na construção civil.

- Acompanhar e controlar as atividades realizadas no canteiro de obra. O gestor deve dispor de parâmetros efetivos de medição de produtividade e dados atualizados sobre o desempenho de sua equipe, o que possibilita a constante busca por melhoria no processo.

b) Melhorar o valor de produto através das considerações do cliente

Tal princípio deve ser abordado de forma a se levar em conta todas as partes envolvidas, interna e externamente. O cliente interno é parte ativa do sistema produtivo e responsável por dar continuidade à produção. Considerar seus pedidos melhora o fluxo de produção, o que evita o retrabalho e otimiza o processo. Já as considerações advindas do cliente externo, ocupando este a condição de cliente final, devem nortear as transformações desde a escolha do insumo, uma vez que é ele quem determina o valor do produto, sendo sua satisfação o maior parâmetro de sucesso.

Gerenciar atividades que não contribuem diretamente para o produto final, porém são necessárias ao processo, como transporte, espera e armazenamento.

c) Reduzir variabilidades

Segundo Koskela (2002) existem três tipos de variabilidade: a variabilidade advinda do tempo de processamento, a variabilidade que rege os fluxos de trabalho e a variabilidade que tange os pedidos do cliente, chamada variabilidade de procura.

De acordo com Bernardes (2001), um dos motivos para se reduzir a variabilidade nos processos é que produtos e serviços padronizados contam com uma maior aceitação por parte dos clientes, enquanto a variabilidade gera excesso de tarefas e aumenta prazos de produção.

A redução da variabilidade dentro dos processos deve ser considerada um objetivo intrínseco (SULLIVAN, 1984), que pode ser alcançado por meio da padronização dos processos, que garante estabilidade, minimização de desperdícios e elevação de produtividade.

d) Reduzir o tempo de ciclo de produção

O tempo de ciclo é definido como a soma dos tempos necessários para a produção de um produto, contando os tempos de transporte da matéria prima, processamento e inspeção do produto (KOSKELA, 1992). O controle dos tempos de ciclo no processo é importante para avaliar a produtividade, partindo-se do pressuposto que a redução deste tempo significa uma

melhoria na mesma, enquanto qualquer acréscimo de tempo pode se traduzir como alerta de algo errado no ciclo.

e) Simplificar o processo

A simplificação do processo tem como objetivo a redução de custos e pode ocorrer de duas formas:

- A partir da minimização de passos em um fluxo de trabalho, partindo-se do princípio que, num processo com um maior número de passos aumenta-se também a quantidade de atividades que não agregam valor ao produto (FORMOSO, 2002);
- Com a redução da quantidade de componentes em um produto, feito que pode ser alcançado na construção a partir da utilização de elementos pré-fabricados, por exemplo.

f) Aumentar a flexibilidade

Pensando no processo como algo que agrega valor ao produto a cada passo, aumentar a flexibilidade de saída do produto significa alterar suas características sem que isso cause um aumento substancial do ônus em sua produção. Esse conceito pode ser alcançado por meio de lotes reduzidos, possibilidade de personalização tardia do produto e com utilização de mão de obra polivalente, que seja flexível e consiga se adaptar a eventuais alterações pedidas pelo cliente (KUREK, 2005).

g) Transparência do processo

A transparência do processo é elemento crucial na identificação precoce de possíveis falhas no fluxo produtivo (FORMOSO, 2002). Num processo onde não se aplica esse conceito de modo eficaz, há um espaço limitado para correções e melhorias constantes. Para a implantação deste conceito, deve-se disponibilizar no canteiro o maior número de informações sobre o processo produtivo, como indicadores de desempenho, e também removendo obstáculos visuais, de modo a manter o canteiro mais limpo e acessível, com sinalização e demarcação de áreas por placas, além de conscientizar e envolver a equipe nessa busca por melhorias.

h) Controle do processo global

O controle global do processo permite identificar possíveis desvios que possam interferir de forma negativa no prazo de entrega da obra. Quando o foco no controle é global evita que ocorra um desnivelamento em se definir os objetivos das partes envolvidas no

processo, o que pode ocorrer quando o planejamento é feito de forma setorizada e com diferentes prioridades imediatas ou de longo prazo. Num cenário como este, pode-se acabar por priorizar um sub processo em detrimento do processo global, o que não é interessante nem para o cliente interno, que pode ter um prazo de produção extrapolado, nem para ao cliente externo, já que poderá acarretar num futuro atraso na entrega, o que configura um desperdício de recursos (KUREK, et al., 2005).

i) Introduzir a melhoria contínua do processo

O processo de melhorias deve ser encarado como um esforço contínuo e iterativo, uma vez que é alcançado conforme os outros princípios vão sendo implantados no canteiro. Como é um processo de complexidade elevada, Koskela (1992) cita alguns modos para que esse objetivo seja atingido, como:

- Monitorar constantemente as melhorias implantadas, de modo a medir sua eficácia e impacto;
- Envolver a equipe no processo, responsabilizando-os pelas melhorias alcançadas;
- Usar procedimentos normalizados.

j) Manter um equilíbrio entre as melhorias nos fluxos e nas conversões

Esse princípio leva em conta que, quanto mais complexo for o fluxo de conversão e mais desperdícios ocorrerem durante o processo, maior é o espaço para melhorias e maior será o impacto causado pelas mesmas. Sendo assim, deve-se buscar o equilíbrio de forma a minimizar as variabilidades no processo, já que diferentes níveis de melhorias podem surgir dessas diferenças de potenciais (KOSKELA, 1992).

k) Manter boas referências

O processo de *benchmarking* consiste em avaliar bons métodos aplicados no mercado e identificar outras organizações como referências. Deve ser um processo estruturado e sistemático, de modo a avaliar constantemente a existência de melhorias no mercado permitindo a constante atualização e aprimoramento do processo produtivo, sendo assim um esforço gerencial permanente.

3.7 ESTRUTURA DA CONSTRUÇÃO ENXUTA NA VISÃO ATUAL

Além dos onze princípios apresentados, uma nova teoria é estudada e desenvolvida pela academia em prol do desenvolvimento do *Lean Construction*, denominada teoria *Transformation, Flow, Value* (TFV). Tal teoria visa melhorar o desempenho do sistema produtivo, através de três aspectos fundamentais (BALLARD; FENG, 2008).

O primeiro aspecto está relacionado ao processo de conversão, deste modo, o sistema produtivo deve buscar por melhorias do sistema global, não apenas pequenas melhorias individuais subdivididas em várias etapas. O segundo aspecto busca pela redução ou eliminação dos desperdícios relacionados aos fluxos de valores, deste modo, pretende-se reduzir o tempo, a variabilidade e simplificar atividades nos processos produtivos. Por fim, o terceiro aspecto pretende aumentar o valor na visão do cliente, para isso, utiliza-se de cinco conceitos relacionados à geração de valor, sendo eles: capturar requerimentos dos clientes; identificar o fluxo dos fornecedores; compreender os requerimentos; estabelecer a capacidade de produção dos subsistemas; e mensurar o valor (BALLARD; FENG, 2008), (KOSKELA, 2000).

Os aspectos apresentados são essenciais ao desenvolvimento da teoria TFV que, juntamente com os onze princípios de Koskela e as demais ferramentas utilizadas – como JIT, TQC e SLP – tornam-se imprescindíveis para a aplicação da Construção Enxuta.

3.8 DESPERDÍCIO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA

Existem oito grupos de desperdícios na construção civil, sendo sete deles os grupos de desperdícios da produção enxuta e o último grupo, sugerido por Koskela, em 2004, denominado “*making-do*”.

3.8.1 Desperdícios na produção enxuta

Uma das formas de melhorar a eficiência e reduzir os custos das empresas, segundo a filosofia da produção enxuta, consiste em reduzir ou eliminar as atividades que não agregam valor e, conseqüentemente, geram desperdícios (OHNO, 1997).

Os desperdícios encontrados nas atividades que não agregam valor podem ser divididos em sete grupos distintos, sendo eles:

- **Superprodução:** refere-se à produção de artigos cuja demanda é baixa ou inexistente, gerando perdas com excesso de estoque, uso desnecessário de matéria-prima e

custos com transporte. Para evitar tal desperdício, busca-se por produzir somente o necessário, quando solicitado, no tempo adequado.

