

## APLICAÇÃO DE FERRAMENTA DE ANÁLISE *LEAN CONSTRUCTION* NA CONSTRUÇÃO ENXUTA

### *APPLICATION OF LEAN CONSTRUCTION ANALYSIS TOOL IN LEAN CONSTRUCTION*

### *APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE ANÁLISIS DE LEAN CONSTRUCTION EN LEAN CONSTRUCTION*

Paulo Henrique de Oliveira Dantas<sup>1</sup>, Gerson de Marco<sup>2</sup>, Fabiana Florian<sup>3</sup>

<https://doi.org/10.47820/recima21.v5i1.6066>

PUBLICADO: 12/2024

#### RESUMO

A globalização gerou alta competitividade em diversos setores, e com o ramo da Construção Civil não foi diferente. Por esse motivo, o setor passou por diversas mudanças significativas ao longo das décadas, causadas especialmente pelo alto nível de exigência de seus clientes. Além disso, nota-se que para as empresas se manterem no mercado, é necessário que elas possuam um sistema eficiente que auxilie em sua gerência. E, para que isso aconteça, as construtoras necessitam usar como estratégia a redução de custo e eficiência em sua produção, evitando ao máximo perdas e garantindo excelência na qualidade de seus produtos entregues. No Brasil, diversos estudos apontam que a má gestão gera diversos problemas para a empresa que resultam em baixos níveis de qualidade e eficiência na construção civil, além de desorganização nos canteiros, desperdícios e atrasos rotineiros. Deste modo, a implantação da filosofia *Lean Construction* nas construtoras se torna um grande aliado para otimizar processos, realizando a obra dentro do prazo e garantindo qualidade em seus produtos, eliminando desperdícios e utilizando a matéria-prima de maneira consciente. Este trabalho teve como objetivo avaliar a maturidade da *Lean Construction* em empresas situadas na cidade de São Carlos, onde foi aplicada a ferramenta proposta por Carvalho (2008), que consiste em um questionário dividido em seis etapas, onde cada etapa é destinada a um setor e grupo de especialistas de engenharia dentro da empresa de construção civil. Após a aplicação do questionário, verificou-se que a filosofia *Lean Construction* está inserida nas construtoras, porém requer um maior nível de maturidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Construção Civil. *Lean Construction*. Gestão. Qualidade. Construção Enxuta. Produção. Clientes.

#### ABSTRACT

*Globalization has generated high competitiveness in several sectors, and the Civil Construction sector was no different. For this reason, the sector has undergone several significant changes over the decades, caused especially by the high level of demand from its customers. In addition, it is noted that for companies to remain in the market, it is necessary that they have an efficient system that helps in their management. And, for this to happen, construction companies need to use as a strategy the reduction of cost and efficiency in their production, avoiding losses as much as possible and ensuring excellence in the quality of their delivered products. In Brazil, several studies point out that poor management generates several problems for the company that result in low levels of quality and efficiency in civil construction, in addition to disorganization at the construction site, waste and routine delays. In this way, the implementation of the Lean Construction philosophy in construction companies becomes a great ally to optimize processes, carrying out the work on time and ensuring quality in their products, eliminating waste and using raw materials consciously. This work aimed to evaluate the maturity of Lean Construction in companies located in the city of São Carlos, where the tool proposed by Carvalho (2008) was applied, which consists of a questionnaire divided into six stages, where each stage is intended for a sector and group of engineering specialists within the civil construction company. After applying the questionnaire, it was found that the Lean Construction philosophy is inserted in construction companies but requires a higher level of maturity.*

**KEYWORDS:** *Civil Construction. Lean Construction. Management. Quality. Lean Construction. Production. Customers.*

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

<sup>2</sup> Orientador. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara- UNIARA. Araraquara-SP.

<sup>3</sup> Coorientadora. Docente Curso de Engenharia Civil da Universidade de Araraquara - UNIARA. Araraquara -SP.

