

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**PHILLIPE POUBEL XAVIER AMARAL**

**DIAGNÓSTICO DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN CONSTRUCTION*  
EM OBRAS DE EMPRESAS CONSTRUTORAS DA REGIÃO METROPOLITANA  
DE CURITIBA**

**CURITIBA**

**2021**

**PHILLIPE POUBEL XAVIER AMARAL**

**DIAGNÓSTICO DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE *LEAN CONSTRUCTION*  
EM OBRAS DE EMPRESAS CONSTRUTORAS DA REGIÃO METROPOLITANA  
DE CURITIBA**

**Diagnostic of the application of the principles of Lean Construction in  
construction company buildings in the Metropolitan Region of Curitiba**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Cezar Augusto Romano

**CURITIBA**

**2021**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais.

Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**PHILLIPE POUBEL XAVIER AMARAL**

**DIAGNÓSTICO DA APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE LEAN CONSTRUCTION  
EM OBRAS DE EMPRESAS CONSTRUTORAS DA REGIÃO METROPOLITANA  
DE CURITIBA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentada como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 10/dezembro/2021

---

Orientador - Cezar Augusto Romano  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Avaliador - Alfredo Iarozinski Neto  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Avaliador - Carlos Alberto Da Costa  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Avaliador - Vanessa Do Rocio Nahhas Scandelari  
Doutorado  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**CURITIBA**

**2021**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me conceder força para seguir em frente sempre que me deparei com obstáculos em minha trajetória.

À minha família por terem me dado suporte em todos os momentos de minha vida, sendo eles essenciais para que eu percorresse mais esta etapa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Cezar Augusto Romano, por sua compreensão e apoio na elaboração deste trabalho.

A todos os docentes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná por participarem da minha formação superior, contribuindo com seus conhecimentos.

Aos amigos, que tornaram esses cinco anos de graduação uma experiência muito mais alegre e agradável.

## RESUMO

O setor da construção civil obteve grandes avanços nas últimas décadas através de períodos de grandes investimentos, leis de incentivo e programas de certificação da qualidade, no entanto, percebe-se historicamente um alto nível de desperdícios e lentidão na adoção da filosofia do *Lean Construction* ao dia a dia das empresas construtoras de maneira a tornar o setor mais competitivo. Visando contribuir com a discussão em torno da construção enxuta, este trabalho tem por objetivo geral avaliar a aplicação dos conceitos de *Lean Construction* por construtoras de diferentes portes atuantes na Região Metropolitana de Curitiba. A proposta metodológica para o desenvolvimento da pesquisa inclui a adaptação de um questionário de maneira a permitir que o pesquisado faça a avaliação da obra e a caracterize por seu porte. Os resultados demonstram que, na média, as microempresas apresentam consciência da qualidade, porém pouco aplicam os princípios *lean*, já as pequenas e médias foram categorizadas em um nível de uso moderado dos princípios enxutos em suas empresas.

**Palavras-chave:** *Lean Construction*. *Lean Thinking*. Construção Civil.

## **ABSTRACT**

The civil construction sector has made major advances in recent decades through periods of large investments, incentive laws and quality certification programs, however, historically, there is a high level of waste and slowness in the adoption of the Lean Construction philosophy to the day-to-day activities of construction companies in order to make the sector more competitive. Seeking to contribute to the discussion around Lean Construction, this work aims to evaluate the application of Lean Construction concepts by construction companies of different sizes operating in the Metropolitan Region of Curitiba. The methodological proposal for the development of the research includes the adaptation of a questionnaire in order to allow the respondent to evaluate the building and characterize it by its size. The results show that, on average, micro-enterprises are aware of quality, but little apply lean principles, while small and medium-sized ones were categorized in a moderate level of use of lean principles in their companies.

**Keywords:** Lean Construction. Lean Thinking. Civil Construction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Geração de valor segundo a necessidade do cliente.....	16
Figura 2 – Representação do modelo de conversão.....	19
Figura 3 – Representação do modelo de processo da Construção Enxuta .....	20
Figura 4 – Representação do Programa 5S.....	28
Figura 5 – Classificação dos níveis de aplicação <i>lean</i> de acordo com pontuação ....	32
Figura 6 – Proporção da amostra de participantes da pesquisa .....	36
Figura 7 – Distribuição das pesquisas de acordo com o porte da empresa .....	37
Figura 8 – Comparação entre a percepção do respondente e o resultado final da pesquisa acerca do uso de LC .....	39
Figura 9 – Gráfico de radar para as microempresas .....	43
Figura 10 – Gráfico de radar para as pequenas empresas .....	45
Figura 11 – Gráfico de radar para as médias e grandes empresas .....	47
Figura 12 – Gráfico de radar com todos os portes sobrepostos.....	49
Figura 13 – Evolução de pontuação atingida para os diferentes portes.....	51

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação do porte da empresa segundo o SEBRAE .....	34
Quadro 2 – Frequência relativa de respostas de toda a amostra.....	38
Quadro 3 – Respostas frequentes e sua frequência relativa.....	40
Quadro 4 – Frequência relativa de respostas para microempresas .....	42
Quadro 5 – Frequência relativa de respostas para pequenas empresas .....	44
Quadro 6 – Frequência relativa de respostas para médias e grandes empresas .....	46
Quadro 7 – Respostas mais frequentes por porte empresarial .....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade de perguntas por categoria .....	31
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
<i>IGLC</i>	<i>International Group for Lean Construction</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LC	<i>Lean Construction</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
RMC	Região Metropolitana de Curitiba
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
STP	Sistema Toyota de Produção
TQC	<i>Total Quality Control</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1	Objetivos .....	13
1.2	Justificativa .....	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
2.1	Lean Production.....	15
2.2	Origem da filosofia <i>Lean Construction</i> .....	17
2.3	Modelos de processos .....	18
2.3.1	Modelo de conversão.....	18
2.3.2	Modelo de processo da construção enxuta .....	19
2.4	Perdas na construção civil.....	20
2.5	Princípios da construção enxuta.....	22
2.6	Ferramentas e técnicas do <i>Lean Construction</i> .....	27
2.6.1	Programa 5S.....	27
2.6.2	Os 5 Porquês .....	28
2.6.3	Last Planner.....	28
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
3.1	Classificação da pesquisa com base nos objetivos .....	30
3.2	Classificação da pesquisa de acordo com os métodos empregados.....	30
3.3	Modelo de classificação LCR.....	31
3.4	Modelo LCR adaptado .....	32
3.5	Público alvo da pesquisa .....	33
3.6	Método de classificação do porte das empresas.....	34
3.7	Levantamento de dados .....	34
3.8	Validação de dados .....	35
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DOS DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>36</b>
4.1	Análise da amostragem.....	36
4.1.1	Distribuição dos pesquisados segundo a função na empresa .....	36
4.1.2	Distribuição das pesquisas de acordo com o porte da empresa.....	37
4.2	Confiabilidade dos resultados.....	37
4.2.1	Redução da escala de Likert .....	37
4.2.2	Distribuição das respostas .....	38
4.2.3	Comparação da percepção dos respondentes em relação aos resultados obtidos.....	39
4.3	Análise de respostas frequentes.....	40
4.3.1	Uso de concreto usinado .....	40
4.3.2	Grau de mecanização.....	41
4.3.3	Sistema de cartões Kanban.....	41
4.4	Análise de resultados por porte .....	42
4.4.1	Microempresa .....	42

4.4.2 Pequena empresa.....	43
4.4.3 Média e grande empresa .....	45
<b>4.5 Análise de resultados gerais .....</b>	<b>47</b>
4.5.1 Pontos convergentes e divergentes para os diferentes portes .....	48
4.5.2 Evolução de pontuação conforme aumento do porte.....	51
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>53</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO MODELO LCR .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO LCR ADAPTADO PARA ESTA PESQUISA ....</b>	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Por meio de documento publicado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2021) sobre o desempenho do setor no primeiro trimestre de 2021, pode-se perceber sua relevância no mercado de trabalho, visto que lidera em número de abertura de vagas com carteira assinada no país, no entanto, de acordo com sondagem realizada com o empresariado para entender os principais problemas da construção civil, destacam-se a falta ou alto custo da matéria-prima e de trabalhadores qualificados com 57,1% e 11,1%, respectivamente.

Conforme já afirmava Mello e Amorim (2009), a construção civil no Brasil ocupa uma posição de destaque no desenvolvimento econômico do país. Nas últimas décadas, presenciamos períodos de grandes investimentos e criação de leis de incentivo ao setor, bem como disseminação de conceitos de gestão da qualidade por meio do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade – PBQP-H.

O desperdício de material é um problema recorrente na indústria da construção, afetando tanto a eficiência da cadeia produtiva quanto a magnitude do impacto ambiental gerado. Grande parte desse desperdício se dá por conta de fluxos de atividades como entrega de materiais, estocagem, transporte e manuseio interno que, frequentemente, são negligenciados pelos gestores, aumentando a quantidade de atividades que não agregam valor e que demandam de recursos como mão de obra e tempo de equipamento (FORMOSO *et al.*, 2002).

Tendo em vista permitir uma mudança de paradigma na construção civil, Koskela (1992) elaborou diversos princípios baseados na *Lean Production* e assim começou a ser difundida uma abordagem voltada para o setor da construção, conhecida como construção enxuta - *Lean Construction*, que tem como enfoque a redução de atividades que não agregam valor em uma abordagem da produção como um fluxo.

Em busca de contribuir para o avanço da disseminação do conceito Lean no setor da construção civil da Região Metropolitana de Curitiba, este trabalho visa responder ao seguinte questionamento: “Qual o grau de aplicação dos conceitos de *Lean Construction* nas obras de empresas construtoras da Região Metropolitana de Curitiba?”.

## 1.1 Objetivos

Esta pesquisa teve como objetivo geral avaliar a aplicação dos conceitos de *Lean Construction* por construtoras de diferentes portes atuantes na Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

Para o alcance desse objetivo geral foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- a) Identificar a utilização dos princípios *Lean Construction* em obras de empresas construtoras;
- b) Avaliar o grau de adoção da filosofia enxuta em diferentes portes de empresa;
- c) Verificar se existe correlação entre o porte da empresa e seu nível de adoção da filosofia enxuta;
- d) Fazer um levantamento dos pontos fortes e fracos a respeito das práticas de *Lean Construction* das obras avaliadas;

## 1.2 Justificativa

A Câmara Brasileira da Indústria da Construção faz um acompanhamento trimestral a respeito do desempenho da construção civil no Brasil. De acordo com relatório divulgado pela CBIC, a alta de preços dos materiais de construção corresponde a 57,1% das queixas de empresários do setor por ser considerado o principal dificultador das atividades de construção no primeiro trimestre de 2021, para fins de comparação, entre o início de 2015 e a metade de 2020, este índice não havia superado o patamar de 16% (CBIC, 2021).

O *Lean Construction* é um conceito que, ao fomentar a redução de atividades que não agregam valor, é capaz de diminuir desperdícios advindos de diversas fontes como entrega de materiais, estocagem, transporte, manuseio interno, entre outras (FORMOSO et al., 2002). Sendo assim, a construção enxuta é capaz de colaborar para que uma empresa não seja afetada tão fortemente por um evento não programado, como a alta de preços de insumos da construção, a tornando mais competitiva no mercado.

Partindo do pressuposto de que o pensamento enxuto é um estímulo na busca pela redução de desperdícios, percebe-se a importância da discussão deste tema em decorrência dos objetivos de desenvolvimento sustentável propostos pela ONU para 2030 para os quais o conceito *Lean Construction* pode contribuir, sendo estes:

8.4 Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental [...] 9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente corretos [...] 12.5 Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso. (NAÇÕES UNIDAS, 2016, p.23-24 e p. 27)

Dessa maneira, entender como está o panorama das construtoras de Curitiba em relação a aplicação do conceito *Lean* pode contribuir para a avaliação de quão preparadas estas construtoras estão para eventos como a alta repentina de preços de insumos, fator que gera uma pressão por maior eficiência na gestão de processos de maneira a assegurar um menor grau de desperdício de recursos, bem como enriquecer o debate do que está sendo feito atualmente na indústria da construção civil a fim de atingir os objetivos da Agenda 2030 da ONU.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentadas as teorias que fundamentam o desenvolvimento deste trabalho. São abordados conceitos de *Lean Production*, *Lean Construction* e algumas de suas ferramentas.

### 2.1 Lean Production

Womack e Jones (2003), ao estudarem o trabalho de Taiichi Ohno, executivo da Toyota considerado responsável pelo Sistema Toyota de Produção, descrevem o significado da palavra em japonês *muda* para Ohno, que seriam desperdícios na forma de recursos que não geram qualquer valor. Dentre esses desperdícios estão erros que demandam correção, produção de bens que as pessoas não desejam e que lotam estoques, etapas de processamento desnecessários, movimento de funcionários e transporte de materiais sem motivo, pessoas aguardando pela entrega de atividades precedentes e, a contribuição dos autores à lista, bens e serviços que não atendem as necessidades do cliente.