- **Espera:** refere-se ao tempo que a mão de obra ou as máquinas ficam paradas, enquanto aguardam informações, materiais, ordem, etc. para continuar uma atividade. Para evitar tal desperdício, pode-se planejar o tempo de atividade de cada operário, acompanhar o cronograma de obra, realizar manutenção preventiva nas máquinas e ferramentas.

- **Transporte excessivo:** refere-se ao transporte de estoques por grandes distâncias ou ao transporte excessivo de pessoas, matérias e peças, gerado devido ao mau planejamento do *layout*. Um bom planejamento do *layout*, feito com antecedência, reduz ou elimina tal desperdício.

- **Superprocessamento / processamento incorreto:** referem-se a diversas atividades, como ao uso de ferramentas inadequadas, projetos mal feitos, etapas desnecessárias ao processamento do item e, até mesmo, devido a produtos feitos com qualidade superior ao requisitado. Para evitar tal desperdício, devem-se padronizar tanto as atividades realizadas quanto as instruções dadas aos operários.

- **Excesso de estoque:** excesso de matérias primas, registros de processos e produtos acabados, gerando longos “*lead-times*”, redução da vida útil dos produtos em estoque – danificação dos mesmos –, custos com transportes e com armazenamento. Para minimizar tal desperdício, deve planejar a necessidade dos materiais, como também adotar o sistema JIT.

- **Movimento desnecessário:** movimentos realizados pelos operários em suas atividades, como pegar e empilhar ferramentas e peças.

- **Defeito:** problemas com a má qualidade dos produtos, levando ao retrabalho ou descarte do material. Para evitar tal desperdício, deve-se melhorar a qualidade dos serviços e produtos, planejar as instruções de trabalho que serão dadas aos funcionários e ter controle interno da produção.

Portanto, percebe-se que os desperdícios mencionados são considerados como atividades que precisam de recursos, porém não agregam valor ao produto final.

3.8.2 “*Making-do*”

Segundo Koskela e Lauri (2004), “*Making-do*” é tida como a oitava categoria de desperdícios, complementando a lista apresentada acima, e é um dos desperdícios mais presentes na construção civil, devido a fatores como a negligência por parte dos processos

tradicionais. Relaciona-se com situações onde uma determinada atividade é iniciada, ou prossegue sendo executada, sem a presença de toda matéria-prima, ferramentas, máquinas, mão-de-obra e instruções necessárias.

Existem três situações na indústria da construção que justificam o aparecimento desse desperdício:

A primeira situação, chamada de “*síndrome da ineficiência*”, relaciona-se com a tentativa de utilizar ao máximo os recursos disponíveis, porém acaba lesando o fluxo da construção; a segunda situação é a “*pressão por respostas imediatas*”, ela é gerada a partir da ideia de que ao começar uma atividade o quanto antes, resultará que a mesma termine mais cedo; por fim, a terceira situação é a “*divisão imprópria em níveis de montagem*”, causada quando o número de componentes presentes em um kit aumenta de forma exagerada (KOSKELA, 2004).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo foi apresentada a metodologia adotada para a realização da pesquisa, as ferramentas utilizadas na elaboração do Questionário de Avaliação do Nível de *Lean Construction* em Canteiros de Obra, além das técnicas utilizadas para análise e discussões dos resultados obtidos por meio da aplicação do mesmo.

A pesquisa foi realizada a partir de revisão bibliográfica abrangente para entendimento do tema e sua aplicação nas empresas de construção civil brasileiras. Para tal fundamentação teórica utilizaram-se teses, sites e artigos, todos listados no capítulo de referências bibliográficas.

A Figura 5 apresenta a estrutura de classificação da pesquisa, de acordo com a metodologia utilizada.

Figura 5 – Esquema metodológico aplicado para o desenvolvimento da revisão bibliográfica

NATUREZA	ABORDAGEM	PROCEDIMENTOS
Básica	Qualitativa	Bibliográfica
Aplicada	Quantitativa	Documental
	Combinada	Experimental
OBJETIVOS		Estudo de caso
Exploratória		Levantamento
Explicativa		Expost-facto
Descritiva		Pesquisa-ação
Normativa		Participante

Fonte: Autores (2019).

Como etapa seguinte, foram formalizados contatos com empresas do setor, a fim de verificar a disponibilidade para aplicação do questionário, que tem caráter qualitativo e conta com uma auto avaliação sobre o conhecimento que o responsável pelo preenchimento do questionário possui sobre o assunto e como julga ser o nível de aplicação da metodologia na obra analisada.

O questionário elaborado – apresentado no Apêndice 1 – tem como objetivo analisar a presença dos onze princípios de Koskela nos canteiros de obra, tendo sido aplicado em

empresas na região da cidade de São Paulo, Santana do Parnaíba, Cotia e Lorena. Ao todo, 14 obras foram analisadas e tiveram seus resultados registrados.

O questionário foi idealizado através da plataforma “*Google Forms*”, tendo sido aplicado por duas vias, sendo a primeira através de visitas realizadas nos canteiros, onde os autores foram acompanhados pelo engenheiro responsável durante a observação dos aspectos avaliados e de forma indireta, através do envio a terceiros, os quais foram orientados pelos autores e ficaram responsáveis pelo preenchimento do questionário.

A aplicação do questionário para coleta de dados foi realizada em um grupo restrito de empresas do estado de São Paulo, levando em consideração as análises e interpretações tanto dos autores, quanto dos entrevistados. A pesquisa foi realizada em 14 diferentes obras, apresentando alguns resultados com dificuldades de validação, portanto os resultados obtidos com as análises não devem ser generalizados.

4.1 PESQUISA

A pesquisa bibliográfica foi caracterizada, inicialmente, de modo a definir aspectos da produção enxuta, tais como origem, principais autores responsáveis, conceitos, benefícios e ferramentas utilizadas para sua aplicação. Tal abordagem molda os aspectos iniciais do trabalho, visto que o tema abordado fornece uma compreensão do cenário em que se dá o surgimento do tema central deste trabalho.

Posteriormente, caracterizou-se a pesquisa sobre a filosofia *Lean* na área da construção civil, onde foram apresentados e explorados aspectos como origem, principal responsável, conceitos e ferramentas de utilização, princípios essenciais para a aplicação da filosofia no setor, visão atual do tema e desperdícios encontrados com a aplicação da filosofia *Lean Construction*.

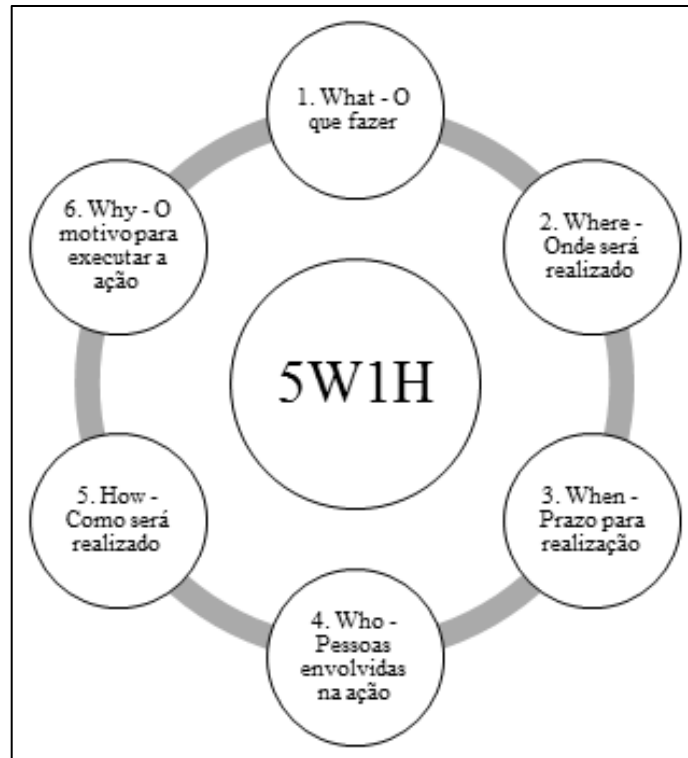
4.2 QUESTIONÁRIO

O questionário elaborado pelos autores foi a ferramenta adotada para a caracterização do cenário de estudo, apontando como os aspectos da construção enxuta são entendidos e aplicados diretamente no campo. Para isso foi desenvolvido um questionário de caráter qualitativo, onde são atribuídas notas de acordo com os níveis de utilização de cada princípio.