## RESUMEN

*La globalización ha generado una alta competitividad en varios sectores, y el sector de la Construcción Civil no fue diferente. Por este motivo, el sector ha experimentado varios cambios significativos a lo largo de las décadas, provocados especialmente por el alto nivel de demanda de sus clientes. Además, se señala que para que las empresas permanezcan en el mercado, es necesario que cuenten con un sistema eficiente que ayude en su gestión. Y, para que esto suceda, las empresas constructoras necesitan utilizar como estrategia la reducción de costos y la eficiencia en su producción, evitando pérdidas en la medida de lo posible y asegurando la excelencia en la calidad de sus productos entregados. En Brasil, varios estudios señalan que una mala gestión genera varios problemas para la empresa que resultan en bajos niveles de calidad y eficiencia en la construcción civil, además de desorganización en el sitio de construcción, desperdicios y retrasos rutinarios. De esta manera, la implementación de la filosofía Lean Construction en las empresas constructoras se convierte en un gran aliado para optimizar los procesos, realizando los trabajos a tiempo y asegurando la calidad en sus productos, eliminando desperdicios y utilizando las materias primas de manera consciente. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la madurez del Lean Construction en empresas ubicadas en la ciudad de São Carlos, donde se aplicó la herramienta propuesta por Carvalho (2008), la cual consiste en un cuestionario dividido en seis etapas, donde cada etapa está destinada a un sector y grupo de especialistas en ingeniería dentro de la empresa de construcción civil. Tras la aplicación del cuestionario, se encontró que la filosofía Lean Construction está inserta en las empresas constructoras, pero requiere un mayor nivel de madurez.*

**PALABRAS CLAVE:** *Construcción Civil. Lean Construction. Gestión. Calidad. Lean Construction. Producción. Clientes.*

## 1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das atividades econômicas mais antigas executadas pelo homem e está diretamente associada com o desenvolvimento de um país, uma vez que gera benefícios econômicos e sociais, além de trazer inovações e progressos com suas construções em regiões urbanas e rurais (Borges, 2015).

No Brasil, a evolução dessa indústria ocorreu na década de 90 com investimentos do setor público e privado. Consequentemente, surgiu a necessidade da utilização de um sistema para a gestão de produção. Nessa situação, as empresas buscaram se modernizar com métodos de melhorias voltados a identificação e eliminação de desperdícios, implementando novas ferramentas gerenciais como um diferencial competitivo.

Ademais, segundo Isatto *et al.*, (2000), diversos diagnósticos realizados no Brasil e no exterior indicam que a maioria dos problemas que resultam em baixos patamares de eficiência e qualidade na construção civil, originam-se em problemas gerenciais.

Porém, percebe-se também que esse cenário vem se alterando por meio da modificação do perfil dos clientes. Estes passaram a exigir produtos com menores prazos de entrega, com mais qualidade e um preço mais competitivo (Borges, 2015).

Para atingir tal eficiência, busca-se soluções em processos fundamentados em uma otimização de métodos focados na redução de custos, eliminando desperdícios com matéria prima e utilizando-as com eficiência, respeitando e cumprindo o prazo de entrega com o propósito de oferecer ao seu cliente um produto com qualidade. É nesse cenário de busca por mudanças e necessidade de melhorias na gestão de suas obras, influenciado pela metodologia da produção enxuta, que surge a filosofia *Lean Construction* por meio dos trabalhos de Koskela (1992), o qual realizou adaptações das metodologias já desenvolvidas no Sistema Toyota de Produção (Borges, 2015).

A fim de criar um diferencial competitivo, as empresas buscaram se modernizar com métodos voltados à identificação e eliminação de desperdícios, investindo em um sistema para a gestão de produção. Nesse contexto, o *Lean Construction* é uma possível solução.

O *Lean* consiste em uma área de conhecimento cujo principal objetivo é eliminar desperdícios continuamente e resolver problemas de maneira sistemática. Para tanto, é preciso repensar as metodologias de liderança e geralmente, além da relação com os recursos físicos e humanos.

Os princípios da filosofia Lean são : produção puxada, minimizar desperdício tempo e esforço, eliminar retrabalho, aumentar a segurança, aumento de produtividade , redução de estoques, produção *just in time*, industrialização.

Logo, o *Lean Construction*, também chamado de “Construção Enxuta”, é um processo fundamentado em uma otimização de métodos focados na redução de custos, eliminando desperdícios com matéria prima e utilizando-as com eficiência.

Além disso, visa-se oferecer ao seu cliente um produto com qualidade no menor tempo possível. Segundo Oliveira *et al.* (2016), “A metodologia *Lean Construction* está fundamentada nas premissas do Sistema Toyota de Produção, em que as principais características, transpostas da metodologia da indústria de manufatura japonesa para o setor da construção civil são adaptadas para o cenário do canteiro de obras”. Tal processo foi adaptado para o setor de construção civil por diversos trabalhos. Dentre eles, destaca-se Koskela (1992).