Nos anos 90, a temática da produção enxuta, também denominada *Lean Production*, esteve em ampla discussão no âmbito acadêmico, em parte por conta do livro de James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos: “*The machine that changed the world: the story of lean production*”, no qual é feita uma abordagem sobre o sucesso da indústria automobilística toyotista na adoção da produção enxuta em contraste à produção em massa da era fordista e suportando a tese de que a expansão dessas ideias trariam benefícios para setores além do automobilístico. Assim, os autores definem a produção enxuta da seguinte maneira:

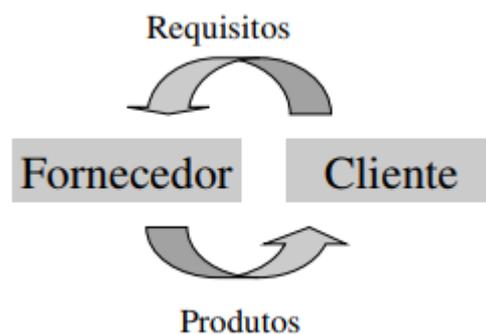
“A produção enxuta é ‘enxuta’ por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.” (WOMACK, JONES, ROOS, 1992, p. 3)

Womack e Jones (2003) apresentam 5 princípios para atingir os objetivos do Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*):

### 1. Especificação de valor para o cliente

Definido como o primeiro passo para o *Lean Thinking*, deve-se buscar encontrar o que o cliente entende como valor e traduzir isto em termos de um produto que atenda suas necessidades, a geração de valor se dá no momento em que o fornecedor entrega um produto em observância aos requisitos do cliente, conforme exemplificado na Figura 1. Ao produzir um bem ou entregar um serviço sem as especificações que o cliente deseja, incorre-se em *muda*.

**Figura 1 – Geração de valor segundo a necessidade do cliente.**



**Fonte: Gallardo (2007)**

### 2. Identificar o fluxo de valor

O fluxo de valor é o conjunto de etapas e processos necessários para produzir o produto especificado pelo cliente, levando em conta as atividades que geram valor, as que não geram valor e são imprescindíveis e, por último, aquelas que não agregam qualquer valor, passíveis de serem eliminadas.

### 3. Fluxo contínuo

O processo de departamentalização das empresas com a intenção de garantir maior eficiência na execução de atividades é visto com naturalidade entre as pessoas,

no entanto, de maneira frequente, o fluxo acaba sendo quebrado por este motivo, podendo causar o efeito oposto ao esperado. Portanto, após análise do fluxo de valor, deve-se garantir que este ocorra em um fluxo contínuo, ou seja, que a produção flua por entre os processos, sem interrupções.

#### 4. Produção puxada pelo cliente

De acordo com o Lean Enterprise Institute (p.80, 2008), a produção puxada é um método de produção cujas atividades a jusante sinalizam suas necessidades às atividades a montante. Este tipo de produção visa eliminar a produção excessiva (formação de estoque) e compõe o sistema de produção JIT.

Com a substituição de produção em lotes e departamentos para produção em fluxo contínuo e equipes de trabalho, respectivamente, é possível obter uma redução do tempo decorrido entre o pedido do produto e a entrega ao cliente, conhecido como *lead time*, desta forma, entrega-se um produto da maneira que o cliente deseja e sem a necessidade de recorrer a descontos, estes necessários quando o produto é empurrado pelo produtor e em decorrência do excesso de estoque por falta de demanda.

#### 5. Perfeição

Ao passo que o valor é especificado de maneira precisa, o fluxo de valor é identificado, os processos de criação de valor começam a fluir continuamente e os clientes puxam a produção, percebe-se que o resultado final é algo muito próximo do esperado pelo cliente, dessa forma, em um ciclo, sempre há a busca pela perfeição e chega-se mais perto dela conforme são identificadas novas possibilidades de reduzir desperdícios.

### **2.2 Origem da filosofia *Lean Construction***

Desde meados dos anos 80, a construção civil vivenciou um forte movimento de aplicação de princípios e ferramentas de Gestão da Qualidade Total – TQM e de desenvolvimento de sistemas de gestão da qualidade a fim de ganhar um maior nível de controle de processos produtivos e obter a certificação ISO9000. Apesar dos

benefícios trazidos pela filosofia TQM, questões relacionadas à eficiência e eficácia do sistema de produção não eram bem exploradas (ISATTO *et al.*, 2000).

Em 1992, o finlandês Lauri Koskela publicou o relatório técnico *Application of the new production philosophy in the construction industry* – Aplicação da nova filosofia da produção na indústria da construção, iniciava-se um grande esforço para disseminar o novo paradigma da produção enxuta dentro do setor da construção civil que culminou na criação do IGLC – *International Group for Lean Construction*. Seu trabalho foi pioneiro ao buscar no STP filosofias como o *Just in Time* (JIT) e *Total Quality Control* (TQC), e adaptá-las ao contexto da indústria da construção civil.

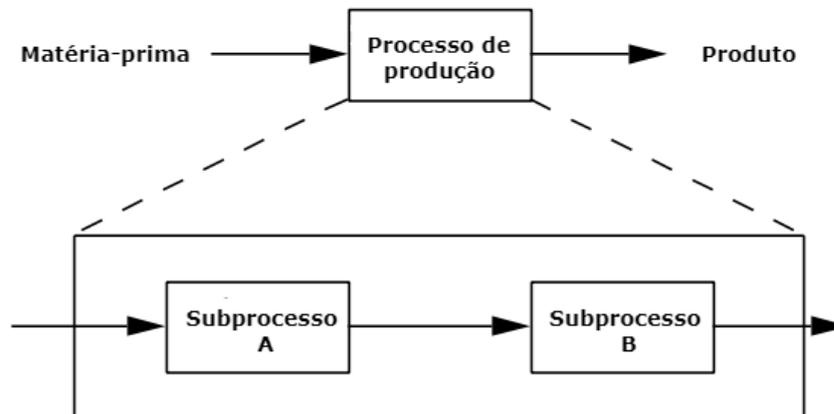
## **2.3 Modelos de processos**

### 2.3.1 Modelo de conversão

De acordo com Koskela (1992), o modelo conceitual de produção dominante na construção civil é o chamado modelo de conversão, a partir do qual existe uma entrada de insumos, um processo de produção e a saída de um produto, podendo haver subprocessos de produção conforme a complexidade da atividade, vide Figura 2. Este modelo segue alguns princípios:

- a) Um processo de produção é a conversão de uma entrada em uma saída.
- b) Processos de conversão podem ser divididos em subprocessos, que também são processos de conversão.
- c) O custo total de produção pode ser minimizado ao minimizar o custo de cada subprocesso.
- d) O valor da saída de um processo está associado com o custo (ou valor) de entrada deste processo.

**Figura 2 – Representação do modelo de conversão**



**Fonte: Adaptado, Koskela (1992)**

O modelo de conversão é adotado, habitualmente, em processos de elaboração de orçamentos e planos de obra, sendo assim, percebe-se que estes documentos tem um foco majoritário nas atividades que agregam valor ao produto, ou seja, nas atividades de conversão (PERETTI et al., 2013).

Algumas das críticas feitas a esse modelo são a falta de transparência que geram, visto que não leva em consideração os fluxos físicos entre as conversões como o transporte, espera e atividades de inspeção. Pela falta de consideração dos fluxos, acaba por não focar na identificação de clientes internos e externos em cada processo (KOSKELA, 1992). Ao desconsiderar os requisitos dos clientes pode-se chegar em uma produção com grande eficiência, no entanto, de produtos inadequados (ISATTO et al., 2000).

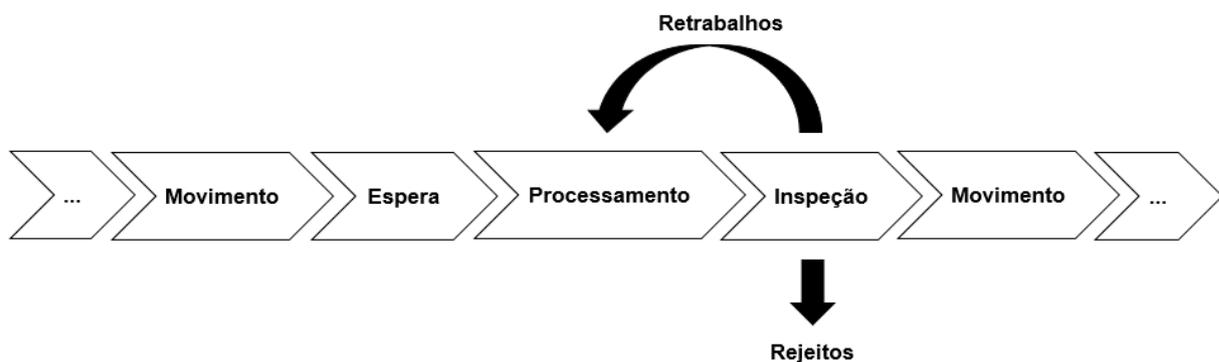
Segundo Johnson e Kaplan (1987, p. 269 apud KOSKELA, 1992, p.15), o modelo de conversão data do século XIX, época em que a maioria das empresas se centravam em apenas uma conversão. O contexto era de processos simples, fluxos curtos e organizações pequenas. Os problemas decorrentes deste modelo só ficaram mais claros conforme a produção se tornou mais complexa.

### 2.3.2 Modelo de processo da construção enxuta

Este novo conceito foi concebido de maneira a cobrir as características fundamentais da produção, especialmente aquelas que foram relegadas no modelo de conversão (KOSKELA, 1992). Entende-se que um processo consiste em um fluxo

de materiais, cujo início se dá com a matéria prima e o fim com o produto acabado, composto por atividades de transporte, espera, processamento (conversão) e inspeção, conforme ilustrado na Figura 3. Em decorrência das atividades de transporte, espera e inspeção não agregarem valor, são consideradas atividades de fluxo (ISATTO *et al.*, 2000).

**Figura 3 – Representação do modelo de processo da Construção Enxuta**



Fonte: Adaptado, Koskela (1992)

## 2.4 Perdas na construção civil

A eliminação de desperdícios através de melhoria contínua das operações, equipamentos e processos, é um dos pilares do JIT (KOSKELA, 1992). Diversos autores buscaram identificar os tipos de desperdícios existentes, Shingo (1984) ao estudar o STP foi um deles. Meira *et al.* (1998) apresentam uma série de desperdícios existentes e exemplos práticos na construção civil, sendo estes:

- a) Perdas por superprodução: a produção de argamassas em quantidades superiores ao necessário para determinado serviço.
- b) Perdas por transporte: distância excessiva entre o local de armazenagem e o posto de trabalho e transporte de tijolos além do essencial para o desempenho da tarefa.

- c) Perdas por processamento: quaisquer atividades executadas inadequadamente, podem ser decorrentes de falta de padronização de procedimentos e falta de treinamento para a execução do trabalho.
- d) Perdas por fabricação de produtos defeituosos: forma de um pilar fora de prumo. Este tipo de perda ocorre quando o produto não atende aos requisitos de qualidade especificados em projeto. Pode trazer uma série de gastos extras com materiais, disponibilidade de mão-de-obra, disponibilidade de equipamento, movimentação de materiais, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção e retrabalhos.
- e) Perdas no movimento: associadas aos movimentos dos colaboradores quando desempenham uma tarefa, por exemplo, fadiga por ergonomia precária.
- f) Perdas por espera: interrupção de serviço por falta de material, betoneira parada por falta de cimento ou agregados; trata-se das perdas por tempo improdutivo.
- g) Perdas por estoque: estocagem de areia a céu aberto e fora de caixas, consiste na perda de material por acondicionamento incorreto, ou em demasia de quantidade, ou aquisição programada inadequadamente em relação à execução do processo final.
- h) Perdas por substituição: reflete a utilização de materiais de valor superior ao especificado; acabamento em cerâmica no lugar do acabamento em pintura previsto em projeto, por exemplo.
- i) Perdas por produção: relativo à baixa produtividade, representa o não trabalho.
- j) Perdas diretas: associado ao acúmulo de restos ao longo dos trabalhos; podem ser mensuradas pela quantidade de carrinhos de caliça, montante de resíduos acumulados em baias na obra, entre outros. Deve-se atentar

para o fato de que diversos tipos de perdas se relacionam, portanto, é necessário cautela para que não ocorra a contabilização em duplicidade.

O conceito de perdas na construção enxuta tem uma relação próxima com o sentido daquilo que não agrega valor. As perdas se dividem em inevitáveis e evitáveis, para as primeiras, entende-se que o investimento necessário para sua redução é superior à economia gerada, podendo ser imprescindível um salto de desenvolvimento tecnológico considerado inviável; enquanto para as últimas, a ocorrência gera custos maiores que a prevenção (ISATTO *et al.*, 2000).

## 2.5 Princípios da construção enxuta

Analogamente a Womack e Jones (2003), que propuseram 5 princípios para o *Lean Thinking*, Koskela (1992) propôs 11 princípios para o *Lean Construction*:

### 1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor

Segundo Formoso (2005), trata-se de um dos princípios fundamentais da construção enxuta, onde é possível identificar certas atividades e, não apenas melhorar sua eficiência, mas eliminar aquelas que não são essenciais à eficiência global dos processos. Algumas atividades são consideradas essenciais por produzirem valor aos clientes internos, como o planejamento, contabilidade e prevenção de acidentes (KOSKELA, 1992).

Estima-se que o tempo gasto pelos funcionários de um canteiro de obras em atividades que não agregam valor represente cerca de 67% do tempo total trabalhado (ISATTO *et al.*, 2000). As atividades que agregam valor, de acordo com Ciampa (1991, p.273, apud KOSKELA, 1992, p.18), estão na ordem de 3 a 20%.

Para atingir o objetivo deste princípio, deve-se identificar as atividades de fluxo através de uma representação do fluxo do processo, em seguida haverá mais clareza para controlar e, havendo possibilidade, eliminar atividades (FORMOSO, 2005).