Para o desenvolvimento e aplicação do questionário, fez-se uso de uma ferramenta de gestão, conhecida como “*Plano de ação 5WIH*”. Tal plano de ação consiste em uma forma

de desenvolver um planejamento, trabalhando com metodologia, a fim de alcançar determinados resultados. Cada sigla do “5W1H” representa um termo em inglês, conforme representado na Figura 6.

Figura 6 – Esquemática do processo cíclico proposto pela metodologia 5W1H



Fonte: Autores (2019).

Desse modo, para o desenvolvimento do método, foram respondidas as 6 questões propostas, de maneira clara e objetiva, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Plano de Ação para formulação e aplicação do questionário, com base na Metodologia 5W1H

What?	Where?	When?	Who?	How?	Why?
Desenvolvimento, adaptação e aplicação de questionário qualitativo para caracterização do cenário de estudo.	Canteiros de obras de pequeno, médio e grande portes, baseando-se no número de funcionários, nas cidades de: São Paulo, Lorena, Cotia e Santana do Parnaíba.	O desenvolvimento do questionário e sua aplicação ocorreram entre os meses de julho à outubro de 2018.	Elaboração e aplicação do questionário - Autores da monografia: Ariane Pinheiro Andrade e Flavia Trofino de Souza.	Forma direta: os autores realizaram visitas aos canteiros durante as quais foram acompanhados pelo engenheiro ou responsável pela obra. Forma indireta: O questionário foi enviado a terceiros por meio de plataforma digital, os quais foram orientados sobre o mesmo e ficaram responsáveis pelo seu preenchimento.	Demonstrar a viabilidade e as vantagens competitivas obtidas com a aplicação dos conceitos de <i>Lean Construction</i> nos processos construtivos.

Fonte: Autores (2019).

A partir das respostas obtidas através do método 5W1H foi possível realizar o desenvolvimento do questionário, bem como determinar seu objetivo, definir o público alvo, suas formas de aplicação, como também delimitar o espaço amostral.

Desse modo, o questionário foi aplicado durante as visitas em obras e enviado para os engenheiros responsáveis das obras as quais não foi possível analisar presencialmente. Com base nas respostas obtidas e nos cenários de cada obra, foram realizadas análises, dentro do espaço amostral, do desempenho de cada princípio, bem como análises comparativas com as especificações de cada obra, levando em consideração seu porte, os conceitos de autoconhecimento e a nota final de cada uma, conforme será apresentado.

4.3 ESTUDO DE CASO

Além das obras analisadas anteriormente, no segundo semestre do ano de 2019 foi realizado um estudo de caso específico em uma obra de uma construtora referência em construção modular, onde foram identificados diversos aspectos da filosofia *Lean*, através da identificação dos onze princípios de Koskela, como métodos de otimização dos serviços de construção.

Para o desenvolvimento do estudo em questão foram realizadas visitas técnicas em uma obra da empresa, para conhecer seus métodos e metodologia, além de entrevistas com os responsáveis pela obra.

Localizada em Jaguariúna, interior do Estado de São Paulo, a obra, considerada a maior construção modular da América Latina, apresenta diversos aspectos que evidenciam as vantagens e facilidade que a filosofia *Lean Construction* pode proporcionar ao empreendimento.

Feita inteiramente com módulos, a construção da estrutura de dois andares contou com a participação de somente trinta funcionários para instalação e montagem. Teve seu desenvolvimento realizado em *softwares* de BIM, tal como *Revit*®, para o projeto estrutural. *Scatshop*®, para o orçamento, entre outros visando a integralização de todo o projeto. A obra visava a ampliação de um escritório corporativo e tinha como desafio ser executada paralelamente à rotina de trabalho dos funcionários do escritório, portanto, deveria contar com a máxima redução de poluição visual e sonora.

Baseada no conceito de “*empresa de tecnologia que constrói*”, a construtora possui uma fábrica onde suas obras são desenvolvidas por completo, desde sua estrutura, instalações elétricas, hidráulicas, entradas para sistema de ar condicionado, cabeamento de TV, até o mobiliário e a decoração interna, restando, somente, levar seus módulos até o local do empreendimento e montá-los. Tal conceito de construção explora métodos de engenharia de produção e otimiza o processo de fabricação, gerando economia. De maneira simples, a construtora visa fabricar o empreendimento em “*fatias*” e transportá-los até o local de instalação. Para a interligação dos módulos, utiliza-se o sistema *Plug and Play*, permitindo a fabricação de módulos de dimensões padronizadas.

O empreendimento visitado, desde sua fabricação até instalação final, foi realizado em quarenta dias, devido a adaptações no solo para a instalação de fundação rasa do tipo *radier*. Entretanto, caso fosse realizado através de métodos tradicionais, utilizando-se de alvenaria, o mesmo empreendimento apresentaria um prazo mínimo de entrega de 6 meses. Tal fato comprova a otimização de tempo e eficiência que tal metodologia proporciona para as construções.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados e as discussões feitas a partir da aplicação do questionário desenvolvidos nas catorze obras, bem como o desempenho de cada princípio de Koskela de maneira individual e geral, além de apresentar um breve estudo de caso feito em uma obra referência na aplicação da filosofia *Lean Construction*.

5.1 ANÁLISES POR PRINCÍPIOS

O Quadro 2 apresenta um resumo com os princípios estudados neste trabalho e as médias obtidas para cada um deles através da análise das respostas do questionário utilizado, disponibilizado no apêndice 1.

Quadro 2 – Princípios de Koskela e suas respectivas médias gerais obtidas por meio do questionário aplicado nos canteiros de obras analisados

Nº	Princípio	Média
1	Redução de atividades que não agregam valor	3,02
2	Melhorar o valor do produto através das considerações dos clientes	3,07
3	Reduzir variabilidades	2,79
4	Reduzir o tempo de ciclo de produção	2,50
5	Simplificar o processo	2,75
6	Aumentar a flexibilidade	2,14
7	Transparência do processo	2,88
8	Controle do processo global	3,14
9	Introduzir a melhoria contínua no processo	2,18
10	Manter um equilíbrio entre as melhorias nos fluxos e nas conversões	2,50
11	Manter boas referências	1,93

Fonte: Autores (2019).

Para um melhor entendimento do estudo aqui apresentado, tem-se a seguir um detalhamento por princípio, onde se apresentam as questões utilizadas para a avaliação de cada uma nas obras analisadas, assim como a frequência de atribuição de cada conceito e a porcentagem relativa que cada um representa no universo das respostas analisadas. Para a seguinte análise, leva-se em conta os conceitos 3 e 4 para indicar a presença da ação avaliada. O conceito 3 representa a presença do elemento avaliado, porém ainda não totalmente aplicado, com alguns problemas na implantação, enquanto o conceito 4 representa a total aplicação e implantação do elemento. Já o conceito 2, apesar de acusar a presença do elemento, indica que há grandes inconsistências em sua implantação, o que, para o estudo,

não é interessante considerar, visto que nesse caso, a presença do elemento pode estar em fase inicial de implantação, ou até mesmo só estar presente devido a outros fatores que não sejam resultantes do pensamento enxuto. Já o conceito 1 representa a ausência completa do elemento avaliado. Esses dois últimos servirão para análises posteriores, quando avaliada a inconsistência dos princípios em determinadas obras.

As perguntas detalhadas no Quadro 3 foram utilizadas na avaliação da redução de atividades que não agregam valor ao produto no canteiro, que caracteriza o primeiro princípio básico da construção enxuta. Este princípio obteve média final de 3,02, o que indica que, de forma geral, o princípio está presente nas obras analisadas, mas com pequenas inconsistências na implantação. A partir do quadro descrito pode-se perceber que a pergunta referente a redução de atividades que não agregam valor obteve conceito 3 ou 4 em 86% das obras, 43% para cada um, sendo 29% representados por obras de grande porte para o conceito 4, e 21% representados por obras de pequeno porte para o conceito 3. Enquanto a pergunta referente à presença de equipamentos que auxiliam nos transportes verticais e horizontais variou com 36% das obras para conceito 1, com 29% sendo representados por obras de pequeno porte e 7% com obras de micro porte, mas obteve 50% para conceito 4, com 29% representados por obras de grande porte e somente 14% representados por obras de pequeno porte. Tal diferença justifica-se devido ao porte da obra, que poderia ou não exigir tais equipamentos, portanto tal fator não deve ser generalizado como crucial na construção enxuta.