No âmbito da *Lean Construction*, Koskela (1992) cita onze princípios que buscam a melhoria dos processos:

1. Reduzir a parcela de atividade que não agrega valor - (por exemplo, excesso de funcionários apenas em um setor ao invés de priorizar uma divisão eficaz que englobe todas as áreas de uma construção);
2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente (entendendo que o cliente paga um valor “x” de acordo com as suas necessidades e sua satisfação);
3. Reduzir a variabilidade (variações e/ou mudanças);
4. Reduzir o tempo de ciclos;
5. Simplificar os processos através da redução do número de passos ou partes;
6. Aumentar a flexibilidade de saída;
7. Aumentar a transparência do processo;
8. Focar o controle no processo global (utilizando o método “partes” somadas para um “todo” produtivo);
9. Estabelecer melhorias contínuas no processo;
10. Introduzir melhoria dos fluxos com a melhoria de conversões;
11. Fazer *benchmarking* (processo utilizado no EUA que utiliza a comparação de produtos, serviços, práticas empresariais e é um importante instrumento de gestão de pessoas).



Figura 1. Princípios do Lean

Segundo Isatto *et al.*, (2000), diversos diagnósticos realizados no Brasil e no exterior indicam que a maioria dos problemas que resultam em baixos patamares de eficiência e qualidade na construção civil, originam-se em problemas gerenciais.

O Objetivo deste trabalho é estudar a aplicação de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras locais, na região de Araraquara-SP, em relação ao uso dos princípios da construção enxuta.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A produção enxuta

A Produção Enxuta nasceu no Japão, após o fim da Segunda Guerra Mundial, propondo um método focado em melhorias, visando na eliminação e redução de desperdícios no processo produtivo. E, para compreender essa filosofia, é necessário entender seu surgimento através do Sistema Toyota de Produção (STP) até sua adaptação no ramo da Construção Civil. Por isso, neste capítulo é abordado temas relevantes ao estudo de caso, apresentando trabalhos de Koskela (1992) e de outros autores, e são descritos métodos de planejamento, como o Lean Construction.

## 2.2. Sistema Toyota de produção

O sistema Sistema Toyota de Produção surgiu na empresa automobilística Toyota, no final da década de 40 através de Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e Kiichiro Toyoda. Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão passava por uma série de crises econômicas, e a indústria japonesa enfrentava grandes dificuldades com sua improdutividade, ao compará-la com a indústria americana, percebe-se que há uma grande diferença quantitativa, pois, um produto fabricado em um dia e meio de trabalho equivale a toda produção anual japonesa (Sayer; Walker, 1992). Além disso, a produção japonesa possuía uma deficiência em sua produção e era menor que a dos americanos, chegando ao ponto de serem de nove a dez vezes menos produtivos (Ohno, 1997). Logo, a Toyota precisava alcançar a eficiência e a redução de custos não pelas economias de larga escala, mas por outros elementos da produção manufatureira (Pádua, 2014).

Segundo Ohno, o presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda, em 1945, estabeleceu uma meta de alcançar a produção dos Estados Unidos em três anos, e isso contribuiu como um fator para a busca de novos métodos de produção. E, por conta disso houve a necessidade de se compreender os métodos utilizados pelos, entretanto, suas técnicas não foram copiadas, mas sim adaptadas para à realidade japonesa (Ohno, 1997). Portanto, a estratégia para o crescimento da produtividade da mão de obra está na total eliminação de desperdícios, sendo assim, o Sistema Toyota de Produção foi criado partindo desse princípio e os dois pilares que asseguram esse sistema de produção são: *Just in Time* e a Automação. TCC 16 A metodologia *Just in Time* (JIT) busca o atendimento das necessidades dos clientes, garantindo qualidade e trabalhando com o mínimo possível de estoque (Guimarães; Falsarella, 2008).