## 2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Este princípio está relacionado ao conceito de processo como gerador de valor, a partir do qual é estabelecida a necessidade de identificar, com clareza, as necessidades dos clientes internos e externos, ao passo que estas informações devem ser levadas em conta no projeto do produto e gestão da produção (FORMOSO, 2005).

Koskela (1992) argumenta que, além do processo de conversão, o valor é gerado a partir do atendimento aos requisitos do cliente e que para cada atividade há dois tipos de clientes, a próxima atividade e o consumidor final. Este princípio se contrapõe ao modelo convencional de produção, onde o foco na redução de custos é, muitas vezes, priorizado em detrimento do atendimento aos requisitos do cliente.

Para a aplicação deste princípio, deve-se realizar o mapeamento do processo, identificando os clientes e seus requisitos em todas as etapas (FORMOSO, 2005).

## 3. Reduzir a variabilidade

Segundo Formoso (2005), há 3 principais tipos de variabilidade que ocorrem em um processo de produção, sendo estes os referentes a processos anteriores, por exemplo, blocos cerâmicos com variações dimensionais; as variabilidades intrínsecas ao processo, como a variabilidade no tempo de determinada atividade; e a variabilidade na demanda, relacionada com as mudanças de necessidade do cliente final, tal qual a necessidade de modificar um projeto de uma edificação.

Podem ser citadas duas razões para se buscar diminuir a variabilidade de um processo, primeiro pelo fato de ser mais agradável ao cliente um produto uniforme e segundo, pois quando há o acréscimo de variabilidade, especialmente da duração de uma atividade, ocorre o aumento de atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992).

Em virtude do contexto da construção civil, há um grau elevado de variabilidade nos canteiros de obras e sua eliminação pode ser realizada parcialmente através da padronização de processos. Para um melhor controle das variabilidades que não podem ser removidas, é possível utilizar a ferramenta *Last Planner* (ISATTO *et al.*, 2000).

#### 4. Reduzir o tempo de ciclo (*lead time*)

O tempo de ciclo, de acordo com Lean Enterprise Institute (2008), é o tempo requerido para a produção completa ou de parte de um processo. Este tempo é uma composição dos tempos de processamento, inspeção, espera e transporte (KOSKELA, 1992), conforme o fluxo apresentando na Figura 3.

Este princípio se baseia na premissa de que é necessário comprimir o tempo de ciclo de maneira a reduzir as atividades de fluxo (ISATTO *et al.*, 2000).

Pode-se citar algumas características deste processo que trazem vantagens além da redução do tempo de ciclo, como a entrega mais rápida ao cliente, considerada uma vantagem competitiva em certos segmentos da construção civil, que pode ser alcançada através do foco na conclusão de lotes de produção menores, bem como a diminuição de trabalho em progresso, responsável por ocupar um espaço físico que poderia estar disponível. O conhecimento adquirido na produção dos lotes iniciais pode ser bem aproveitado nos lotes posteriores, pois percebe-se rapidamente alguns erros que podem ser evitados na sequência das atividades; por estar ciente do tempo demandado para completar um lote, há maior previsibilidade na estimativa de conclusão do trabalho como um todo (FORMOSO, 2005).

#### 5. Simplificar através da redução do número de passos ou partes

De acordo com Koskela (1992), um problema fundamental da complexidade é a confiabilidade, pois compreende que sistemas mais complexos são menos confiáveis que sistemas mais simples.

Percebe-se uma tendência de aumento de atividades que não agregam valor conforme cresce o número de passos ou componentes de um processo, sendo assim, visando tornar o processo mais simplificado, pode-se utilizar de elementos pré-fabricados, optar por equipes polivalentes em detrimento de equipes especializadas e realizar um planejamento eficaz do processo de produção, buscando reduzir a interdependência de atividades (FORMOSO, 2005).

## 6. Aumentar a flexibilidade de saída

Miranda (2003) resume este princípio como sendo a possibilidade de alterar as características da produção sem o respectivo aumento de custos.

Apesar da simplificação parecer oposta a intenção de flexibilizar, diversas empresas demonstram que é possível aplicar estes dois princípios simultaneamente sem qualquer prejuízo (KOSKELA, 1992).

Este objetivo pode ser alcançado ao reduzir o tempo de ciclo, por meio da redução dos tamanhos de lotes produtivos, com a composição de equipes polivalentes, através da personalização do produto de maneira tardia e utilização de processos construtivos mais flexíveis, como é o caso da execução de divisórias de gesso acartonado (ISATTO *et al.*, 2000).

## 7. Aumentar a transparência do processo

De acordo com Koskela (1992), a falta de transparência é um fator que pode tornar os processos mais propensos a erros, assim como limitar a visibilidade de problemas e os esforços para melhorias.

Ações que promovem um canteiro de obras com menos barreiras visuais, como tapumes, mais dispositivos de sinalização que colaborem para a gerência da produção, uso de indicadores de desempenho que esclareçam como estão os níveis produtivos e de desperdício do canteiro, aliado do uso de ferramentas que aumentam a organização e limpeza do ambiente, tal como o 5S, são destacadas por Formoso (2005) por contribuir com o aumento da transparência do processo.

## 8. Focar o controle no processo global

As obras são um exemplo comum de ambientes onde os processos de produção são fragmentados, havendo diferentes empresas fornecedoras, projetistas, empreiteiras, envolvidas em prol de um produto final, esta constatação é importante para a percepção de que, caso o foco de melhorias seja estritamente no ambiente interno, corre-se o risco de incorrer na subotimização de uma atividade (ISATTO *et al.*, 2000).

Portanto, Koskela (1992) aborda a necessidade de uma autoridade que se encarregue do processo como um todo, responsabilizando-se por sua eficiência e efetividade. Isatto *et al.* (2000), corrobora a necessidade de os colaboradores terem uma percepção sistêmica dos processos, identificando possíveis melhorias, inclusive, na interação com fornecedores.

## 9. Introduzir melhoria contínua no processo

O esforço de redução de perdas e aumento do valor na gestão de processos tem um caráter incremental, interno à organização, devendo ser conduzido continuamente, com a participação da equipe responsável (“os donos do processo”). Este princípio é um componente fundamental de ambas as filosofias TQM e JIT (ISATTO *et al.*, 2000).

Dentre as maneiras para alcançar continuamente melhorias no processo, Isatto *et al.* (2000) destacam o monitoramento de melhorias através do uso de indicadores, definição de metas para as prioridades do processo e a padronização de procedimentos que sejam referência de boas práticas a serem seguidas em melhorias subsequentes.

## 10. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

De maneira geral, tanto os fluxos como as conversões podem ser objeto de melhorias em um processo produtivo, no entanto, via de regra, percebe-se que o foco em melhorias sempre pendeu para as conversões, o que permitiu, historicamente, um potencial para melhorias em fluxos bastante considerável (KOSKELA, 1992).

Do ponto de vista de Isatto *et al.* (2000), antes de iniciar o processo de substituição de uma tecnologia de conversão, deve-se esgotar as melhorias em atividades de fluxo até o atingimento de um grau elevado de racionalização.

## 11. Fazer *benchmarking*

O conceito de *benchmarking* remete ao ato de buscar as melhores práticas adotadas por empresas líderes em seus respectivos segmentos ou por empresas que possuam um diferencial em relação a execução de algum procedimento específico.

Para a realização do *benchmarking*, recomenda-se conhecer amplamente os processos da própria empresa, identificar boas práticas em empresas correlatas e compreender suas características e, por fim, adaptá-las a realidade do empreendimento (ISATTO *et al.*, 2000).

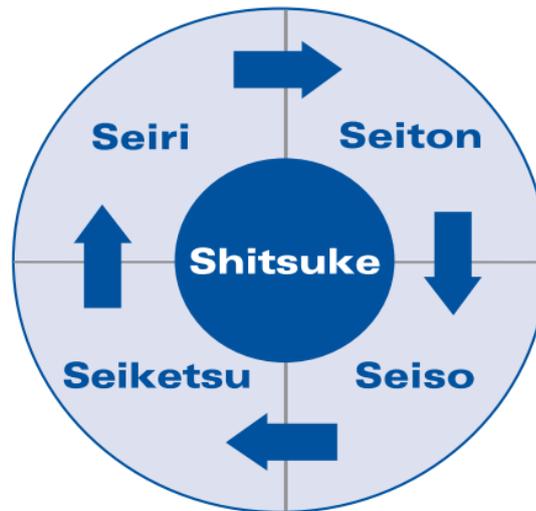
## **2.6 Ferramentas e técnicas do *Lean Construction***

Na filosofia *lean* diversas ferramentas podem ser utilizadas para garantir um bom desempenho em processos produtivos, serão abordadas nesta seção algumas destas ferramentas.

### 2.6.1 Programa 5S

De acordo com o Lean Enterprise Institute (2008), o nome desta ferramenta deriva de cinco palavras do japonês que em conjunto, conforme ilustrado na Figura 4, simbolizam um esforço no sentido de obter um ambiente de trabalho com maior controle visual e uma produção enxuta:

- a) *Seiri*: separar itens que possuem utilidade dos que não tem, realizando o descarte destes;
- b) *Seiton*: ordenar tudo o que necessário, de maneira que todo item tenha seu lugar e esteja nele;
- c) *Seiso*: limpeza e lavagem;
- d) *Seiketsu*: obtenção de um ambiente limpo através da consistente manutenção dos três Ss anteriores;
- e) *Shitsuke*: disciplina necessária a manter todos os quatro Ss anteriores em funcionamento.

**Figura 4 – Representação do Programa 5S**

Fonte: Lean Enterprise Institute (2008)

### 2.6.2 Os 5 Porquês

Os 5 Porquês, também denominada 5W, é uma ferramenta cuja finalidade é descobrir a causa raiz de um problema através de sucessivas perguntas até que os questionamentos se esgotem, o número de perguntas necessárias para tal é variável, podendo ser maior ou menor que cinco (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2008).

A dinâmica funciona da seguinte maneira, formula-se uma primeira pergunta de caráter mais abrangente que questione o motivo de um problema ter ocorrido, a partir da resposta, é formulada uma segunda pergunta visando entender se essa resposta teve uma origem mais profunda ou se é a causa raiz do primeiro questionamento, sendo a causa raiz, cessam as perguntas, do contrário repete-se o processo.

### 2.6.3 Last Planner

Last Planner é uma ferramenta desenvolvida por Ballard e Howell destinada ao planejamento e controle da produção em nível operacional. A ferramenta busca prover meios para a execução da obra conforme o prazo e sequência planejados, aumentando a confiabilidade produtiva. A partir desta confiabilidade pode-se estimar com mais clareza o prazo de conclusão da obra e evitar diversos problemas ao longo desta, como a falta de recursos (ISATTO *et al.*, 2000).

Segundo Isatto *et al.* (2000), dentre as rotinas do *Last Planner* para manter a previsibilidade do planejamento estão a execução de reuniões com o time para a formalização do plano, gerando transparência no processo, negociação de conflitos entre equipes durante as reuniões, verificação de disponibilidade de recursos e a retroalimentação do processo, verificando as causas do não cumprimento de metas semanais e gerando ações corretivas. Para monitorar a eficácia do planejamento, utiliza-se o indicador de Percentual do Planejamento Concluído (PPC), que está ligado ao número de atividades concluídas em relação ao que foi planejado em um dado período, níveis superiores a 80% estão relacionados a um bom nível de previsibilidade da produção.

### **3 METODOLOGIA**

Como método para o desenvolvimento do trabalho e alcance do objetivo que é avaliar o grau de aplicação dos conceitos de Lean Construction em obras de empresas construtoras atuantes na Região Metropolitana de Curitiba, utilizou-se de um levantamento de campo, também denominado *survey*.

#### **3.1 Classificação da pesquisa com base nos objetivos**

“Pode-se definir pesquisa como o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos” (GIL, 2017).

A partir dos objetivos gerais firmados, pode-se caracterizar esta pesquisa como exploratória. Segundo Gil (2017), as pesquisas exploratórias têm por objetivo proporcionar maior familiaridade com um problema, de maneira a explicitá-lo ou possibilitar a construção de hipóteses.

#### **3.2 Classificação da pesquisa de acordo com os métodos empregados**

De acordo com Gil (2017), o levantamento é um tipo de pesquisa caracterizado pela interrogação das pessoas cujo comportamento se deseja entender, para obter os dados necessários, necessita-se reunir informações de um grupo de pessoas e, em seguida, realizar análises quantitativas que permitam a obtenção de uma conclusão.

Tendo em vista o viés bastante interpretativo desta pesquisa, que alia aspectos quantitativos pela análise do levantamento de dados e qualitativos por conta da subjetividade dos temas e interpretação dos respondentes, pode-se classificar esta pesquisa como sendo de métodos mistos.

Em decorrência da necessidade de obter um diagnóstico da aplicação de conceitos do *Lean Construction* através da experiência dos pesquisados, optou-se pela aquisição de dados pelo método do levantamento de campo.

### 3.3 Modelo de classificação LCR

Em razão da dificuldade em mensurar as vantagens que a aplicação dos conceitos de construção enxuta pode gerar às empresas construtoras, desenvolveu-se pelos pesquisadores do ProBrAI (Universidade Federal do Paraná/BRA-Universidade de Karlsruhe/ALE), um modelo de classificação de empresas quanto ao grau de aplicação da filosofia lean: O *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR) (HOFACKER *et al.*, 2008).