Quadro 3 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 1: Redução de atividades que não agregam valor

PRINCÍPIO	PERGUNTAS	Conceito atribuído				
		1	2	3	4	
1	Existe a preocupação em reduzir atividades que não agregam valor?	Frequência	1	1	6	6
		%	7%	7%	43%	43%
	A obra possui arranjo de armazenamento que visa diminuir a distância entre locais de descarga e uso de materiais?	Frequência	1	3	4	6
		%	7%	21%	29%	43%
	A obra conta com equipamentos que auxiliam nos transportes verticais e horizontais?	Frequência	5	0	2	7
		%	36%	0%	14%	50%

Fonte: Autores (2019).

No Quadro 4 tem-se as perguntas utilizadas na identificação do princípio dois, referente a melhora do valor do produto através das considerações dos clientes. Na análise por média geral, este princípio obteve média 3,07, o que o classifica como presente nos canteiros de obra

analisados, porém com deficiências na sua implantação. Pode-se observar que 79% das obras analisadas, sendo 42% representados pelas obras de pequeno porte e 21% por obras de grande porte, tem a preocupação de ouvir as considerações dos clientes a respeito das atividades realizadas no canteiro, porém essa porcentagem cai para 65%, com 29% representados pelas obras de pequeno porte e 21% por obras de grande porte, quando se trata de realmente atender essas considerações.

Quadro 4 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 2: Melhorar o valor do produto através das considerações dos clientes

PRINCÍPIO	PERGUNTAS		Conceito atribuído			
			1	2	3	4
2	Existem meios de comunicação para os clientes realizarem suas considerações a respeito das atividades realizadas?	Frequência	1	2	4	7
		%	7%	14%	29%	50%
	As considerações realizadas pelos clientes costumam ser atendidas?	Frequência	1	4	4	5
		%	7%	29%	29%	36%

Fonte: Autores (2019).

No Quadro 5 são apresentadas as questões utilizadas para a identificação do princípio três, reduzir variabilidades, através das quais buscou-se analisar a capacitação dos funcionários e padronização dos processos, o que diminui a variabilidade dos fluxos de trabalho e tempo de processamento (KOSKELA, 2002). Nota-se que este não é um princípio de prioridade nas obras analisadas, o que é refletido pela sua média geral, 2,79, que indica que o princípio está presente, mas existem grandes inconsistências em sua implantação. É perceptível, pela análise do quadro descrito, que o treinamento de funcionários não aparece como prioridade nas obras analisadas, visto que apenas 14% delas afirmam que o treinamento de funcionários está totalmente presente na rotina do canteiro, sendo representado somente por obras de grande porte. Logo em seguida tem-se 29% que afirmam treinar seus funcionários, mas com inconsistências, sendo representados igualmente por obras de grande e pequeno porte, o que pode indicar que são realizados treinamentos gerais, como de segurança do trabalho, por exemplo, porém não são todos os funcionários que recebem treinamentos específicos para as funções que realizam nos canteiros analisados. Somando-se os conceitos 3 e 4, apenas 43% dos respondentes afirmam ter o treinamento de funcionários implementado como uma ação da redução de variabilidade. Já referente às atividades serem padronizadas, obteve-se uma alta adesão nos empreendimentos, visto que 36% das obras atribuíram conceito 4 à pergunta, sendo 29% representados por obras de grande porte, enquanto 57% dos

empreendimentos atribuíram conceito 3, com 36% representando obras de pequeno porte, e 14% obras de micro porte.

Quadro 5 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 3: Reduzir variabilidades

PRINCÍPIO	PERGUNTAS	Conceito atribuído				
		1	2	3	4	
3	São realizados treinamentos para os funcionários?	Frequência	4	4	4	2
		%	29%	29%	29%	14%
	As atividades são realizadas de modo padronizado?	Frequência	0	1	8	5
		%	0%	7%	57%	36%

Fonte: Autores (2019).

No quadro 6 são apresentadas as questões utilizadas para a avaliação do princípio quatro, reduzir o tempo de ciclo de produção, avaliou-se o controle de tempo nos ciclos de atividades e controle de produtividade. Na análise por média geral este princípio obteve nota 2,50, indicando que, apesar de presente, apresenta grandes deficiências de implantação nas obras analisadas. A análise do Quadro 6 revela que 64% dos respondentes afirmam controlar o tempo dos ciclos de atividades em seus canteiros, sendo 29% referentes às obras de grande e 21% às obras de pequeno porte. Porém esse índice cai para 42% quando se tratar da medição da produtividade dos colaboradores, com 21% representados por obras de grande porte e somente 7% por obras de pequeno porte.

Quadro 6 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 4: Reduzir o tempo de ciclo de produção

PRINCÍPIO	PERGUNTAS	Conceito atribuído				
		1	2	3	4	
4	Existe o controle dos tempos de ciclos das atividades?	Frequência	4	1	3	6
		%	29%	7%	21%	43%
	Existem formas de controle para identificar a produtividade dos operários?	Frequência	6	2	3	3
		%	43%	14%	21%	21%

Fonte: Autores (2019).

O princípio cinco, retratado no Quadro 7, trata da simplificação dos processos, a fim de reduzir os custos provindos do mesmo. Para a análise deste princípio, parte-se do pressuposto que, quanto menor o número de passos num processo, ou seja, quanto mais otimizado for o mesmo, menor também a quantidade de passos que não agregam valor ao produto final.

Tendo isso em mente, buscou-se avaliar se existem meios de otimizar os serviços, além de informações claras que orientem os colaboradores sobre os processos que devem ser executados em determinado espaço de tempo. As análises do quadro indicam que 86% das obras utilizam-se de serviços para a otimização dos processos, sendo 14% restante representados somente por duas obras de pequeno porte. Porém, com relação às informações expostas sobre as atividades da semana, somente 35% dos empreendimentos atribuíram conceitos 3 ou 4 à pergunta, com 21% representados por obras de grande porte e 14% por obras de pequeno porte.

Quadro 7 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 5: Simplificar o processo

PRINCÍPIO	PERGUNTAS		Conceito atribuído			
			1	2	3	4
5	Na obra utilizam-se produtos e/ou serviços que otimizam os processos?	Frequência	1	1	4	8
		%	7%	7%	29%	57%
	Existem informações visíveis e claras a todos os trabalhadores do canteiro sobre quais atividades serão realizadas na semana?	Frequência	5	4	3	2
		%	36%	29%	21%	14%

Fonte: Autores (2019).

O princípio apresentado no Quadro 8, aumentar a flexibilidade, aparece com a segunda menor média geral, com 2,14. Para sua identificação foi avaliada a presença de sistemas de flexibilização de plantas, visando à possibilidade da personalização do produto final, levando em conta as considerações do cliente, podendo este ser o cliente interno ou externo, tal pergunta destacou-se com 43% dos empreendimentos afirmando que não há tal possibilidade em suas plantas, com 29% representados por obras de pequeno porte. Além disso, avaliou-se a multifuncionalidade das equipes nos canteiros, o que se mostrou ineficiente em algumas obras analisadas, com 43% dos empreendimentos afirmando que as equipes não são multifuncionais, enquanto 50% dos empreendimentos afirmam que a questão está implantada. Tal diferença deve-se ao fato que 21% das obras, representados por obras de grande porte, não apresentam equipes multifuncionais, enquanto 29% das obras, representados por obras de pequeno ou micro porte, apresentam equipes multifuncionais. Assim como analisado no primeiro princípio, a diferença justifica-se devido ao porte da obra, que poderia ou não exigir equipes multifuncionais, portanto tal fator não deve ser generalizado como crucial na construção enxuta.

Quadro 8 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 6: Aumentar a flexibilidade

PRINCÍPIO	PERGUNTAS		Conceito atribuído			
			1	2	3	4
6	Existe sistema que possibilita a flexibilização de plantas?	Frequência	6	1	3	4
		%	43%	7%	21%	29%
	A equipe é capacitada para a realização de diversas funções?	Frequência	6	1	6	1
		%	43%	7%	43%	7%

Fonte: Autores (2019).