O sistema de produção opera de maneira inversa, ou seja, a produção é iniciada a partir de uma demanda atual. Portanto, esse sistema se torna efetivo, pois evita a superprodução e atende às demandas dos clientes no início do processo (Pádua, 2014). O princípio da Automação, outro pilar do Sistema Toyota de Produção, é a capacidade de parar um processo autonomamente assim que uma falha ocorra, evitando assim a produção de produtos defeituosos, que são também fontes de desperdício. Mesmo em uma linha de produção operada manualmente, os próprios operadores são capazes de parar a linha de produção para corrigir, ou para prevenir, uma possível falha no processo (Ohno, 1997).

## 2.3. Produção enxuta na construção civil

A Produção Enxuta refere-se a um sistema de manufatura focado na redução de custos na cadeia produtiva por meio da eliminação de desperdícios (Krafcik, 1988). Esse sistema se faz necessário na construção civil, pois o setor enfrenta alguns problemas como: baixa produtividade, falta de colaboração e interação entre os vários intervenientes no processo, falta de qualidade, falta de segurança e más condições do trabalho (Clemente, 2012). Sendo assim, Koskela (1992) passou a desenvolver um novo conceito de produção enxuta à construção civil já que um dos fatores que o impulsionou foi a falta de materiais e estudos acadêmicos relacionados a aplicação dessa filosofia. O *Lean Construction* (Construção Enxuta) surgiu a partir da Produção Enxuta, que introduziu um novo

paradigma de entendimento dos processos produtivos do setor de construção civil (Pádua, 2014). E, seu objetivo principal é tal como se verificou noutras indústrias, obter uma melhoria de produtividade e bons resultados económicos, resultando no aumento de valor para o cliente e ao mesmo tempo do lucro para a empresa (Howell, 1999).

#### **2.4. Lean Construction segundo Koskela (1992)**

O *Lean Construction* é uma nova filosofia de gestão de produção, originada do Sistema Toyota de Produção – STP e adaptada para a construção civil. Sendo assim, o sistema aumentou a competitividade entre as empresas já que seu maior objetivo é a identificação e eliminação de perdas. Nesse método de gestão, a palavra perdas não se refere apenas a produtos defeituosos gerados no Sistema de Produção em Massa, mas também se refere a perdas de recursos, mão de obra, “perda de tempo” e equipamentos em atividades que não agregam valor (Souza; Cabette, 2014). Logo, essa ferramenta de gestão gera benefícios para a construção civil, tais como: 1º Redução do custo da construção; 2º Aumento da segurança na construção; 3º Melhoria na qualidade da construção; 4º Redução da duração do projeto; 5º Redução dos impactos ambientais do projeto; 6º Aprimora o desenvolvimento sustentável do projeto; 7º Aumento da produtividade e satisfação do cliente. Os benefícios listados acima atribuídos pelo *Lean Construction* são obtidos por meio de técnicas, métodos e ferramentas Lean implementadas em projetos de construção civil (Ansah; Sorooshian, 2017), (Shang; Pheng, 2013) (Ballard *et al*, 2007).

#### **2.5. Definições**

- JIT (*Just-in-time*) - É uma técnica para reduzir o fluxo de tempo de produção, bem como reduzir o tempo de resposta dos fornecedores aos usuários finais.
- *Last Planner System* (LPS) - O LPS é uma técnica de planejamento colaborativo que permite fazer um planejamento mútuo aumentando a confiabilidade do comprometimento das obras.
- 5S - É uma técnica simples de preparar o ambiente de trabalho, ordenar, limpar, descartar, criando um senso de disciplina e saúde
- 4. Kanban - Consiste na utilização de cartões que registram a liberação de um serviço ou retirada de materiais que serão utilizados.
- 5. Kaisen - Usado para melhorar a qualidade e a eficiência, reduzindo o desperdício de qualquer fluxo de trabalho.
- 6. Gerenciamento visual - Ajuda a tornar o processo de construção transparente, simples e seguro para todas as partes interessadas no local.
- 7. Poka Yoke - Dispositivos à prova de falhas que inspecionam automaticamente em busca de erros ou condições de operação incompatíveis.
- 8. Operações Padronizadas - A padronização pode reduzir improvisações, regular as relações de interdependência entre os serviços e otimizar as atividades realizadas.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O método *Lean* é aplicável em todos os setores de bens e serviços. De acordo com Koskela (1992), este método também é aplicável em todos os processos de produção físicos e gerenciais. Dentre os trabalhos da literatura, perante o objetivo do presente trabalho, vale destacar a pesquisa de Carvalho (2008), a qual desenvolveu e apresentou uma proposta de ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta. Especificamente, com base nos 11 princípios da Construção Enxuta, Carvalho (2008) propõe um questionário que avalia cinco pontos de vista: i) diretoria; ii) engenharia; iii) operários; iv) fornecedores; v) projetistas.