O foco dos pesquisadores foi o desenvolvimento de um modelo de avaliação da qualidade e do grau de aplicação da construção enxuta em empresas construtoras, a sua aplicação seria feita através de um questionário preenchido pelo pesquisador após visitar uma obra acompanhado de um engenheiro ou mestre de obras por não mais que uma hora, o preenchimento de cada pergunta deveria ser feito facilmente através de uma escala Likert (HOFACKER *et al.*, 2008).

Embasados pelos 11 princípios de Koskela (1992) para a construção enxuta e pelos 5 princípios do *Lean Thinking* (WOMACK; JONES; ROOS, 1992), foram elaboradas 30 perguntas abordando 6 categorias, conforme exibido na Tabela 1, sendo elas: foco no cliente, desperdícios, qualidade, fluxo de materiais, organização, planejamento e fluxo de informações, melhorias contínuas. (HOFACKER *et al.*, 2008). As perguntas que compõe as 6 categorias estão no Apêndice A deste trabalho.

**Tabela 1 – Quantidade de perguntas por categoria**

<b>Categoria</b>	<b>Perguntas</b>	<b>Pontos possíveis</b>
Foco no cliente	4	16
Desperdícios	5	20
Qualidade	8	32
Fluxo de materiais e produção puxada	5	20
Organização, planejamento e fluxo de informações	6	24
Melhoria contínua	2	8
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>120</b>

**Fonte: O autor (2021)**

Hofacker *et al.* (2008) definiram que para determinar o perfil de aplicação dos conceitos enxutos de uma empresa, deveriam ser feitas pelo menos cinco avaliações de diferentes obras, do contrário só seria possível concluir, individualmente, o nível de cada obra. De acordo com a porcentagem de pontos obtidos, torna-se possível classificar a obra/empresa em uma dentre quatro categorias, variando de AAA (95% a 100% da pontuação máxima atingida) até D (0% a 9% da pontuação máxima), as categorias e suas descrições estão presentes na Figura 5.

**Figura 5 – Classificação dos níveis de aplicação *lean* de acordo com pontuação**

Níveis		% Obtida	Interpretação do nível
LC	aaa	95% a 100%	Busca pela perfeição tanto em desenvolver a qualidade como na aplicação dos conceitos <i>lean construction</i> .
LC	aa	89% a 94%	
LC	a	81% a 88%	
LC	bbb	73% a 80%	Existe um foco de alta qualidade e de aprendizagem enxuta dentro dos principais níveis de projeto / empresa.
LC	bb	64% a 72%	
LC	b	55% a 63%	
LC	ccc	46% a 54%	Existe consciência da qualidade, mas baixa ou pouca adoção dos conhecimentos do <i>lean construction</i> .
LC	cc	37% a 45%	
LC	c	28% a 36%	
LC	ddd	19% a 27%	Baixa qualidade dos processos e do produto, baixo foco em melhorias, desperdícios e nenhum conhecimento da filosofia enxuta.
LC	dd	10% a 18%	
LC	d	0% a 9%	

Fonte: Adaptado de HOFACKER *et al.* (2008)

### 3.4 Modelo LCR adaptado

Em decorrência do planejamento deste trabalho ter ocorrido em meados de 2021, período em que a pandemia de COVID-19 estava em patamares recordes no Brasil, e sendo o distanciamento social uma recomendação para abrandar a disseminação do vírus, optou-se por abordar o tema do grau de aplicação da construção enxuta em empresas construtoras segundo o ponto de vista do

entrevistado, através de um questionário virtual muito similar ao modelo LCR, no entanto, algumas barreiras precisaram ser contornadas.

Tendo em vista o modelo LCR ter sido planejado para que o avaliador fizesse o preenchimento das perguntas após a visita à obra e sendo ele conhecedor dos fundamentos de *Lean Construction*, fez-se necessário adaptar o questionário de forma que cada questão tivesse uma observação orientando o critério que determinaria uma baixa pontuação e uma alta pontuação, além disso, caso a questão fizesse menção a um conceito específico de *Lean Construction*, deveria haver uma explicação para que o respondente tivesse uma base suficiente para o permitir assinalar uma resposta.

Para a avaliação das perguntas, diferente dos autores do LCR, que utilizaram uma escala de 7 pontos, utilizou-se uma escala Likert de 5 pontos, visto que Dalmoro e Vieira (2008) concluem que a escala de 5 pontos é, em média, mais fácil e rápida de ser preenchida que a de 7 pontos e argumentam que, além das escalas de cinco e sete pontos serem muito semelhantes em termos de resultados médios de precisão, as escalas com mais itens são indicadas para entrevistados que dominam o assunto, o que não se pode precisar de antemão em relação a amostragem desta pesquisa. Para cada ponto na escala Likert foi adotada uma característica, sendo elas, da menor nota para a maior: muito pouco, pouco, razoável, bom, muito bom.

Dessa forma, foi elaborado o formulário adaptado do modelo LCR focado na avaliação de obras da Região Metropolitana de Curitiba com base na percepção do entrevistado e foram adicionadas algumas perguntas que permitissem a segmentação dos dados apurados. O formulário aplicado, bem como as observações norteadoras constam no Apêndice B deste trabalho.

### **3.5 Público alvo da pesquisa**

A pesquisa tem como foco a avaliação do grau de aplicação da construção enxuta em obras de empresas construtoras da Região Metropolitana de Curitiba, para tal, foram questionados tanto profissionais graduados quanto estudantes de Engenharia Civil que estagiaram em período recente em obras situadas na RMC.

### 3.6 Método de classificação do porte das empresas

Para permitir a divisão das obras em grupos com características similares e permitir uma análise que respeite o porte de cada empresa, buscou-se na literatura diversos métodos. As opções encontradas foram referentes à receita operacional bruta anual, utilizada pelo Banco Nacional do Desenvolvimento, e pelo número de empregados, critério adotado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE).

Adotou-se a classificação utilizada pelo SEBRAE por ser de mais fácil reconhecimento pela maior parte dos respondentes, visto que solicitar informações de receita de uma empresa tornaria o preenchimento do questionário mais complexo. Dessa maneira, constam no Quadro 1 (SEBRAE, 2013) as classificações do porte da empresa segundo o número de empregados utilizadas no questionário, tendo sido o setor de atividade econômica da indústria a referência.

**Quadro 1 – Classificação do porte da empresa segundo o SEBRAE**

Porte	Número de empregados	
	Indústria	Comércio e Serviços
Microempresa	Até 19 empregados	Até 9 empregados
Pequena Empresa	De 20 a 99 empregados	De 10 a 49 empregados
Média Empresa	De 100 a 499 empregados	De 50 a 99 empregados
Grande Empresa	Acima de 500 empregados	Acima de 100 empregados

Fonte: SEBRAE (2013)

### 3.7 Levantamento de dados

Levantaram-se os dados por meio de um questionário hospedado na plataforma gratuita de pesquisa Formulários Google.

A obtenção de respondentes aptos, segundo os critérios estabelecidos no item referente ao público alvo desta pesquisa, deu-se através de contatos pessoais abordados via WhatsApp e direcionados para a página do formulário.

### **3.8 Validação de dados**

Visando identificar se as respostas obtidas no modelo adaptado do LCR foram condizentes com a expectativa dos autores do LCR original, elaborou-se uma pergunta ao final do questionário que indagava se, na concepção do pesquisado, a empresa, a qual o respondente avaliava, aplicava os conceitos da construção enxuta em suas obras.

A verificação se baseia na proposta que norteou o modelo LCR, cuja premissa propõe que as empresas que não aplicassem os conceitos da construção enxuta, não deveriam atingir os níveis A ou B. Portanto, as avaliações onde houve classificação menor que B e afirmou-se que a empresa aplica conceitos de Lean Construction, podem ser entendidas como incoerentes. Esta verificação também serviu para medir a capacidade do questionário preenchido pelo pesquisado em obter respostas válidas.

## 4 ANÁLISE DOS DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÕES

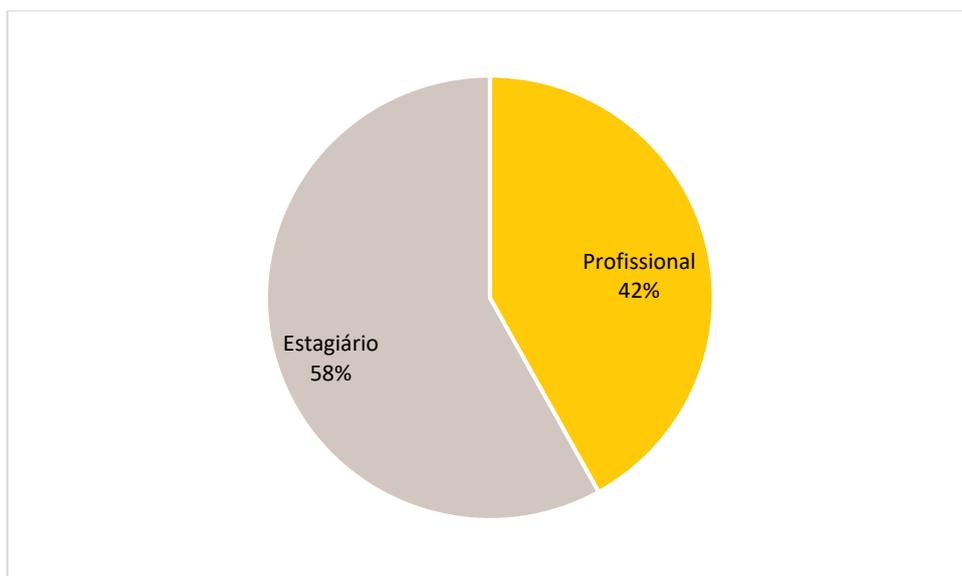
Este capítulo apresenta os resultados e as discussões acerca do questionário realizado e a obtenção de um diagnóstico acerca da aplicação de conceitos *lean* na indústria da construção civil da Região Metropolitana de Curitiba.

### 4.1 Análise da amostragem

#### 4.1.1 Distribuição dos pesquisados segundo a função na empresa

O questionário foi respondido por 31 indivíduos que atuam ou atuaram em obras de empresas construtoras na Região Metropolitana de Curitiba, portanto, foram avaliadas 31 obras distintas. A amostra é composta por estagiários de Engenharia Civil e profissionais graduados, todos deveriam possuir conhecimento o suficiente a respeito da empresa para preencher as questões da pesquisa por completo. Foram obtidas 13 respostas de profissionais graduados e 18 estagiários de Engenharia Civil, sendo a proporção visível na Figura 6.

**Figura 6 – Proporção da amostra de participantes da pesquisa**

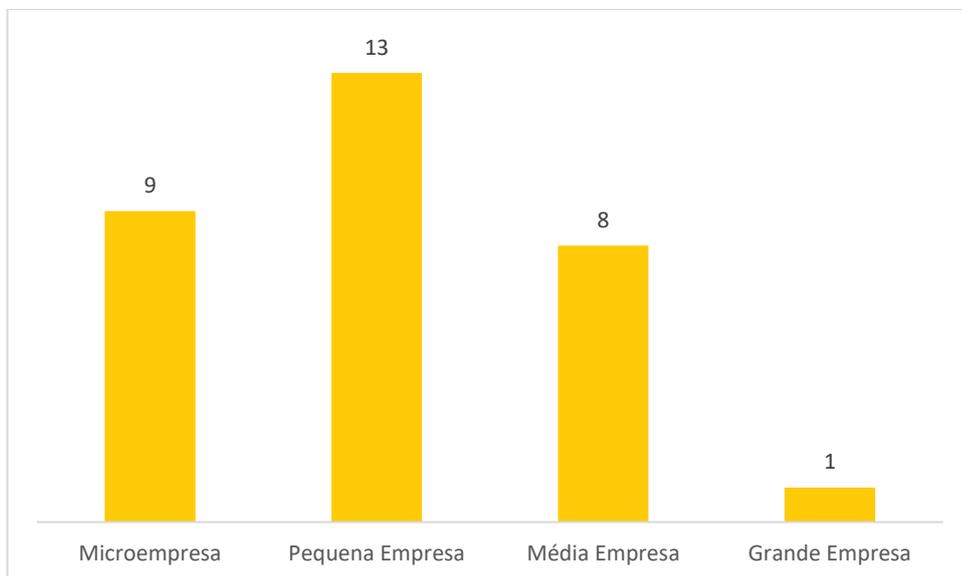


Fonte: O autor (2021)

#### 4.1.2 Distribuição das pesquisas de acordo com o porte da empresa

A partir da classificação de porte de empresas em função do número de funcionários utilizada pelo SEBRAE, obteve-se a distribuição de pesquisas por porte empresarial da Figura 7. Como houve apenas uma pesquisa de grandes empresas, aquelas que possuem mais de 500 funcionários, avaliou-se seu resultado em conjunto com as médias empresas no item de análises por porte.

**Figura 7 – Distribuição das pesquisas de acordo com o porte da empresa**



**Fonte: O autor (2021)**

## 4.2 Confiabilidade dos resultados

### 4.2.1 Redução da escala de Likert

Antes do desenvolvimento do questionário havia uma preocupação com a confiabilidade das respostas obtidas do ponto de vista dos pesquisados, uma vez que o número de níveis de respostas deste trabalho foi reduzido para 5, enquanto o questionário do modelo original possui 7 níveis, permitindo um maior número de respostas distintas. Um fenômeno comum em pesquisas que utilizam escala de Likert é um comportamento dos pesquisados em evitar opções extremas, o que leva a um

acúmulo de resposta em opções centrais através do que se chama de viés de tendência central, podendo gerar respostas pouco precisas.