O princípio sete, transparência do processo, foi estudado partindo das questões relacionadas no Quadro 9. Foram analisados aspectos sobre a disponibilidade dos responsáveis no canteiro, o controle do desempenho dos funcionários e ainda organização e limpeza do espaço. As questões referente à presença do responsável pelo projeto na obra apresentou um percentual de 50% de adesão da obra no conceito 4, com 7% obras de grande e médio porte cada, 21% obras de pequeno porte e 14% obras de micro porte, mostrando que a maioria dos casos analisados possui um líder presente. Além disso, 57% das obras demonstrou conceito 4 referente às práticas de organização e limpezas dos espaços, com 21% representando obras de pequeno e grande porte cada e 14% obras de micro porte. Enquanto que a questão sobre controle de desempenho apresentou conceito 1 em 43% das obras, todas de pequeno porte, evidenciando que tal aspecto ainda precisa ser desenvolvido e executado em grande parte das obras de pequeno porte analisadas.

Quadro 9 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 7: Transparência do processo

PRINCÍPIO	PERGUNTAS		Conceito atribuído			
			1	2	3	4
7	O responsável pelo projeto realiza visitas periódicas a obra a fim de verificar se o mesmo está sendo executado como projetado?	Frequência	2	3	2	7
		%	14%	21%	14%	50%
	A obra apresenta controle de desempenho?	Frequência	6	2	2	4
		%	43%	14%	14%	29%
	Existem práticas de organização e limpeza do espaço?	Frequência	1	1	4	8
		%	7%	7%	29%	57%

Fonte: Autores (2019).

Para a identificação do oitavo princípio referente ao controle do processo global, foram aplicadas duas perguntas, apresentadas no Quadro 10. O princípio, que obteve média final de 3,14, mostra que o mesmo está presente e apresenta pequenas inconsistências em sua implantação de maneira geral. Seu bom resultado deve-se ao fato de que 85% das obras, sendo 29% representados por obras de grande porte e 36% por obras de pequeno porte, apresentam planejamento a curto, médio e longo prazo. Além disso, 72%, sendo 29% representados por obras de grande pequeno porte cada, realizam acordos com seus fornecedores para obter um maior controle no recebimento de materiais. Além disso, somente 14% das obras analisadas, representados por obras de pequeno porte, não apresentam tal planejamento e 21% das obras, sendo 14% representados por obras de pequeno porte, não realizam acordos com seus fornecedores, portanto, não tem um bom controle com relação ao recebimento de seus materiais.

Quadro 10 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 8: Controle do processo global

PRINCÍPIO	PERGUNTAS	Conceito atribuído				
		1	2	3	4	
8	Existe planejamento de curto, médio e longo prazo para a obra?	Frequência	2	0	3	9
		%	14%	0%	21%	64%
	Existem acordos com os fornecedores a fim de se obter maior controle no recebimento de materiais?	Frequência	3	1	4	6
		%	21%	7%	29%	43%

Fonte: Autores (2019).

As perguntas do Quadro 11 foram utilizadas para avaliar o nono princípio, referente a introduzir a melhoria contínua no processo. O princípio obteve média final de 2,18, indicando que, de forma geral, ele está presente nas obras analisadas, entretanto apresenta grandes inconsistências em sua implantação. A partir dos resultados pode-se perceber percentuais muito próximos entre ambas as perguntas, sendo que nos dois casos apenas 7% das obras analisadas apresentaram conceito 3, sendo para cada uma das respectivas perguntas obras de pequeno e micro porte, e 21% das obras analisadas apresentaram conceito 4, sendo 14% representados por obras de grande porte. Enquanto isso, em 72% das obras, sendo 43% representados por obras de pequeno porte, apresentaram conceito 1 ou 2, identificando, portanto, grandes inconsistências na implantação do princípio ou, até mesmo, sua ausência. Deste modo, percebe-se a baixa adesão do princípio de maneira geral. Com esse resultado,

identifica-se uma baixa implantação dos demais princípios, visto que ele somente é alcançado conforme os outros princípios vão sendo implantados.

Quadro 11 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 9: Introduzir a melhoria contínua no processo

PRINCÍPIO	PERGUNTAS		Conceito atribuído			
			1	2	3	4
9	Existem programas internos que incentivam melhorias contínuas dos trabalhos na obra?	Frequência	5	5	1	3
		%	36%	36%	7%	21%
	A equipe é envolvida nos processos de melhorias e resolução de problemas?	Frequência	4	6	1	3
		%	29%	43%	7%	21%

Fonte: Autores (2019).

O décimo princípio, referente a manter um equilíbrio entre as melhorias nos fluxos e nas conversões, foi exemplificado por meio de duas perguntas, apresentadas no Quadro 12, obtendo média final de 2,50, indicando que o princípio está presente, mas com inconsistências em sua implantação. Tal nota pode ser atribuída devido às diferenças de conceito entre as duas perguntas. Enquanto 43% das obras, sendo 21% representados por obras de grande porte, identificaram que seus processos são, de fato, racionalizados para reduzir perdas materiais, apenas 14% das obras, todas de grande porte, buscam por inovações tecnológicas que visam à melhoria do produto final, sem inconsistências em sua implantação. Portanto, percebe-se a preocupação em minimizar as variabilidades no processo, porém não se tem a mesma preocupação em investir e buscar por inovações que levariam a melhorias de maiores impactos.

Quadro 12 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 10: Manter um equilíbrio entre as melhorias nos fluxos e nas conversões

PRINCÍPIO	PERGUNTAS		Conceito atribuído			
			1	2	3	4
10	Os processos são racionalizados de maneira a reduzir as perdas de materiais?	Frequência	2	4	2	6
		%	14%	29%	14%	43%
	Buscam-se por inovações tecnológicas visando à melhoria do produto final?	Frequência	5	4	3	2
		%	36%	29%	21%	14%

Fonte: Autores (2019).

A pergunta apresentada no Quadro 13 caracteriza o último princípio de Koskela, que sugere manter boas referências. Tal princípio foi identificado nas análises como aquele com menor presença nas obras avaliadas, com média final de 1,93, indicando grandes inconsistências em sua implantação e, até mesmo, sua ausência. A partir do quadro pode-se perceber que em 50% das obras estudadas, o princípio obteve conceito 1, sendo 35% representados por obras de pequeno porte, indicando sua ausência. Enquanto somente 14% das obras apresentaram conceito 3, representados por obras de pequeno porte e 14% conceito 4, representados somente por obras de grande porte. Tal princípio, portanto, pode ser considerado como uma prática desconhecida dentro dos ambientes analisados, de maneira que falta comunicação entre os profissionais do ramo, bem como não se busca por *cases* de sucesso na construção civil que poderiam ser replicados em outras obras.

Quadro 13 – Conceitos atribuídos às perguntas referentes ao princípio 11: Manter boas referências

PRINCÍPIO	PERGUNTAS	Conceito atribuído				
		1	2	3	4	
11	A empresa faz uso de benchmark?	Frequência	7	3	2	2
		%	50%	21%	14%	14%

Fonte: Autores (2019).

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A partir das análises individuais de cada princípio, foi possível identificar algumas particularidades do conjunto de resultados, bem como, realizar comparações e destacar determinadas tendências, de acordo com o porte de cada obra e suas peculiaridades. No Quadro 14 são apresentados de forma resumida os resultados da avaliação realizada em catorze canteiros de obra.

Quadro 14 – Conceitos atribuídos, na aplicação do questionário, pelo entrevistado para auto avaliação, aplicação de Lean em obra, número de funcionários e média final obtida pela obra

Obra	Conhecimento	Aplicação em obra	nº de funcionários	Média final da obra
1	4	4	420	3,86
2	3	4	120	2,68
3	2	2	10	1,95
4	3	4	200	2,89
5	2	3	10	2,77
6	3	3	120	3,86
7	3	4	9	1,7
8	3	4	5	3,08
9	3	3	7	2,26
10	3	3	10	2,59
11	3	3	5	2,41
12	3	1	50	1,5
13	4	3	20	2,77
14	2	4	100	2,45

Fonte: Autores (2019).