Neste capítulo serão apresentados o método utilizado na pesquisa, a fim de cumprir os objetivos do trabalho, isto é avaliar a maturidade *Lean Construction* em empresas situadas na cidade de São Carlos, onde será aplicada a ferramenta proposta por Carvalho (2008), que consiste em um questionário dividido em seis etapas, onde cada etapa é destinado a um setor e grupo de especialistas de engenharia dentro da empresa de construção civil. Esta pesquisa foi executada através de uma análise exploratória qualitativa, utilizando a estratégia de estudos de caso como um mecanismo para compreender a empregabilidade do *Lean Constuction* nas construtoras. Segundo Yin (1989, p. 23), pode-se definir estudo de caso como “uma inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real”. Além disso, Freitas e Jabboud (Patton, 2002, *apud* Freitas; Jabboud 1967 7) “afirmam que o propósito de um estudo de caso é reunir informações detalhadas e sistemáticas sobre um fenômeno”. Dessa maneira, a estratégia utilizada para a coleta de dados no estudo de caso foi a aplicação de um questionário estruturado com perguntas disponíveis no Anexo A que foram desenvolvidas através da fundamentação dos 11 princípios do Koskela (1992).

Além disso, o questionário tem como objetivo estabelecer uma avaliação setorial das diferentes áreas além de avaliar a empresa como um todo afim de obter bons resultados na percepção do cliente. O ponto de vista do cliente final é muito importante, pois servirá como base para analisar a empresa e comparar com os resultados obtidos em outras áreas avaliadas, com o intuito de incluir ações que visam a melhoria da empresa e que possam ser implementadas de acordo com as informações obtidas pelo cliente final.

O questionário foi desenvolvido de forma que o entrevistado classifique a construtora de acordo com as características que ele enxerga na organização. Estas perguntas vinculam o princípio com as funções exercidas por cada entrevistado no contexto da empresa.

E para cada uma dessas perguntas foi dada uma nota entre 0 a 3, sendo que 0 significa que o princípio *Lean Construction* avaliado pela pergunta não está presente na empresa e a nota 3 significa que o princípio está totalmente presente na empresa. Além disso, foi elaborada a utilização de uma classificação com 4 níveis diferentes, para evitar que o entrevistado indique inconscientemente a classificação com o nível intermediário. Portanto, com base nessas notas, é aplicada uma média aritmética considerando a opinião de todos os setores, e com base dessa média é realizada a classificação da empresa de acordo com o nível de Construção Enxuta. Por meio dessa classificação, as empresas poderão verificar quais são os principais pontos a serem melhorados e quais são aqueles que ela possui um desempenho satisfatório. E, com isso, a construtora poderá gerar um plano de ação baseado na análise destes resultados. Em suma, o questionário de Carvalho (2008) é dotado de

perguntas elaboradas de forma que o respondente avalie a presença dos princípios *Lean* na indústria AEC. A avaliação é feita em cinco níveis, com as notas de cada pergunta variando de forma objetiva entre 0 e 5, os quais visam refletir a maturidade e implementação do princípio *Lean* na empresa. Ademais, vale ressaltar que observações descritivas também poderiam ser feitas. Com base nas respostas, foi estabelecido o nível de maturidade para cada princípio *Lean*, com base na média aritmética das respostas. A classificação da empresa foi realizada com base nos quesitos listados pela Figura 2

Figura 2: Critérios para a classificação da maturidade e implementação do princípio *Lean* na empresa

NÍVEL	SUBNÍVEL	PERCENTUAL	CARACTERÍSTICA
A	AAA	95% to 100%	Busca pela perfeição na construção enxuta
	AA	90% to 94%	
	A	85% to 89%	
B	BBB	80% to 84%	Consciência e aprendizado enxuto
	BB	75% to 79%	
	B	70% to 74%	
C	CCC	65% to 69%	Foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta.
	CC	60% to 64%	
	C	55% to 59%	
D	DDD	50% to 54%	Baixo foco em melhorias. Conhecimento nulo sobre construção enxuta
	DD	45% to 49%	
	D	0 to 44%	

Fonte: Carvalho (2008).