#### 4.2.2 Distribuição das respostas

A partir da preocupação gerada pela redução da escala de Likert de 7 para 5 pontos, realizou-se uma análise da distribuição de respostas, visando identificar a ocorrência de uma concentração ao centro exacerbada. Percebe-se através do Quadro 2 que há uma prevalência de respostas nos níveis razoável e bom, no entanto, os únicos níveis que possuem uma frequência de resposta acima de 50% são os extremos, muito pouco e muito bom, junto da classificação bom. Sendo assim, entende-se que a redução do número de pontos não causou um efeito de tendência central a ponto de inviabilizar a análise de dados.

**Quadro 2 – Frequência relativa de respostas de toda a amostra**

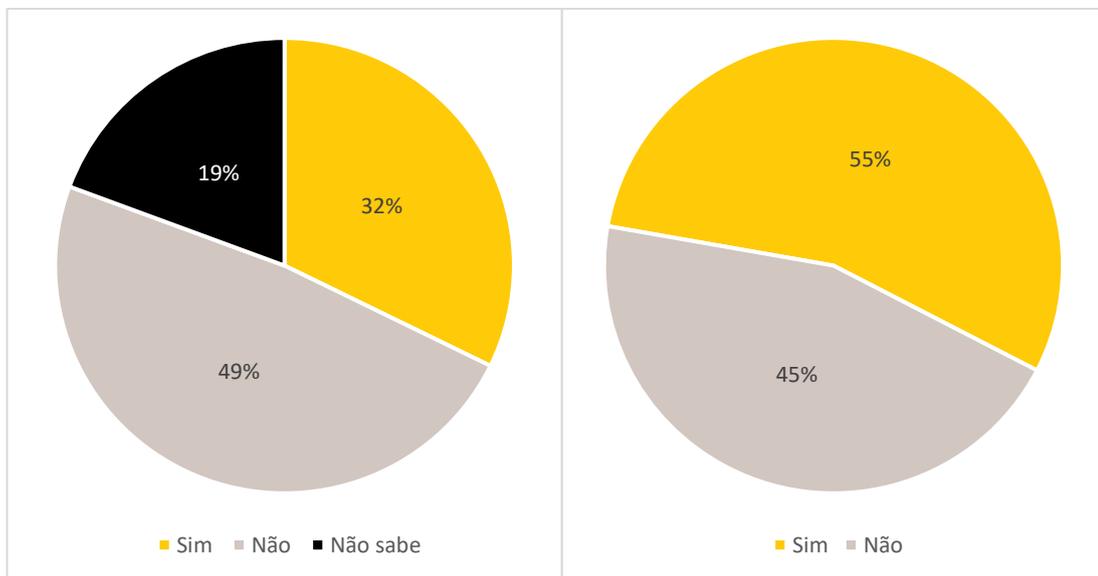
	Pergunta	Frequência relativa de respostas				
		Muito pouco	Pouco	Razoável	Bom	Muito bom
<b>1. Foco no cliente</b>	1	3%	7%	13%	53%	23%
	2	0%	7%	37%	37%	20%
	3	10%	16%	23%	35%	16%
	4	0%	10%	29%	48%	13%
<b>2. Desperdício</b>	5	10%	19%	35%	35%	0%
	6	16%	19%	42%	23%	0%
	7	6%	13%	35%	32%	13%
	8	3%	3%	39%	48%	6%
	9	0%	19%	35%	29%	16%
<b>3. Qualidade</b>	10	6%	10%	3%	29%	52%
	11	29%	0%	26%	10%	35%
	12	0%	6%	16%	52%	26%
	13	0%	6%	19%	55%	19%
	14	6%	39%	29%	26%	0%
	15	0%	29%	32%	29%	10%
	16	0%	26%	35%	29%	10%
	17	3%	10%	26%	58%	3%
<b>4. Fluxo de materiais</b>	18	52%	16%	13%	6%	13%
	19	10%	32%	32%	19%	6%
	20	6%	0%	3%	16%	74%
	21	23%	6%	42%	19%	10%
	22	10%	13%	23%	32%	23%
<b>5. Organização, planejamento e fluxo de informações</b>	23	6%	19%	39%	26%	10%
	24	0%	19%	42%	23%	16%
	25	10%	27%	23%	33%	7%
	26	35%	26%	13%	10%	16%
	27	20%	3%	27%	27%	23%
	28	23%	16%	19%	23%	19%
<b>6. Melhoria contínua</b>	29	0%	16%	32%	42%	10%
	30	10%	23%	30%	33%	3%

Fonte: O autor (2021)

#### 4.2.3 Comparação da percepção dos respondentes em relação aos resultados obtidos

Com a intenção de verificar se a percepção dos respondentes a respeito da empresa avaliada condizia com o resultado da nota obtida, inseriu-se ao final do questionário a pergunta “No seu entendimento, a empresa aplica os princípios da construção enxuta (*Lean Construction*) em suas obras?”, a partir das respostas foram obtidos os gráficos das Figura 8, na qual à esquerda se encontram as percepções dos pesquisados e à direita os resultados decorrentes do nível das obras.

**Figura 8 – Comparação entre a percepção do respondente e o resultado final da pesquisa acerca do uso de LC**



Fonte: O autor (2021)

De acordo com a premissa de Hofacker *et al.* (2008), as empresas dos níveis A e B tem pontuações que podem compreendidas como a de empresas com aplicação da construção enxuta.

Verifica-se que 49% dos respondentes não acreditam haver aplicação do *Lean Construction* nas obras a qual avaliaram, já o resultado visto através do método LRC adaptado demonstra que 45% das obras aplicam muito pouco os conhecimentos de *Lean Construction* ou não aplicam, se enquadrando nos níveis C ou D.

Dos 10 participantes que afirmaram perceber a aplicação de princípios da construção enxuta nas obras da empresa, apenas 2 tiveram um resultado que aponta o contrário, porém, ambos foram classificados no nível ccc com 53% e 54% de pontos

atingidos, ficando muito próximas de obter o nível b, que inicia com 55% de pontos atingidos, e serem categorizadas como obras que aplicam princípios *lean*, dessa forma, entende-se que o nível de discrepância não é elevado.

### 4.3 Análise de respostas frequentes

Foram selecionadas algumas perguntas para as quais havia grande incidência de respostas iguais, esta análise visa identificar possíveis pontos forte e fracos presentes na maior parte das obras desta pesquisa e correlacionar os resultados com o que diz a revisão bibliográfica deste trabalho. As perguntas selecionadas se encontram no Quadro 3, abaixo:

**Quadro 3 – Respostas frequentes e sua frequência relativa**

Classificação	Frequência relativa	N.º da questão	Descrição
Muito bom	74%	20	Uso de concreto usinado.
Bom	58%	17	Grau de mecanização (maquinário técnico) para obter uma qualidade de padronização e desempenho.
Muito pouco	52%	18	Sistema de cartões Kanban (existência e bom funcionamento).

**Fonte: O autor (2021)**

#### 4.3.1 Uso de concreto usinado

A questão de número 20, que trata a respeito do uso de concreto usinado por parte das obras, foi a que obteve o maior número de respostas em uma mesma característica, 90% das respostas indicam a classificação bom ou muito bom.

Este representa um ponto forte da maioria das empresas que, ao utilizarem o concreto usinado, aumentam sua produtividade e liberam um funcionário responsável pela produção de concreto para atuar em outras frentes de trabalho, deixando de incorrer na perda por produção, citada por Meira et al. (1998). É possível resgatar outros aspectos positivos dessa prática e que são abordados por Formoso (2005),

entre eles a necessidade de reduzir a variabilidade de atividades e o número de passos em processos, ambos possíveis através do uso de concreto usinado, visto que há um controle da qualidade maior e o concreto é recebido pronto para o uso final.

#### 4.3.2 Grau de mecanização

A pergunta 17 trata do grau de mecanização como meio para garantir qualidade de padronização e desempenho. O grau de atingimento do quesito foi considerado bom por 58% dos respondentes.

Meira *et al.* (1998) comenta que as perdas por processamento podem ocorrer em atividades executadas de maneira inadequada por falta de treinamento para execução do trabalho ou falta de padronização de procedimentos, um alto índice de trabalhos manuais ou profissionais incapacitados para operar adequadamente um maquinário e mantê-lo em boas condições podem ser sinais desse tipo de perda, no entanto, o panorama percebido nesta pesquisa aponta o oposto, o que pode ser considerado um dos pontos fortes da maioria das obras avaliadas. Koskela (1992) cita a necessidade de reduzir o tempo de ciclo como um dos princípios da construção enxuta, sendo assim, obter um grau de mecanização razoável é um dos meios para atingir este objetivo.

#### 4.3.3 Sistema de cartões Kanban

O questionamento de número 18 indagava a respeito do uso do sistema de cartões Kanban ou outro sistema similar, 68% das respostas indicavam pouco ou muito pouco uso, o que demonstra um baixo conhecimento a respeito da ferramenta na indústria da construção civil. Um dos princípios do LC que Koskela (1992) aborda, é o de aumentar a transparência dos processos como forma de aumentar a percepção de problemas e assim gerar esforços para melhorias, o sistema de cartões Kanban é uma dentre várias ferramentas capazes de tornar as etapas produtivas mais transparentes, permitir uma melhor alocação de recursos e garantir um monitoramento da obra eficiente. Portanto, entende-se que um dos maiores pontos fracos das obras avaliadas é a falta de transparência dos processos.

#### 4.4 Análise de resultados por porte

A análise de resultados por porte foi feita a partir de gráficos de radar com o percentual de pontos atingidos em cada categoria explorada na pesquisa, juntamente do quadro de frequência relativa de respostas, dessa maneira, procurou-se encontrar pontos positivos e negativos em cada um dos portes.

##### 4.4.1 Microempresa

As microempresas, aquelas que possuem até 19 empregados, tiveram as frequências relativas de respostas compiladas e os resultados destacados em escalas de cores, estes dados podem ser observados no Quadro 4.

**Quadro 4 – Frequência relativa de respostas para microempresas**

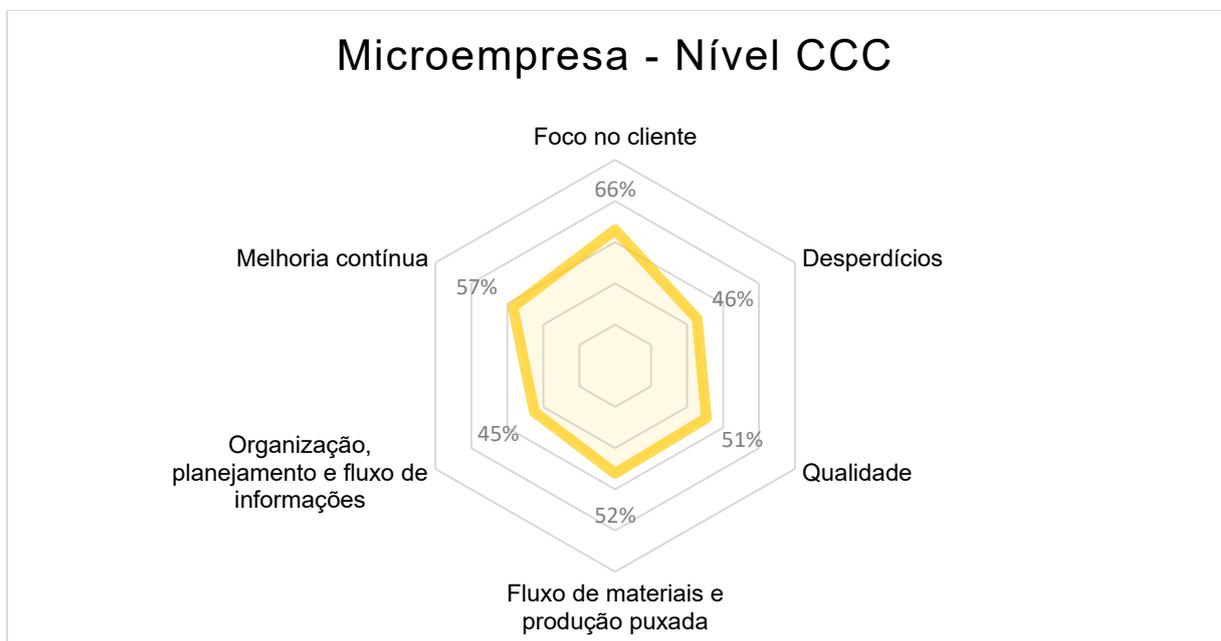
	Pergunta	Frequência relativa de respostas				
		Muito pouco	Pouco	Razoável	Bom	Muito bom
<b>1. Foco no cliente</b>	1	11%	0%	33%	22%	33%
	2	0%	0%	56%	22%	22%
	3	0%	22%	11%	44%	22%
	4	0%	11%	33%	44%	11%
<b>2. Desperdício</b>	5	11%	22%	44%	22%	0%
	6	22%	22%	44%	11%	0%
	7	22%	22%	33%	22%	0%
	8	0%	11%	56%	33%	0%
	9	0%	44%	11%	33%	11%
<b>3. Qualidade</b>	10	22%	22%	0%	22%	33%
	11	44%	0%	33%	0%	22%
	12	0%	11%	11%	56%	22%
	13	0%	11%	22%	67%	0%
	14	22%	44%	33%	0%	0%
	15	0%	44%	33%	22%	0%
	16	0%	44%	33%	22%	0%
	17	0%	22%	33%	33%	11%
<b>4. Fluxo de materiais</b>	18	56%	33%	0%	11%	0%
	19	11%	22%	33%	33%	0%
	20	0%	0%	11%	33%	56%
	21	11%	0%	44%	33%	11%
	22	11%	11%	44%	22%	11%
<b>5. Organização, planejamento e fluxo de informações</b>	23	22%	22%	44%	11%	0%
	24	0%	22%	44%	22%	11%
	25	0%	13%	25%	63%	0%
	26	33%	22%	22%	22%	0%
	27	33%	11%	11%	11%	33%
	28	33%	22%	11%	22%	11%
<b>6. Melhoria contínua</b>	29	0%	11%	44%	33%	11%
	30	0%	11%	67%	22%	0%

Fonte: O autor (2021)

As categorias em que as obras de microempresas tiveram destaque foram foco no cliente e melhoria contínua, a distribuição de respostas pendeu mais para o lado positivo nestas, o que pode ser verificado através do percentual de atingimento na Figura 9.