No Quadro 15 são apresentadas as frequências atribuídas aos conceitos de autoconhecimento dos entrevistados e de aplicação de *Lean* presente nas obras, numa escala de 1 a 4, onde 1 é atribuído ao conceito de “inexistente” e 4 representa o conceito “muito alto”.

Quadro 15 – Percentual de frequência de autoconhecimento do entrevistado e sua atribuição sobre a aplicação de Lean na obra

CONHECIMENTO				APLICAÇÃO		
NOTA	FREQ	%		NOTA	FREQ	%
1	1	7	INEXISTENTE	1	2	14
2	2	14		2	0	0
3	9	64		3	6	43
4	2	14	MUITO ALTO	4	6	42

Fonte: Autores (2019).

A partir da análise dos dados presentes nos Quadros 14 e 15 verificou-se que, dentro do espaço amostral, em oito das catorze obras analisadas, a média final atribuída para os princípios em cada obra se assemelhava com a nota dada pelo entrevistado para seu

autoconhecimento, com diferença máxima de 0,45 para mais ou para menos. Enquanto em seis obras a nota dada pelo entrevistado para a aplicação na obra se aproximou da média real dos princípios, com diferença máxima de 0,5 para mais ou para menos. Além disso, em seis casos, avaliou-se que o autoconhecimento e a aplicação em obra apresentavam o mesmo grau de conceito.

Desse modo, percebeu-se certa influência dos conhecimentos de *Lean* dos entrevistados sobre o que eles julgavam ser ou não atitudes enxutas. Em doze casos, a nota atribuída para a aplicação de *Lean* na obra foi maior do que a média geral dos princípios, de fato. Tal resultado evidencia a dificuldade de identificar as reais características de *Lean* nas obras, como também demonstra a baixa adesão dos princípios no cenário da construção civil.

Portanto, apesar de apresentar alguns princípios com alta adesão na maioria dos casos (três princípios com mais de 75% de adesão), ainda assim o cenário analisado demonstra que oito princípios estão abaixo desse percentual, ou seja, apesar de presentes, apresentam inconsistências em sua implantação. Tal situação pode ser justificada pela falta de conhecimento de atitudes enxutas no ambiente da construção civil. Muitas vezes não se tem os conhecimentos necessários para aplicar os onze princípios de Koskela dentro de uma obra, e acaba-se por aplicar os métodos tradicionais já conhecidos. Entretanto, repensar as atitudes de modo a otimizar os processos exerce influência positiva no gerenciamento dos projetos, como também no dia a dia das construções, reduzindo principalmente tempo e custos, além de ser uma forma menos agressiva ao ambiente, reduzindo poluições de forma geral (como sonora, visual etc.).

O Quadro 16 apresenta a nota que cada princípio obteve em cada uma das catorze obras, além da média geral por princípio, anteriormente apresentada no Quadro 2. A análise do quadro permite-nos identificar algumas particularidades, como quais obras apresentaram melhores e piores desempenhos em cada princípio.

Quadro 16 – Notas obtidas por obra analisada durante a aplicação do questionário, para cada um dos onze princípios de Koskela

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
OBRA 1	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	2,50	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
OBRA 2	4,00	2,50	3,50	3,50	3,50	1,00	3,00	3,50	2,00	2,00	1,00
OBRA 3	2,33	3,50	2,50	1,00	1,50	2,00	1,67	3,00	1,00	2,00	1,00
OBRA 4	4,00	2,50	3,50	2,50	2,50	2,00	3,33	4,00	2,00	3,50	2,00
OBRA 5	2,33	3,00	3,00	4,00	3,50	3,50	2,67	4,00	2,00	1,50	1,00
OBRA 6	3,67	4,00	4,00	3,50	4,00	4,00	3,33	4,00	4,00	4,00	4,00
OBRA 7	2,00	2,50	1,50	2,50	1,00	2,00	1,67	1,00	2,00	1,50	1,00
OBRA 8	2,67	3,50	2,50	3,50	3,00	3,00	3,67	3,50	4,00	2,50	2,00
OBRA 9	2,33	4,00	2,50	1,50	3,00	1,00	3,00	3,00	1,00	2,50	1,00
OBRA 10	3,00	4,00	2,50	1,00	3,50	2,00	3,00	2,50	1,50	2,50	3,00
OBRA 11	2,67	3,50	2,00	1,50	2,00	2,00	3,33	2,50	2,00	3,00	2,00
OBRA 12	2,33	1,00	2,50	1,00	2,00	1,00	1,67	2,00	1,00	1,00	1,00
OBRA 13	3,33	3,00	3,00	2,00	2,50	3,00	2,67	3,00	2,00	3,00	3,00
OBRA 14	3,67	2,00	2,00	3,50	2,50	1,00	3,33	4,00	2,00	2,00	1,00
MÉDIA GERAL	3,02	3,07	2,79	2,50	2,75	2,14	2,88	3,14	2,18	2,50	1,93

Fonte: Autores (2019).

A obra um, por exemplo, destaca-se por obter conceito máximo em todos os princípios, com exceção do princípio seis, referente ao aumento da flexibilidade, pois para a obra em questão, devido ao seu porte, não era interessante que as mesmas equipes desempenhassem as mesmas funções. Já a obra doze destacou-se por receber o menor conceito em seis dos onze princípios, mostrando que a filosofia *Lean* encontra-se pouco aplicada ou inexistente dentro do cenário do empreendimento em questão.

Outro fator de destaque observado no Quadro 16 é a atribuição do conceito 1 em 50% das obras para o princípio onze, referente a manter boas referências. Tal análise mostra que não há busca por boas práticas entre as empresas, que pode ser explicado pela falta de conhecimento em realizar tal prática ou, até mesmo, devido a questões de concorrência entre as empresas no mercado.

Além disso, o princípio oito destaca-se por obter o maior número de conceito 4 entre as obras – totalizando cinco obras. Tal princípio, referente ao controle do processo global, mostra que em grande parte das obras analisadas, existe a preocupação com o desenvolvimento de planejamentos a curto, médio e longo prazo, além de procurar fazer acordo entre os fornecedores a respeito de obter maior controle sobre o recebimento dos materiais.

Já outras obras, apesar de apresentarem conceitos medianos em cada princípio, variando entre conceito 3 ou 4 para cerca de 50% dos princípios, mostraram que a filosofia *Lean* está timidamente aplicada em alguns aspectos de suas construções, com potencial para ser devidamente desenvolvido e explorado conforme a necessidade do empreendimento e seus clientes, mostrando que, muitas vezes, há falta de conhecimento sobre as reais vantagens e aplicações dos conceitos enxutos dentro da construção civil.

O Quadro 17 apresenta os dados referentes ao porte da obra dos empreendimentos analisados nesse trabalho, com o objetivo de identificar o tipo de obra mais presente nas análises. Observa-se, portanto, que 50% dos empreendimentos analisados são classificados como obras de pequeno porte, pois apresentam de sete a cinquenta funcionários somente. Já obras de médio porte foram encontradas em somente 7% dos empreendimentos analisados, enquanto as classificações micro e grande apareceram representando, respectivamente 14% e 28% das obras estudadas.

Quadro 17 – Apresentação do porte de obra de cada empreendimento analisado com o questionário, de acordo com o número de funcionários

N° FUNCS	PORTE	FREQ	%
<= 6	MICRO	2	14
>=7 <=50	PEQUENA	7	50
>=51 <=100	MÉDIA	1	7
>=101 <=500	GRANDE	4	28

Fonte: Autores (2019).

Tal análise define o espaço amostral, como também delimita o porte da obra de maior presença no estudo desenvolvido. Desse modo, tem-se um grupo restrito e pré-definido, baseado no número de obras analisadas e no porte da obra dominante, além das dificuldades encontradas durante a validação dos dados das mesmas. Tais análises, portanto, não devem ser generalizadas, exigindo um estudo mais detalhado, abrangente e específico para cada caso e suas particularidades.

A partir do questionário aplicado, foi possível criar um panorama de como os onze princípios são aplicados nas obras estudadas, o que permitiu ranquear e definir qual o princípio mais popular e o menos aplicado. Como é possível observar no Quadro 16, o princípio mais presente é o número oito, ‘Controle do Processo Global’, com a média 3,14. Esta posição indica que nas obras analisadas, preza-se pelo controle de prazos de forma geral dentro da obra, o que permite a identificação precoce de problemas no processo que,

futuramente, poderiam causar atrasos na entrega, com exceção da obra sete, que apresenta média 1 para este princípio.