Nesse trabalho, duas empresas locais foram entrevistadas. Porém, conforme acordado antes de aplicar os questionários, elas não serão identificadas.

#### 4. RESULTADOS

Nesse trabalho, os resultados dos questionários estão apresentados separadamente por empresa.

##### 4.1. A empresa A

Figura 3: Resultados do questionário aplicado para a Engenharia da Empresa A



<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>ENGENHARIA</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	5,00
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	4,00
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	4,75
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	4,00
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	5,00
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	2,50
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	5,00
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	5,00
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	5,00
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	5,00
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	5,00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4,57</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>91,36%</b>

Fonte elaborada pelo autor

Figura 4. Resultados do questionário aplicado para o operário da Empresa A

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>OPERÁRIO</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	4,00
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	3,50
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	4,33
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	4,00
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	3,50
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	5,00
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	4,75
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	4,50
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	3,67
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	4,00
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	4,00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4,11</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>82,27%</b>

Fonte elaborada pelo autor.

Figura 5. Resultados do questionário aplicado para o fornecedor da Empresa A

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>FORNECEDOR</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	5,00
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	4,33
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	4,67
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	4,33
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	4,00
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	4,00
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	5,00
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	5,00
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	5,00
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	4,00
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	5,00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4,58</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>91,52%</b>

Fonte elaborada pelo autor.

Figura 6. Resultados do questionário aplicado para o projetista da Empresa A

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>PROJETISTA</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	2,83
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	3,14
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	2,33
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	3,00
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	4,00
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	4,00
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	3,33
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	4,00
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	4,50
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	4,50
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	4,00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>3,60</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>72,08%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

Figura 7. Resultados do questionário aplicado para o cliente da Empresa A

Princípios (KOSKELA, 1992)	CLIENTE
1. Redução de atividades que não agregam valor	3,60
2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente	4,75
3. Reduzir a variabilidade	4,67
4. Reduzir o tempo de ciclo	5,00
5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes	5,00
6. Melhorar a flexibilidade do produto	4,67
7. Melhorar a transparência do processo	5,00
8. Focar o controle do processo global	5,00
9. Introduzir a melhoria contínua do processo	4,75
10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	0,00
11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)	5,00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4,31</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>86,24%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

Por fim, a Figura 8 expõe a classificação do nível enxuto da Empresa A.

Figura 8. Classificação da Empresa A segundo os princípios do *Lean Construction*

Princípios (KOSKELA, 1992)	Nota média por setor						
	Diretoria	Engenharia	Operário	Cliente	Fornecedor	Projetista	Média
Redução de atividades que não agregam valor	4,25	5,00	4,00	3,60	5,00	2,83	4,11
Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente	2,67	4,00	3,50	4,75	4,33	3,14	3,73
Reduzir a variabilidade	4,75	4,75	4,33	4,67	4,67	2,33	4,25
Reduzir o tempo de ciclo	2,67	4,00	4,00	5,00	4,33	3,00	3,83
Simplificar e minimizar o número de passos e partes	3,00	5,00	3,50	5,00	4,00	4,00	4,08
Melhorar a flexibilidade do produto	3,00	2,50	5,00	4,67	4,00	4,00	3,86
Melhorar a transparência do processo	3,75	5,00	4,75	5,00	5,00	3,33	4,47
Focar o controle do processo global	4,00	5,00	4,50	5,00	5,00	4,00	4,58
Introduzir a melhoria contínua do processo	3,67	5,00	3,67	4,75	5,00	4,50	4,43
Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	3,50	5,00	4,00	0,00	4,00	4,50	3,50
Benchmark (estabelecer referências de ponta)	1,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00
<b>MÉDIA TOTAL</b>							<b>4,08</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>							<b>82%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

#### 4.2. Empresa B

As Figuras 9 a 15 ilustram os resultados do questionário da diretoria, da engenharia, do operário, do fornecedor, do projetista e do cliente, respectivamente.