Já as piores categorias foram as ligadas a organização, planejamento e fluxo de informações, bem como desperdícios.

**Figura 9 – Gráfico de radar para as microempresas**



**Fonte: O autor (2021)**

As obras de microempresas obtiveram uma média de 51% da pontuação máxima atingida, sendo assim, podem ser classificados no nível ccc, que indica a existência de consciência da qualidade, mas baixa adoção dos princípios de *Lean Construction*.

#### 4.4.2 Pequena empresa

As pequenas empresas, aquelas com 20 a 99 empregados, tiveram as frequências relativas de respostas compiladas e os resultados destacados em escalas de cores, estes dados podem ser observados no Quadro 5.

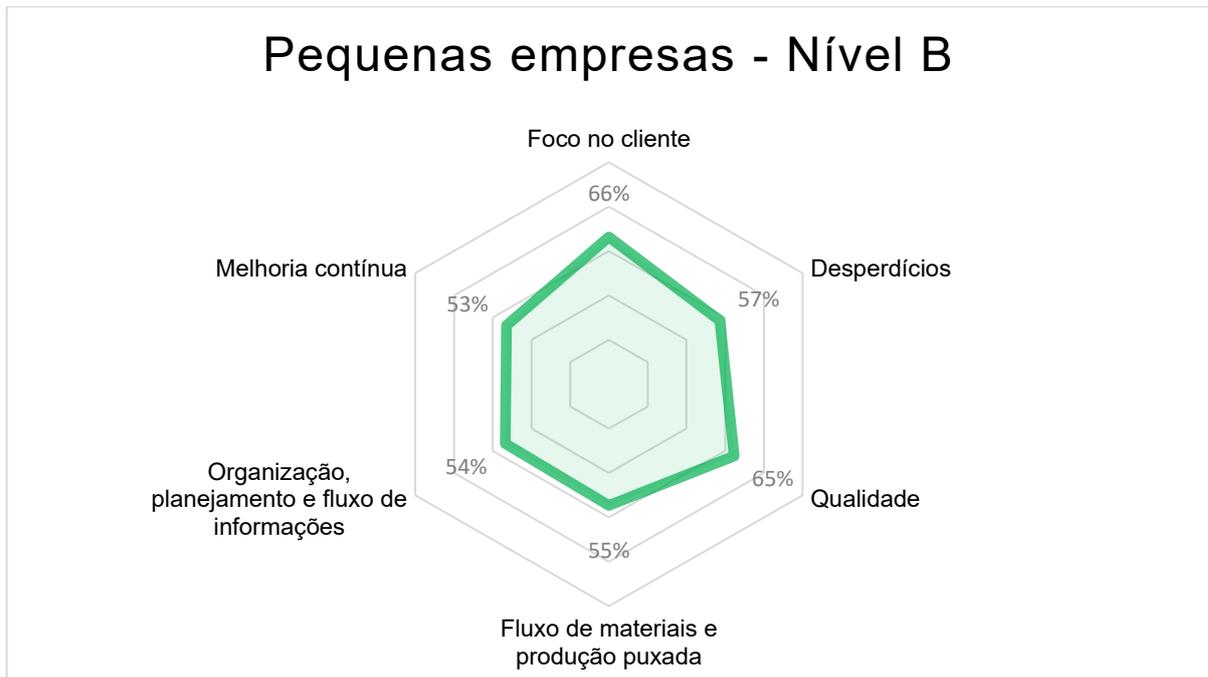
Quadro 5 – Frequência relativa de respostas para pequenas empresas

		Frequência de respostas				
	Pergunta	Muito pouco	Pouco	Razoável	Bom	Muito bom
1. Foco no cliente	1	0%	15%	8%	54%	23%
	2	0%	15%	31%	38%	15%
	3	15%	0%	31%	38%	15%
	4	0%	8%	23%	46%	23%
2. Desperdício	5	8%	15%	31%	46%	0%
	6	8%	31%	38%	23%	0%
	7	0%	15%	38%	31%	15%
	8	8%	0%	31%	54%	8%
	9	0%	15%	38%	23%	23%
3. Qualidade	10	0%	8%	8%	31%	54%
	11	23%	0%	23%	15%	38%
	12	0%	0%	31%	54%	15%
	13	0%	8%	23%	46%	23%
	14	0%	38%	15%	46%	0%
	15	0%	15%	38%	31%	15%
	16	0%	23%	38%	23%	15%
	17	8%	8%	23%	62%	0%
4. Fluxo de materiais	18	46%	8%	23%	8%	15%
	19	8%	23%	46%	15%	8%
	20	15%	0%	0%	15%	69%
	21	31%	0%	46%	23%	0%
	22	8%	15%	0%	46%	31%
5. Organização, planejamento e fluxo de informações	23	0%	8%	46%	31%	15%
	24	0%	23%	31%	31%	15%
	25	15%	31%	31%	8%	15%
	26	38%	15%	15%	8%	23%
	27	17%	0%	25%	25%	33%
	28	15%	15%	31%	15%	23%
6. Melhoria contínua	29	0%	23%	31%	38%	8%
	30	15%	23%	15%	46%	0%

Fonte: O autor (2021)

As pequenas empresas apresentaram um desempenho bastante uniforme entre as diferentes categorias, fato que pode ser notado pelo formato próximo de um hexágono regular no gráfico de radar da Figura 10, mas ainda é possível perceber que os agrupamentos da qualidade e foco no cliente se sobressaem em comparação aos demais.

**Figura 10 – Gráfico de radar para as pequenas empresas**



**Fonte: O autor (2021)**

Obteve-se para as pequenas empresas, através da média de 59% da pontuação máxima atingida, o nível b, sendo assim, entende-se que há o uso de princípios *lean* em diversas áreas da empresa, juntamente de um alto foco em qualidade.

#### 4.4.3 Média e grande empresa

As médias empresas, que possuem entre 100 a 499 empregados, e as grandes empresas, com quadros superiores a 499 funcionários, foram analisadas em conjunto, visto que houve apenas uma pesquisa para a empresa de grande porte, no entanto, a classificação do nível de aplicação da construção enxuta foi avaliada separadamente. No Quadro 6, encontram-se as frequências relativas de respostas compiladas e os resultados destacados em escalas de cores.

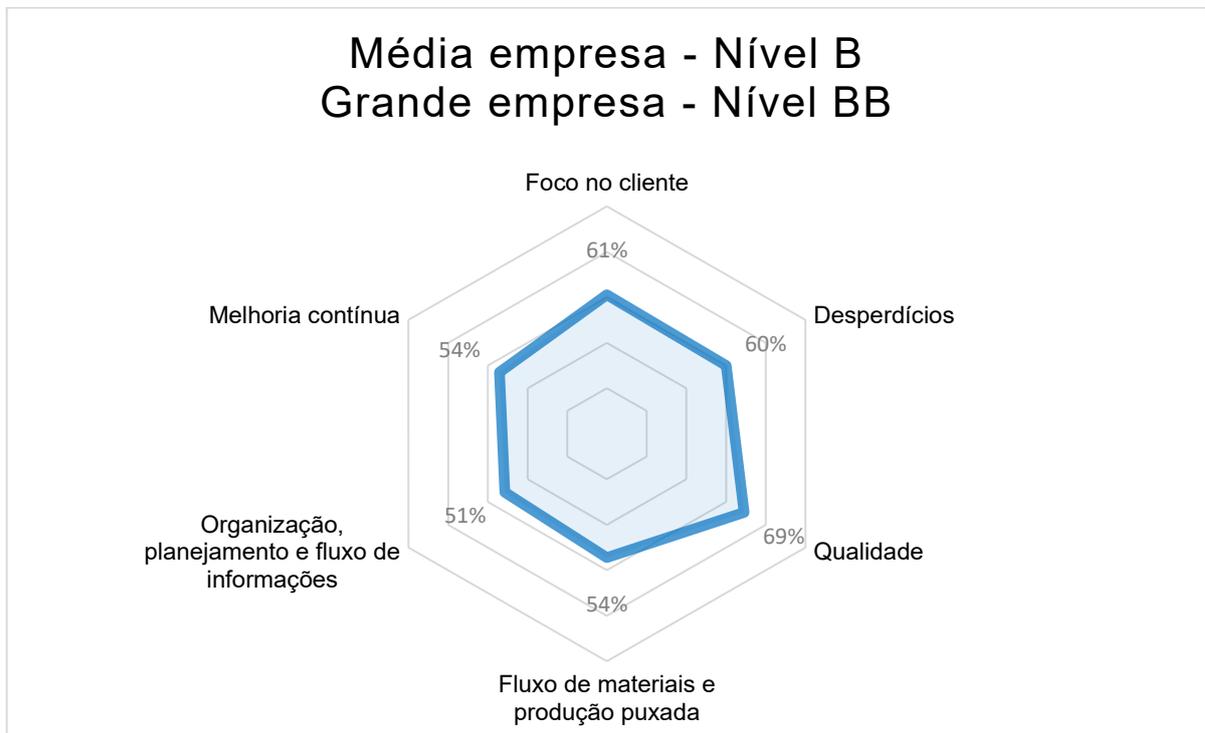
Quadro 6 – Frequência relativa de respostas para médias e grandes empresas

	Pergunta	Frequência de respostas				
		Muito pouco	Pouco	Razoável	Bom	Muito bom
1. Foco no Cliente	1	0%	0%	0%	88%	13%
	2	0%	0%	25%	50%	25%
	3	11%	33%	22%	22%	11%
	4	0%	11%	33%	56%	0%
2. Desperdício	5	11%	22%	33%	33%	0%
	6	22%	0%	44%	33%	0%
	7	0%	0%	33%	44%	22%
	8	0%	0%	33%	56%	11%
	9	0%	0%	56%	33%	11%
3. Qualidade	10	0%	0%	0%	33%	67%
	11	22%	0%	22%	11%	44%
	12	0%	11%	0%	44%	44%
	13	0%	0%	11%	56%	33%
	14	0%	33%	44%	22%	0%
	15	0%	33%	22%	33%	11%
	16	0%	11%	33%	44%	11%
	17	0%	0%	22%	78%	0%
4. Fluxo de Materiais	18	56%	11%	11%	0%	22%
	19	11%	56%	11%	11%	11%
	20	0%	0%	0%	0%	100%
	21	22%	22%	33%	0%	22%
	22	11%	11%	33%	22%	22%
5. Organização, Planejamento e Fluxo de informações	23	0%	33%	22%	33%	11%
	24	0%	11%	56%	11%	22%
	25	11%	33%	11%	44%	0%
	26	33%	44%	0%	0%	22%
	27	11%	0%	44%	44%	0%
	28	22%	11%	11%	33%	22%
6. Melhoria Contínua	29	0%	11%	22%	56%	11%
	30	13%	38%	13%	25%	13%

Fonte: O autor (2021)

Assim como as pequenas empresas, as médias e grandes empresas apresentaram um desempenho bastante uniforme entre as diferentes categorias, o formato do gráfico radar, apresentado na Figura 11, demonstra grande similaridade entre as citadas, tanto em forma quanto em pontuação, indicando uma possível intersecção de características, o que levaria a crer que possuem um grau de maturidade próximo em relação ao uso de princípios *lean*. Dessa maneira, demonstra-se necessário comparar pequenas empresas com médias e grandes empresas a nível de perguntas para permitir encontrar diferenças mais evidentes.

**Figura 11 – Gráfico de radar para as médias e grandes empresas**



**Fonte: O autor (2021)**

As médias empresas, através da média de 58% da pontuação máxima atingida, se situam no nível b, enquanto a única grande empresa avaliada obteve 68% de tal pontuação, sendo enquadrada no nível bb, um patamar acima das médias empresas. Portanto, entende-se que há a aplicação de princípios *lean* para ambos.

#### **4.5 Análise de resultados gerais**

Considerando as análises realizadas anteriormente, esta seção será destinada a realizar comparações entre empresas de diferentes portes, visando delinear as ações mais destoantes e identificar aquelas comuns a todos.

#### 4.5.1 Pontos convergentes e divergentes para os diferentes portes

Visando comparar de maneira mais minuciosa as respostas dadas pelas empresas de diferentes portes para as 30 perguntas do questionário, elaborou-se o Quadro 7, neste é possível verificar as respostas mais frequentes para cada porte empresarial através de uma escala de cores que variam de tons em verde para as respostas com maior pontuação até tons vermelhos para as menores, quando houve empate entre duas opções, razoável e bom, por exemplo, deixou-se o campo em cor neutra e com um traço por se tratar de resposta inconclusiva.