Em segundo lugar tem-se o princípio dois, ‘Melhorar o valor do produto através das considerações dos clientes’, com média 3,07. Aqui pode-se considerar que, no escopo de obras analisadas, preza-se pela satisfação do cliente, podendo este ser o cliente interno, o que sinaliza bom funcionamento do sistema produtivo, otimizando os fluxos de forma a evitar retrabalhos, ou ainda o cliente final, que é o maior gerador de valor aos processos englobados. Este princípio ficou com médias baixas apenas nas obras doze (1,00) e catorze (2,00), tal fato pode ser explicado pelos empreendimentos não apresentarem tal prática, ou por falta de conhecimento dos entrevistados por não conseguirem reconhecer tais ações.

Seguindo a mesma análise, o princípio menos encontrado foi o onze, ‘Manter boas referências’, com a média 1,93. Com exceção das obras um e seis, que obtiveram nota máxima nesse quesito, o uso de *benchmarks* não é muito difundido ou utilizado nas obras estudadas, sendo esta uma prática simples de ser realizada, com muitos ganhos às empresas, portanto, a provável causa de sua pouca presença deve-se a falta de conhecimento entre as empresas sobre a possibilidade de realizar a troca de informações sobre boas práticas adotadas em suas obras que podem ser compartilhadas com demais empresas do mercado, podendo, inclusive, incentivar a concorrência.

5.3 ESTUDO DE CASO

As análises feitas a partir da visita ao empreendimento do estudo de caso, bem como as conversas com os engenheiros responsáveis pela obra comprovaram os reais ganhos e vantagens que a aplicação de *Lean* apresentou ao ser comparada com os métodos tradicionais de construção. Para sua construção foram utilizados aços suas estruturas feitas de material reciclável, não se utilizou água nos processos construtivos, as paredes montadas apresentaram tratamento térmico – proporcionando economia com climatização – reutilizaram os materiais remanescentes da obra em outras construções, além de contar com a presença de painéis fotovoltaicos, gerando uma economia de 30% do que seria consumido sem a presença dos mesmos. Por fim, a obra apresentou um desperdício de material de somente 3%, enquanto os métodos tradicionais apresentam, em média, um terço de desperdício.

Desta forma, a obra foca na otimização dos processos em geral, reduzindo prazos, custos, desperdícios, mão de obra etc. Com a utilização de softwares, tem-se a real visão de como será o empreendimento, além de todo cronograma, listas de materiais e custos reais do

projeto. Tal metodologia evidencia as vantagens apresentadas pela filosofia *Lean*, pondo em prática seus princípios e mostrando as vantagens dos mesmos, servindo como um caso de sucesso com relação às práticas aplicadas e do que se espera para o mercado futuro da construção civil no Brasil.

Comparado com o método de construção tradicional, a obra apresentou maior mobilidade, redução de sujeira, fácil instalação em qualquer local do país, orçamentos assertivos, prazos curtos, além de ser industrializada e sustentável.

6 CONCLUSÃO

A partir da metodologia aplicada e das análises e discussões dos resultados acerca da difusão da filosofia *Lean* em 14 obras situadas no estado de São Paulo, bem como o estudo de caso feito em uma obra referência em construção modular, pode-se concluir que, referente à metodologia, o desenvolvimento de um questionário qualitativo com base em referências sobre o tema foi de suma importância para atingir os resultados esperados sobre a presença da política *Lean Construction* nas obras.

Após as análises e discussões dos resultados e o destaque dos princípios de maior e menor frequência, as obras com maiores e menores médias gerais e algumas particularidades de cada caso, conclui-se que a filosofia *Lean*, dentro do espaço amostral proposto estudado, ainda se mostra pouco difundida, apresentando uma tímida presença dentro dos empreendimentos, com destaque para a predominância do sistema de construção tradicional. Apesar de identificar práticas de construção enxutas, como a organização dos planos a curto, médio e longo prazo, não foi possível concluir se tais atividades foram pensadas de forma enxuta ou somente coincidiram com as necessidades do projeto e exigências do cliente. Além disso, algumas práticas, julgadas pelos autores como de simples adoção, como o uso do *benchmark*, destacou-se como o princípio menos presente no cenário, evidenciando a falta de conhecimento, por parte das empresas, de boas práticas que podem ser adotadas e, principalmente, quais seus reais ganhos em adotá-las.

Com relação às análises feitas sobre o estudo de caso em uma obra referência na metodologia *Lean*, concluiu-se que a mesma apresenta ganhos tanto no sentido da otimização de prazos, custos, mão de obra, materiais, e outros, como em relação à sustentabilidade, mostrando que a desvantagem consiste na aceitação do cliente sobre aquele tipo de obra. Ademais, as vantagens competitivas são claras, evidenciando seus ganhos com prazos, custos, organização no momento da instalação, poluição visual e sonora, além de ser um projeto definido através de softwares que permite sua visualização final, bem como o valor exato dos custos de cada material que deve ser utilizado.

O empreendimento e a proposta de valor apresentada pela construtora mostraram que o ramo da construção civil, dentro do panorama industrial, apresenta tendências de propagação da filosofia *Lean* pelo país, tal fato insere este novo modo de construção dentro do mercado de maneira competitiva, comparado com o sistema tradicional de construção. Portanto, conforme ocorrer a difusão da nova metodologia dentro das construtoras, bem como suas

vantagens competitivas, espera-se observar maior aceitação do método entre os clientes intermediários e finais.

Concluiu-se ainda que tal filosofia no país ainda aparece de forma tímida, não só por questões de aceitação da mudança de paradigma, mas, principalmente, devido ao desconhecimento de suas vantagens competitivas, como também aos ganhos ambientais e financeiros, além dos custos iniciais necessários para iniciar sua execução nas construtoras e treinar a nova filosofia a todos os envolvidos nas obras.

Como forma de auxiliar nas questões que apresentaram dificuldades em seu desenvolvimento, tanto do autoconhecimento do entrevistado, quanto da aplicação de *Lean*, nos empreendimentos, sugere-se, para trabalhos futuros, a elaboração de um guia prático com o objetivo de transmitir o conhecimento de *Lean* a todos os presentes no dia a dia da obra, como também auxiliar na identificação de atitudes enxutas e colocá-las em prática. Desse modo, espera-se disseminar com maior eficiência tal cultura no ambiente da construção civil e agregar conhecimento sobre construção enxuta a todos os interessados.

REFERÊNCIAS

- ALARCÓN, L. *et al.* Assessing the impacts of implementing lean construction. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 13., 2005, Sydney. **Proceedings** [...]. Sydney: IGLC, 2005.
- ALVES, D. **Natureza e características da investigação científica**. Disponível em: <https://cienciaeducacao.wordpress.com/2017/11/24/natureza-e-caracteristicas-da-investigacao-cientifica/>. Acesso em: 02 dez. 2019.
- ALVES, T. C. L.; MILBERG, C.; WALSH, K. D. Exploring lean construction practice, research and education. **Journal of Engineering, Construction and Architectural Management**, Bingley, v. 19, n. 5, p. 512-525, 2012.
- BALLARD, H. G. **The last planner system of production control**. 2000. 193 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia Civil, Universidade de Birmingham, Birmingham, 2000.
- BALLARD, H.; FENG, P. Standard work from a lean theory perspective. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*. 16., 2008, Manchester. **Proceedings** [...]. Manchester: IGLC, 2008.
- BARBOSA, F. *et al.* **Reinventing construction: a route to higher productivity**. Houston: McKinsey Global Institute, 2017. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>. Acesso em: 02 dez. 2019.
- BARROS NETO, J. P.; ALVES, T. C. L. Análise estratégica da implementação da filosofia *lean* em empresas construtoras. *In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS*. 11., 2008, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2008.
- BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na mentalidade enxuta**. 2009. 339 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.
- CARVALHO, B. S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. 2008. 141 f. Tese (Mestrado em Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.
- CARVALHO, B. S.; SCHEER, S. Analysis and assessment for lean construction adoption: the DOLC tool. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 25., 2017, Heraklion. **Proceedings** [...]. Heraklion: IGLC, 2017.
- COVELLO, T. **Implantação de sistema de produção ritmada em obra de infraestrutura**. 2017. 116 f. Tese (Mestrado em Ciências) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

DANKBAAR, B. Lean production: denial, confirmation or extension of sociotechnical systems design. **Human Relations**, Londres, v. 50, n. 5, p. 567-584, 1997.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **PIB da construção civil retrai 2,5% em 2018**. Disponível em:

<https://www.fiesp.com.br/observatoriodaconstrucao/noticias/pib-da-construcao-civil-retrai-25-em-2018/?s=pib%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil>. Acesso em: 15 set. 2019.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **FGV projeta PIB da construção civil de 2019 quase 30% menor que o de 2014**. Disponível em: <https://www.abecip.org.br/imprensa/noticias/fgv-projeta-pib-da-construcao-civil-de-2019-quase-30-menor-que-o-de-2014>. Acesso em: 01 dez. 2019.