Figura 9. Resultados do questionário aplicado para a Diretoria da Empresa B

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>DIRETÓRIA</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	5.00
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	4.67
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	4.50
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	5.00
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	4.00
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	4.00
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	5.00
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	4.67
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	4.67
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	4.50
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	4.00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4.55</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>90.91%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

Figura 10. Resultados do questionário aplicado para a Engenharia da Empresa B

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>ENGENHARIA</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	4.33
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	4.50
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	4.75
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	5.00
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	5.00
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	4.00
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	4.00
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	5.00
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	5.00
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	4.00
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	4.00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4.51</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>90.15%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.



Figura 11. Resultados do questionário aplicado para o operário da Empresa B

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>OPERÁRIO</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	5.00
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	3.50
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	4.67
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	4.50
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	5.00
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	4.00
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	3.75
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	3.00
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	3.33
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	5.00
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	3.00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4.07</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>81.36%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

Figura 12. Resultados do questionário aplicado para o fornecedor da Empresa B

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>FORNECEDOR</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	5.00
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	4.33
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	4.67
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	5.00
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	3.60
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	4.00
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	4.50
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	5.00
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	4.75
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	4.00
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	5.00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4.53</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>90.64%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

Figura 13. Resultados do questionário aplicado para o projetista da Empresa B

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>PROJETISTA</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	4.83
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	4.43
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	5.00
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	5.00
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	5.00
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	3.33
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	4.67
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	3.50
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	4.25
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	3.50
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	4.00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>4.32</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>86.39%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

Figura 14. Resultados do questionário aplicado para o cliente da Empresa B

<b>Princípios (KOSKELA, 1992)</b>	<b>CLIENTE</b>
<i>1. Redução de atividades que não agregam valor</i>	3.80
<i>2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	4.00
<i>3. Reduzir a variabilidade</i>	3.00
<i>4. Reduzir o tempo de ciclo</i>	5.00
<i>5. Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	3.67
<i>6. Melhorar a flexibilidade do produto</i>	5.00
<i>7. Melhorar a transparência do processo</i>	4.43
<i>8. Focar o controle do processo global</i>	5.00
<i>9. Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	4.25
<i>10. Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	0.00
<i>11. Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	3.00
<b>MÉDIA TOTAL</b>	<b>3.74</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>	<b>74.81%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

Por fim, a Figura 15 expõe a classificação do nível enxuto da Empresa B

Figura 15. Classificação da Empresa B segundo os princípios do *Lean Construction*

Princípios (KOSKELA, 1992)	Nota média por setor						
	Diretoria	Engenharia	Operário	Cliente	Fornecedor	Projetista	Média
<i>Redução de atividades que não agregam valor</i>	5.00	4.33	5.00	3.80	5.00	4.83	4.66
<i>Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente requeridas pelo cliente</i>	4.67	4.50	3.50	4.00	4.33	4.43	4.24
<i>Reduzir a variabilidade</i>	4.50	4.75	4.67	3.00	4.67	5.00	4.43
<i>Reduzir o tempo de ciclo</i>	5.00	5.00	4.50	5.00	5.00	5.00	4.92
<i>Simplificar e minimizar o número de passos e partes</i>	4.00	5.00	5.00	3.67	3.60	5.00	4.38
<i>Melhorar a flexibilidade do produto</i>	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.33	4.06
<i>Melhorar a transparência do processo</i>	5.00	4.00	3.75	4.43	4.50	4.67	4.39
<i>Focar o controle do processo global</i>	4.67	5.00	3.00	5.00	5.00	3.50	4.36
<i>Introduzir a melhoria contínua do processo</i>	4.67	5.00	3.33	4.25	4.75	4.25	4.38
<i>Balancear o fluxo com a melhoria das conversões</i>	4.50	4.00	5.00	0.00	4.00	3.50	3.50
<i>Benchmark (estabelecer referências de ponta)</i>	4.00	4.00	3.00	3.00	5.00	4.00	3.83
<b>MÉDIA TOTAL</b>							<b>4.29</b>
<b>PERCENTUAL ENXUTO</b>							<b>86%</b>

Fonte : Elaborada pelo autor.

## 5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Assim como a estrutura dos resultados, as discussões e conclusões estão apresentadas separadamente para a Empresa A e para a Empresa B.

### 5.1. Empresa A

Segundo as faixas apresentadas na Metodologia, a Empresa A é classificada como BBB, uma vez que ela tem um percentual entre 80% e 84%. Isso significa que a empresa tem consciência e aprendizado enxuto. Porém, ainda há margem para evoluir.