**Quadro 7 – Respostas mais frequentes por porte empresarial**

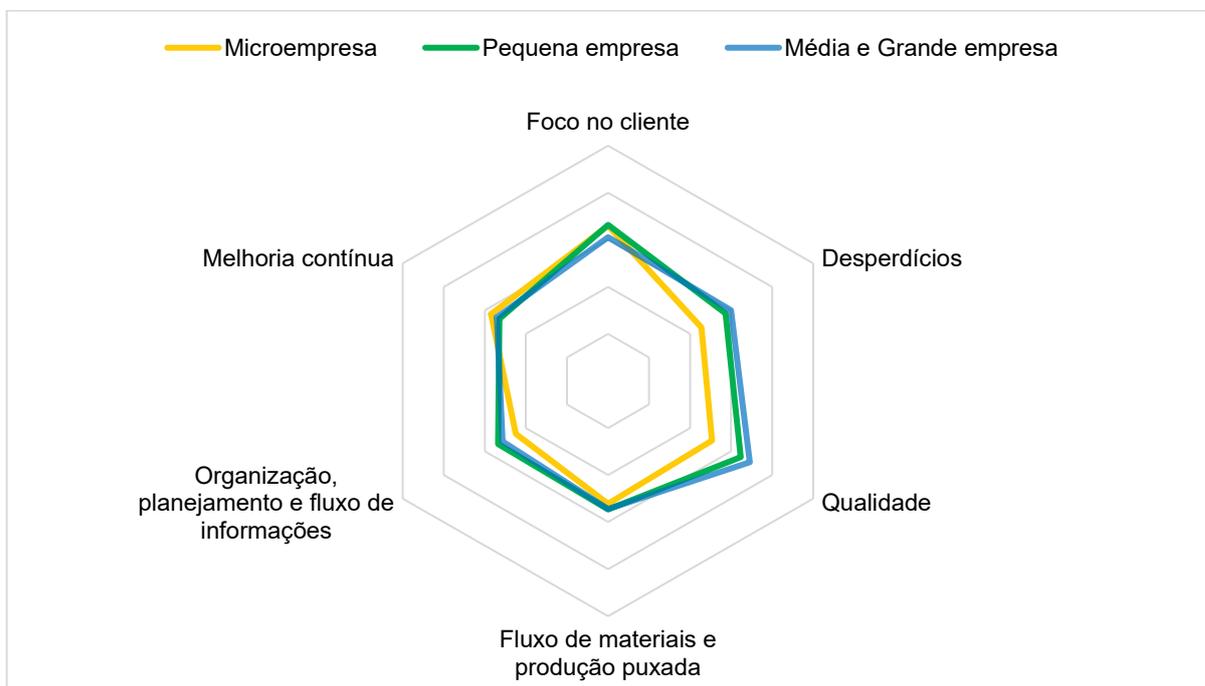
	Pergunta	Respostas mais frequentes		
		Microempresa	Pequena	Méd. e Grande
<b>1. Foco no Cliente</b>	1	-	Bom	Bom
	2	Razoável	Bom	Bom
	3	Bom	Bom	Pouco
	4	Bom	Bom	Bom
<b>2. Desperdício</b>	5	Razoável	Bom	-
	6	Razoável	Razoável	Razoável
	7	Razoável	Razoável	Bom
	8	Razoável	Bom	Bom
	9	Pouco	Razoável	Razoável
<b>3. Qualidade</b>	10	Muito bom	Muito bom	Muito bom
	11	Muito pouco	Muito bom	Muito bom
	12	Bom	Bom	-
	13	Bom	Bom	Bom
	14	Pouco	Bom	Razoável
	15	Pouco	Razoável	-
	16	Pouco	Razoável	Bom
	17	-	Bom	Bom
<b>4. Fluxo de Materiais</b>	18	Muito pouco	Muito pouco	Muito pouco
	19	-	Razoável	Pouco
	20	Muito bom	Muito bom	Muito bom
	21	Razoável	Razoável	Razoável
	22	Razoável	Bom	Razoável
<b>5. Organização, planejamento e fluxo de informações</b>	23	Razoável	Razoável	-
	24	Razoável	-	Razoável
	25	Bom	-	Bom
	26	Muito pouco	Muito pouco	Pouco
	27	-	Muito bom	-
	28	Muito pouco	Razoável	Bom
<b>6. Melhoria Contínua</b>	29	Razoável	Bom	Bom
	30	Razoável	Bom	Pouco

Fonte: O autor (2021)

A partir do Quadro 7, permitiu-se avaliar quais portes empresariais tiveram melhor ou pior desempenho em diferentes temas, sendo estes apresentados na sequência:

- a) **Certificação:** referente à pergunta de número 11, que indagava a respeito da existência de alguma certificação da qualidade como ISO ou PBQP-H, percebeu-se para os 3 maiores portes a indicação de haver pelo menos as duas certificações mencionadas, com exceção das microempresas, onde apontou-se que na maioria das vezes não há nenhuma certificação. Portanto, a falta de certificações da qualidade pode ser considerada uma característica que exerce influência para as microempresas serem alocadas no nível C. A lacuna na categoria qualidade das microempresas em comparação com as demais também pode ser percebida visualmente por meio da Figura 12.

**Figura 12 – Gráfico de radar com todos os portes sobrepostos**



**Fonte: O autor (2021)**

- b) **Qualidade do concreto:** um fator comum na maioria das obras pesquisadas está no fato de terem controle de qualidade do concreto realizado por terceiros, conforme abordagem da pergunta 10, esse fator atende o

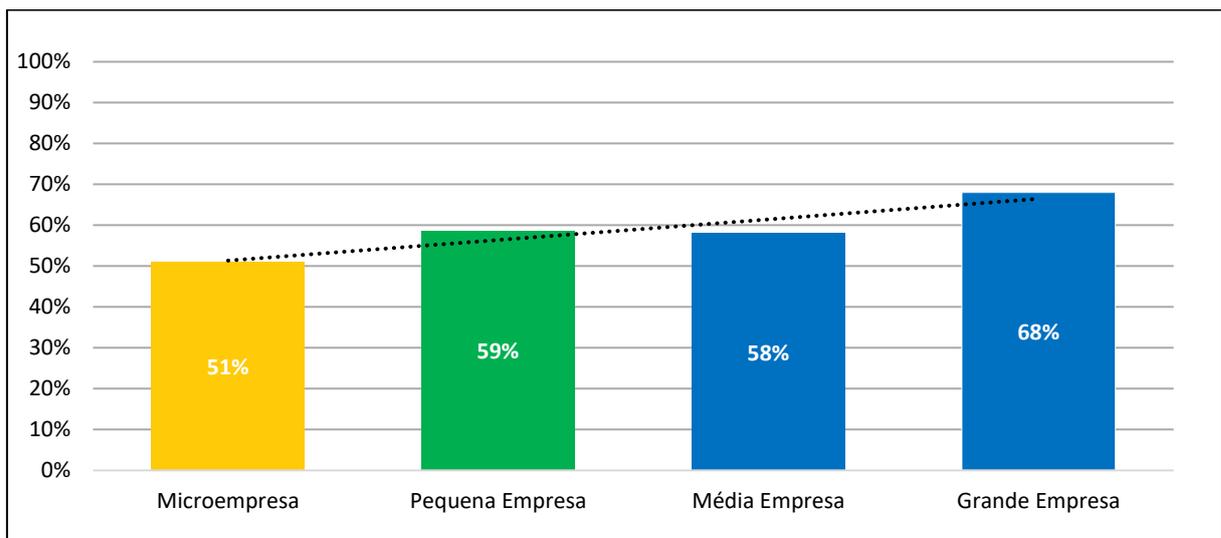
princípio proposto por Koskela (1992) ao passo contribui para a redução da variabilidade do processo construtivo e, por consequência, evita o aumento de atividades que não agregam valor.

- c) Uso de concreto usinado: como abordado anteriormente, percebe-se que a maioria das obras sinalizam utilizar concreto usinado, mas o que foi possível perceber somente analisando as respostas segmentadas por porte empresarial foi que 100% das obras de médio e grande porte utilizam concreto usinado em suas obras, sendo esta a única resposta unânime. É importante ressaltar que há também um fator econômico na opção pela compra do concreto pronto, tanto pela economia com funcionários quanto pela terceirização da responsabilidade pela qualidade do concreto.
- d) Gerenciamento visual: a partir dos resultados da pergunta 16, que lida com o sistema de gerenciamento visual, relativo aos diversos tipos de sinalização em uso nas obras, podemos verificar que há uma melhora gradual conforme se aumenta o porte da obra, variando da característica pouco para a microempresa até bom para aquelas de médio e grande porte. O gerenciamento visual é um pilar importante para um bom 5S, tradicional programa *lean* para uma boa organização e limpeza do canteiro de obras.
- e) Planejamento da produção: a aplicação do sistema *Last Planner* demonstra ser extremamente baixa em todos os níveis das obras pesquisadas neste trabalho, pois em geral, as obras de microempresas e pequenas empresas informam a classificação muito pouco, em resposta à pergunta 26, o que está relacionado com o uso do gráfico de Gantt e similares como forma principal de planejamento e as médias e grandes obras apontaram pouco uso do sistema. Dessa forma, percebe-se um grande potencial não explorado por estas obras, dado que a ferramenta *Last Planner* permeia diversos princípios do *Lean Construction* e, de acordo com Isatto *et al.* (2000), garante uma maior confiabilidade da produção.

#### 4.5.2 Evolução de pontuação conforme aumento do porte

Um dos objetivos específicos deste trabalho foi verificar a correlação entre o porte da empresa e seu nível de adoção da filosofia enxuta, para tentar identificar essa correlação, foi traçado o gráfico da Figura 13.

**Figura 13 – Evolução de pontuação atingida para os diferentes portes**



**Fonte: O autor (2021)**

Percebe-se um crescimento gradual de nível de utilização de princípios *lean* conforme se aumenta o porte empresarial, esse aumento parece acompanhar a linha de tendência traçada na Figura 13. No entanto, alguns comentários precisam ser feitos para que não sejam elaboradas conclusões precipitadas.

O primeiro comentário diz respeito aos portes de pequenas e médias empresas, de acordo com os resultados verificados anteriormente, não é possível afirmar que há grandes diferenças entre ambas que levem à conclusão de que o aumento de funcionários entre esses dois portes também seja acompanhado de melhora na aplicação de princípios enxutos, na verdade, o que foi identificado é um comportamento similar entre ambos.

Outra observação a ser feita, leva em consideração o fato do resultado de grandes empresas ser composto por apenas uma amostra, sendo assim, é inconclusiva a afirmação de que obras de empresas de grande porte possuem maior nível de aplicação de princípios *lean* que a de médias empresas.

Por fim, com base nas análises de respostas deste trabalho, pode-se afirmar que existe um indicativo de que pequenas e médias empresas, em média, possuem maior grau de adoção da filosofia enxuta que microempresas.

## 5 CONCLUSÕES

Este trabalho teve por finalidade avaliar a aplicação dos conceitos de Lean Construction por construtoras de diferentes portes atuantes na Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

Para tal, 31 participantes colaboraram com a pesquisa, sendo 9 das respostas referentes a empresas com até 19 empregados, 13 com número de funcionários variando entre 20 a 99, 8 respostas com um quadro de ao menos 100 até 499 empregados e apenas um referente a empresas com mais de 500 empregados. Após a coleta de dados, iniciou-se o processo de transformação de informações brutas em análises que permitissem compreender o panorama da aplicação de princípios *lean* na RMC por diferentes perspectivas.

A partir das análises da amostragem desta pesquisa, não foi identificado qualquer problema em relação ao uso da escala Likert com 5 pontos, tendo a distribuição das respostas variado sem grande concentração central. A percepção dos respondentes em relação ao resultado da pesquisa foi satisfatória, tendo 49% dos pesquisados informado acreditar que a empresa não utilizasse princípios da construção enxuta em suas obras, enquanto o resultado da metodologia LRC adaptada apontava um número de 45%, além disso, 80% dos que indicaram acreditar que a obra utilizava tais princípios tiveram sua expectativa compatível com os resultados da metodologia LRC adaptada. Sendo assim, entende-se que houve sucesso no objetivo de aplicar um modelo de avaliação do grau de aplicação do conceito *lean* a partir do ponto de vista do respondente.

Algumas características foram notáveis ao analisar todas as obras em conjunto, entre elas a informação de que há um alto nível de realização de controle da qualidade através de terceiros, ponto positivo que indica uma busca pela redução da variabilidade do processo construtivo. Notou-se um bom grau de mecanização nas obras, sendo um fato que colabora para a redução de perdas por processamento e diminuição do tempo de ciclo dos processos.

Dentre os pontos negativos percebidos, cabe citar a falta de certificações da qualidade em microempresas, sendo um ponto considerado forte para as empresas dos demais portes. Verificou-se que algumas ferramentas usadas tradicionalmente em empresas que adotam os princípios do LC não pontuaram bem na avaliação das obras deste trabalho sendo elas o Kanban, indicando uma baixa transparência dos

processos, e o *Last Planner*, revelando uma possível fragilidade no planejamento da produção.

O gerenciamento visual das obras demonstrou ser uma característica que ganha maior uso conforme o aumento do porte da empresa, sendo esse um dos princípios do programa 5S.