FONSECA, P. L.; BEZERRA, M. J. S.; FARIAS FILHO, J. R. Considerações sobre a evolução da construção enxuta no Brasil: aspectos tecnológicos e a aplicabilidade dos conceitos à realidade brasileira. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 13., 2006, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: Universidade Estadual Paulista, 2006.

FORMOSO, C. T. *Lean construction*: princípios básicos e exemplos. **Construção mercado**: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras, Porto Alegre, v. 15, p. 50-58, 2002.

ISATTO, E. L. *et al.* **Lean construction**: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil. Porto Alegre: Sebrae, 2000. (Série Sebrae Construção Civil, v. 5.)

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação da lean construction para redução dos custos de produção da casa 1.0®**. 2006. 146 f. Dissertação (Especialização em Engenharia de Produção para Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy of construction**. Stanford: CIFE, Stanford University, 1992. 75 p. (Technical Report n. 72).

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 296 f. Dissertação (Technology Doctoral) – Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.

KOSKELA, L. Moving on beyond lean thinking. **Journal of Lean Construction**, Louisville, v. 1, n. 1, p. 24-37, 2004.

LIKER, J. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2005. 320 p.

MOURA, C. B. **Avaliação do impacto do sistema last planner no desempenho de empreendimentos da construção civil**. 2008. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997. 150 p.

PERETTI, L. C.; FARIA, A. C.; SANTOS, I. C. Aplicação das ferramentas da construção enxuta em construtoras verticais: Estudo de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo. *In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO*, 27., 2013, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: ANPAD, 2013.

PFÄFFENZELLER, M. *et al.* *Lean thinking* na construção civil: estudo da utilização de ferramentas da filosofia *lean* em diferentes fluxos da construção civil. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Florianópolis, v. 7, n. 14, p. 86-107, 2015.

SAYER, A.; WALKER, R. **The new social economy: reworking the division of labor**. Cambridge: B. Blackwell, 1992. 306 p.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SOARES, C. R. D. TOC, STP e TQC: uma abordagem conjunta. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 18., 1998, Niterói. **Anais [...]**. Rio de Janeiro, 1998.

TEIXEIRA, D. **Planeta sustentável**. Disponível em: <http://planetasustentavel.abril.uol.com.br/noticia/energia/conteudo231704.shtml>. Acesso em: 06 abr. 2018.

VILLAS-BOAS, B. **Modelagem de um programa computacional para o sistema *last planner* de planejamento**. 142 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Free Press, 1990. 339 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 448 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Lean thinking**. New York: Free Press, 2003. 402 p.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Lean Construction

O questionário a seguir tem como objetivo identificar o uso de princípios de Construção Enxuta nos canteiros de obra e traçar um panorama de como tal filosofia é difundida no atual cenário da construção civil.

A primeira parte do questionário consiste em perguntas para identificar a empresa/obra. Tais informações não serão divulgadas e serão utilizados pelos autores para caracterização do cenário de estudo, servindo apenas para fins acadêmicos. Nesta seção encontram-se ainda perguntas à respeito do conhecimento e aplicação de *Lean Construction* na empresa/obra em questão.

Já a segunda parte do questionário apresenta perguntas a respeito dos 11 princípios de Koskela, fundamentais para a identificação da filosofia *Lean*.

Agradecemos desde já a colaboração.

PARTE 1

Identificação da empresa/obra

1 – Nome da empresa

2 – Localização (Cidade)

3 – Número máximo de funcionários

Conhecimento e aplicação de *Lean*

1 – Qual seu nível de conhecimento sobre a filosofia e técnicas de construção enxuta?

Inexistente – 1 – 2 – 3 – 4 – Muito alto

2 – Como você classifica a aplicação das técnicas de construção enxuta na obra em questão?

Inexistente – 1 – 2 – 3 – 4 – Muito alto

PARTE 2

Questionário *Lean Construction* – 11 princípios de Koskela

Princípios da Construção Enxuta

A avaliação pelo método da escala Likert será feita de acordo com a seguinte classificação:

- 1 - O princípio não está presente.
- 2 - O princípio está presente, mas existem grandes inconsistências em sua implementação.
- 3 - O princípio está presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação.
- 4 - O princípio está totalmente presente e efetivamente implementado.

1 – Existe a preocupação em reduzir atividades que não agregam valor?

(Atividades que agregam valor são todas aquelas que transformam materiais, informações e mão de obra em produtos ou ações solicitadas pelo cliente).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

2 – A obra possui arranjo de armazenamento que visa diminuir a distância entre locais de descarga e uso de materiais?

(Esta configuração otimiza os processos, melhorando o fluxo da obra e evitando desperdícios).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

3 – A obra conta com equipamentos que auxiliam nos transportes verticais e horizontais?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

4 – Existem meios de comunicação para os clientes realizarem suas considerações a respeito das atividades realizadas?

(O cliente pode expressar sua opinião a respeito dos processos realizados).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

5 – As considerações realizadas pelos clientes costumam ser atendidas?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

6 – São realizados treinamentos para os funcionários?

(Treinamentos mostram aos funcionários a importância do aprendizado de novas atividades).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

7 – As atividades são realizadas de modo padronizado?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

8 – Existe o controle dos tempos de ciclos das atividades?

(Com isso é possível identificar se alguma atividade leva mais tempo que o previsto/necessário).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

9 – Existem formas de controle para identificar a produtividade dos operários?

(Isso evita a ociosidade e otimiza o tempo entre tarefas).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

10 – Na obra utilizam-se de produtos e/ou serviços que otimizam os processos?

(Como produtos pré-fabricados ou serviços como dobra e corte de aço, por exemplo).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

11 – Existem informações visíveis e claras a todos os trabalhadores do canteiro sobre quais atividades serão realizadas na semana?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

12 – Existe sistema que possibilita a flexibilização de plantas?

(O AutoCAD® é um bom exemplo).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

13 – A equipe é capacitada para a realização de diversas funções?

(Essa característica dispensa o uso de equipes especializadas para cada nova atividade desempenhada, reduzindo custos e otimizando a produção).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

14 – O responsável pelo projeto realiza visitas periódicas a obra a fim de verificar se o mesmo está sendo executado como projetado?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

15 – A obra apresenta controle por desempenho?

(Ferramentas de gestão responsáveis por apresentar o nível de desempenho e sucesso dos processos, mostrando como e quão bem se encontra a obra, permitindo que seus objetivos sejam alcançados).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

16 – Existem práticas de organização e limpeza do espaço?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

17 – Existe planejamento de curto, médio e longo prazo para a obra?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

18 – Existem acordos com os fornecedores afim de se obter maior controle no recebimento de materiais?

(Tais acordos garantem a qualidade do material e maior flexibilidade na entrega).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

19 – Existem programas internos que incentivam melhorias contínuas dos trabalhos na obra?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

20 – A equipe é envolvida nos processos de melhorias e resolução de problemas?

(Em reuniões, por exemplo).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

21 – Os processos são racionalizados de maneira a reduzir as perdas de materiais?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

22 – Buscam-se por inovações tecnológicas visando à melhoria do produto final?

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente

23 – A empresa faz uso de *benchmark*?

(O processo de *benchmarking* consiste em avaliar bons métodos aplicados no mercado e identificar outras organizações como referências, permitindo a constante atualização e aprimoramento do processo produtivo).

Não está presente – 1 – 2 – 3 – 4 – Totalmente presente