A empresa foi classificada no nível "B", subnível "BBB" o que caracteriza o primeiro nível de consciência e aprendizado enxuto. Esta classificação pode ser justificada pelo fato de a construtora buscar a redução de desperdícios uma vez que o nicho que está inserida exige a melhoria contínua de seus produtos.

Com base nos questionários, verificou-se que:

Em concordância com a Engenharia, os operários estão focados em 2 princípios fundamentais: melhorar a transparência do processo (95 %) e focar no controle do processo global (90%).

Projetistas e Fornecedores estão alinhados com a filosofia da construção enxuta no que diz respeito a aplicação do princípio 9: introduzir a melhoria do processo, com desempenho de 90% e 100%, respectivamente;

O desempenho de 53,33% do princípio de melhorar o valor do produto por meio das considerações do cliente, do ponto de vista da Diretoria, e o desempenho de 50% do princípio de melhorar a flexibilidade do produto, do ponto de vista da Engenharia, evidenciam que a empresa, neste momento, não possui como foco a satisfação do cliente com base nesses princípios. Todavia, isso pode ser justificado pelo nicho de atuação da empresa;

A percepção do cliente final em relação aos princípios *lean* aplicados pela empresa obteve um desempenho geral de 93,52%.

## 5.2. Empresa B

Segundo as faixas apresentadas na Metodologia, a Empresa B é classificada como S, uma vez que ela tem um percentual entre 85% e 89%. Isso significa que a empresa pela perfeição na construção enxuta.

A empresa foi classificada no nível "A", subnível "A", o que significa que a filosofia *Lean Construction* está implantada na empresa, porém a mesma deve ser mantida e otimizada ao longo do tempo.

Com base nos questionários, verificou-se que:

No ponto de vista do Cliente, a empresa deve reduzir a variabilidade de seus produtos;

Todos os setores concordam que a empresa deve reduzir o tempo de ciclo de seus produtos; De acordo com os operários, a empresa deve introduzir a melhoria contínua de seus processos. De forma geral, após a aplicação do questionário de Carvalho, conclui-se que o *Lean Construction* está implantado em ambas as empresas, porém, na Empresa A, ela possui um conhecimento sobre a filosofia, mas ainda precisa evoluir. E a empresa B, o a filosofia também está aplicada, porém a mesma deve ser mantida e otimizada ao longo do tempo. Para trabalhos futuros, recomenda-se que o questionário seja aplicado em mais empresas de regiões diferentes e com construtoras de porte pequeno ou médio.

## REFERÊNCIAS

BORGES, T. M. D. **Princípios da construção enxuta no processo de planejamento de uma construtora de grande porte de Natal (RN)**. 2015. 146f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/19689>

CARVALHO, B S. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. 2008. 141f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/40485367>

CLEMENTE, J. **Sinergias BIM - Lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização: um caso de estudo**. 2012. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2012. Disponível em: [https://run.unl.pt/bitstream/10362/7980/1/Clemente\\_2012.pdf](https://run.unl.pt/bitstream/10362/7980/1/Clemente_2012.pdf)

FORMOSO, T. C. **Planejamento e controle da produção em empresas de construção**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/13718>

GUIMARÃES, L. F. A.; FALSARELLA, O. M. Uma análise da metodologia Just-In-Time e do sistema Kanban de produção sob o enfoque da ciência da informação. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 13, n. 2, p. 130-147, ago. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-99362008000200010>.

ISATTO, E. L. *et al.* **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção Civil**. Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. 177 p.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to construction**: Technical Report, Filand: CIFE, 1992. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/329011337>



KRAFCIK, J. F. Triumph of the Lean Production System. Sloan Management Review. **Fall**, v. 30, n. 1, 1988. Disponível em:  
[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6889199/mod\\_resource/content/4/krafcik\\_TEXTO\\_INTEGRAL.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6889199/mod_resource/content/4/krafcik_TEXTO_INTEGRAL.pdf)

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre, Bookman, 1997. Disponível em:  
[https://www.google.com.br/search?hl=ptBR&tbo=p&tbm=bks&q=inauthor:%22Taiichi+Ohno%22&source=gbs\\_metadata\\_r&cad=1](https://www.google.com.br/search?hl=ptBR&tbo=p&tbm=bks&q=inauthor:%22Taiichi+Ohno%22&source=gbs_metadata_r&cad=1)