Após análise do grau de adoção da filosofia enxuta para empresas de diferentes portes, percebeu-se que apenas as obras de microempresas não obtiveram a pontuação suficiente para serem enquadradas entre aquelas com aplicação *lean*, mas posicionaram-se no nível C, sendo consideradas conscientes da qualidade em processos, as demais atingiram o nível B, sendo um nível moderado de uso de princípios enxutos.

Buscou-se identificar alguma correlação entre o porte de uma empresa e seu nível de adoção da filosofia enxuta, percebeu-se que, entre as microempresas e pequenas/médias empresas, há um aumento do nível de aplicação do *Lean Construction*, no entanto, pequenas e médias empresas tiveram desempenhos muito similares, não sendo percebida diferença significativa, já o salto em número de funcionários para as grandes empresas, apesar de demonstrar um aumento na pontuação de aplicação LC, foi considerado inconclusivo, visto que havia apenas uma amostra de grande empresa disponível para análise.

Sugere-se como trabalhos futuros, realizar um comparativo aplicado em obras de diferentes portes da Região Metropolitana de Curitiba utilizando os mesmos parâmetros do LRC adaptado, porém de maneira presencial.

Outro ponto que não foi possível esclarecer e pode ser abordado em um trabalho futuro é relativo à existência de uma correlação entre o porte da empresa e seu nível de adoção da filosofia enxuta aplicada a grandes empresas, visto que a amostragem desta pesquisa não permitiu a realização de tal análise.

## REFERÊNCIAS

CBIC. **Desempenho Econômico da Indústria da Construção Civil - 1º Trimestre 2021**. Disponível em: <<https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/04/desempenho-const-civil-1o-tri-2021.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

CIAMPA, D. **The CEO's role in time-based competition**. Homewood: Business One Irwin, 1991.

DALMORO, M.; VIEIRA, K. M. Dilemas na construção de Escalas do tipo Likert: o Número de Itens e a Disposição Influenciam nos Resultados? In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO – ENANPAD, 32. ed. **Anais...** Rio de Janeiro: 2008.

FORMOSO, C.T. et al. **Material Waste in Building Industry: Main Causes and Prevention**. Journal of Construction Engineering and Management, v. 128, n. 4, p. 316-325, 2002.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos**. Porto Alegre: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

GALLARDO, C. A. S. **Princípios e Ferramentas do Lean Thinking na Estabilização Básica**: diretrizes para implantação no processo de fabricação de telhas de concreto pré-fabricadas. 2007. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HOFACKER, A. *et al.* Rapid lean construction-quality rating model (LCR). In: 16th International Group for Lean Construction Conference (IGLC16), 2008, Manchester. **Anais do 16thIGLC**. Manchester, UK: IGLC, 2008.

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

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to the construction industry**. Technical Report n. 72, Center for Integrated Facilities Engineering, Dept. of Civil Engineering, Stanford University, CA, 1992.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE. **Lean Lexicon**: a graphical glossary for Lean Thinkers. 4 ed. Cambridge: Lean Enterprise Institute, 2008.

MEIRA, A. R. *et al.* Metodologia para redução das perdas na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: ENEGEP, 1998.

MELLO, L. C. B. B.; AMORIM, S. R. L. **O subsector de edificações da construção civil no Brasil**: uma análise comparativa em relação à União Europeia e aos Estados Unidos. *Production Journal*, v. 19, n. 2, p. 388-399, 2009.

MIRANDA, C. M. G. *et al.* **Um modelo para o sistema de construção enxuta a partir do Sistema Toyota de Produção**. In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Ouro Preto, 2003. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003\\_tr0110\\_0909.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0110_0909.pdf)> Acesso em: 30 jul. 2021.

NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2016. Disponível em: <<https://www.undp.org/content/dam/brazil/docs/agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf>> Acesso em: 11 jul. 2021.

PERETTI, L. C.; FARIA, A. C.; SANTOS, I. C. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em construtoras verticais**: estudo de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo. XXXVII Encontro da ANPAD, 2013. Disponível em: <[http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013\\_EnANPAD\\_GOL681.pdf](http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GOL681.pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2021.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas. **Anuário do trabalho na micro e pequena empresa**: 2013. Brasília: DIEESE, 2013. Disponível em: <[https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa\\_2013.pdf](https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf)>. Acesso em: 5 nov. 2021.

SHINGO, S. **Study of Toyota production system from industrial engineering viewpoint**. Tokyo: Japan Management Association, 1984.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean thinking**: Banish waste and create wealth in your corporation. 2 ed. New York: Free Press, 2003.

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

**APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DO MODELO LCR**

Categorias e pontos de avaliação do LCR, em escala de 0 a 6			
Categoria	Nº	Ponto de Avaliação	0 - 6
1. Foco no Cliente	1	Foco no cliente, em termos de vendas, marketing e estratégia de foco, detectando o que é valor para o cliente.	
	2	Comunicação regular com o cliente e flexibilidade para adaptar as mudanças requeridas.	
	3	Flexibilidade do projeto e comunicação entre projetistas e gerente da construção (durante a execução).	
	4	Limpeza do canteiro de obras (5S).	
2. Desperdício	5	Desperdício dos materiais de construção: detecção dos desperdícios e consciência no canteiro.	
	6	Ações, conhecimento e incentivos para eliminar os desperdícios (produção em excesso, tempos de espera, transportes desnecessários, retrabalhos...).	
	7	Gerenciamento dos resíduos (reciclagem, separação do entulho da construção).	
	8	Utilização dos espaços: quanto o espaço é eficientemente utilizado (áreas dedicadas aos materiais, pequenas peças organizadas, menor espaço possível utilizado).	
	9	Tempo desperdiçado (redução do tempo de transporte, tempo de espera, padronização do uso de equipamentos e transportes).	
3. Qualidade	10	Controle de qualidade constante dos materiais de construção (ex. certificação de controle da resistência do concreto).	
	11	A empresa possui algum tipo de certificação da qualidade (ex. ISO, PBQP-H).	
	12	Percepção visual da qualidade de execução dos serviços (variabilidade do padrão).	
	13	Segurança no local de construção.	
	14	Análise da causa raiz de retrabalho executado.	
	15	Padronização dos procedimentos.	
	16	Sistema de gerenciamento visual (sinalização clara, sinalização autoexplicativa e sistemas de controle de qualidade).	
	17	Grau de mecanização (maquinário técnico) para obter uma qualidade de padronização e desempenho.	

Categorias e pontos de avaliação do LCR, em escala de 0 a 6			
Categoria	Nº	Ponto de Avaliação	0 - 6
4. Fluxo de Materiais	18	Sistema de cartões Kanban (existência e bom funcionamento).	
	19	Aplicação de conceitos Just-In-Time (medição e.g. da quantidade de armazenamento, ex. estoque > 1 semana, não é JIT).	
	20	Uso de betão pronto e fluxo de material eficiente no canteiro de obras (por exemplo, manual em concreto situ = 0).	
	21	Sistema de pedido e tempo de reposição de materiais (concreto, aço, tijolos) pelos fornecedores (1 dia = (6), 1 semana = (3), > 2 semanas = (0)).	
	22	Uso de sistemas de suporte ao transporte (grua) e padronização dos transportes (pallets).	
5. Organização	23	Como é a consciência, convencimento e suporte da alta gerência na aplicação dos conceitos da Lean Construction.	
	24	Motivação e responsabilidade dos empregados (existem ações, métodos que promovam isso?).	
	25	Polivalência dos times (o quão flexíveis são os empregados para trabalhar em diferentes serviços).	
	26	São feitas reuniões diárias com aplicação do sistema Last Planner (6)? Ou a estrutura de planeamento da produção é tradicional (0)?	
	27	Ferramentas de comunicação (ex. aplicação do Andon).	
	28	Aplicação de sistemas de informação vertical e horizontal.	
6. Melhoria Contínua	29	Busca da empresa pela perfeição, processo de aplicação do aprendizado de projeto para projeto.	
	30	Educação continuada dos empregados (ex. qualidade, cursos de especialização, Lean...).	

**APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO LCR ADAPTADO PARA ESTA PESQUISA**

Em qual dessas categorias você se encaixa? \*

- Estagiário
- Profissional

Qual a estimativa do número de funcionários da empresa responsável pela obra?

\*

- 0 a 19
- 20 a 99
- 100 a 499
- Acima de 500

**1 - Foco no cliente, em termos de vendas, marketing e foco estratégico, detectando o que é o valor para o cliente.**

Muito pouco (0): assim que assinado o contrato não são permitidas quaisquer modificações, escritório de vendas e canais de comunicação com o cliente são pouco ativos.

Muito bom (4): alto foco no cliente com área dedicada a atender ele, explicações claras a respeito do projeto, ambiente receptivo ao cliente (café, água, etc.), flexibilidade em relação às necessidades do cliente, área de marketing profissional como parte da estratégia da empresa.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**2 - Comunicação regular com o cliente e flexibilidade para adaptar as mudanças requeridas.**

Muito pouco (0): comunicação não formalizada e só existe quando o cliente entra em contato, sem flexibilidade para atender mudanças requeridas.

Muito bom (4): canais de comunicação funcionais, comunicação regular, cliente possui um contato acessível dentro da empresa, são enviados relatórios de progresso da obra, flexível para adaptar mudanças requeridas.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

### 3 - Flexibilidade do projeto e comunicação entre projetistas e responsáveis pela construção (durante a execução).

Muito pouco (0): baixa flexibilidade do projeto, ou a execução é feita rigorosamente conforme projetado (sem observar demandas do cliente), ou mudanças são feitas na execução, porém sem comunicar projetistas e arquitetos.

Muito bom (4): havendo necessidade de mudanças na execução para atender a requisitos do cliente, é feita a comunicação com os projetistas para que as soluções sejam elaboradas em conjunto.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

### 4 - Limpeza e organização do canteiro de obras (5S).

Muito pouco (0) = entulho no chão, muitos estoques, canteiro de obras não preparado e pouco organizado, poucas placas de sinalização, ferramentas e maquinários espalhados pela obra.

Muito bom (4) = ambiente limpo, poucos estoques e quando existem estão bem sinalizados e organizados, ferramentas e maquinários tem um local específico, canteiro de obras bem organizado.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

### 5 - Desperdício dos materiais de construção: detecção dos desperdícios e consciência no canteiro.

Muito pouco (0): funcionários sem treinamento sobre os 7 tipos de desperdícios (superprodução, espera, movimentação, processo desnecessário, estoque, transporte, defeitos) e não se percebe a responsabilidade dos funcionários em reduzir desperdícios.

Muito bom (4): funcionários treinados e conscientes dos 7 tipos de desperdícios, há um esforço coletivo na redução de desperdícios.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

### 6 - Ações, conhecimento e incentivos para eliminar os desperdícios (produção em excesso, tempos de espera, transportes desnecessários, retrabalhos...).

Muito pouco (0): não há incentivos aos funcionários ou engenheiros para que se reduza o desperdício, as pessoas não são conscientes a respeito de transportes desnecessários.

Muito bom (4): há incentivos para os funcionários elaborarem medidas de redução de desperdícios e tempo de transporte, há reuniões regulares e planos de ação para discutir melhorias e melhorar o gerenciamento de resíduos.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**7 - Gerenciamento dos resíduos (reciclagem, separação do entulho da construção).**

Muito pouco (0): resíduos não são separados, ficam espalhados pelo canteiro de obras, o descarte de entulhos é misturado.

Muito bom (4): resíduos são separados e alocados corretamente, há incentivo para reduzir desperdícios.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**8 - Utilização dos espaços: quanto o espaço é eficientemente utilizado (áreas dedicadas aos materiais, pequenas peças organizadas, menor espaço possível utilizado).**

Muito pouco (0): muitos espaços parcialmente utilizados, longas distâncias para percorrer no canteiro, caminhos tem obstáculos de entulhos, sem sinalização de onde devem estar os materiais.

Muito bom (4): alguns poucos espaços utilizados de maneira intensiva, caminhos curtos e sinalizados, ferramentas e materiais ficam posicionados em locais estratégicos (próximos de onde serão utilizados) e sinalizados.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**9 - Tempo desperdiçado (redução do tempo de transporte, tempo de espera, padronização do uso de equipamentos e transportes).**

Muito pouco (0): sem paletização de materiais e longos trajetos de transporte.

Muito bom (4): transporte padronizado, transporte com grua, trajetos otimizados,

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**10 - Controle de qualidade constante dos materiais de construção (por exemplo: certificação de controle da resistência do concreto).**

Muito pouco (0): não há controle de qualidade de concreto realizada por terceiros.

Muito bom (4): controle de qualidade de concreto realizados por terceiros.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**11 - A empresa possui algum tipo de certificação da qualidade (por exemplo: ISO, PBQP-H).**

Muito pouco (0): nenhuma certificação.

Razoável (2): Apenas ISO ou apenas PBQP-H.

Muito bom (4): Pelo menos ISO e PBQP-H.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**12 - Percepção visual da qualidade de execução dos serviços (variabilidade do padrão).**

Muito pouco (0): baixa precisão do nivelamento do piso, paredes fora de prumo, materiais quebrados, uso de materiais de baixa qualidade e maquinários de forma imprópria.

Muito bom (4): sem variações percebidas, uso de materiais e maquinários de maneira apropriada.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**13 - Segurança no canteiro de obras.**

Muito pouco (0): funcionários ou até mesmo visitantes sem equipamentos de proteção adequados (capacete, óculos, calçado de segurança), sem instruções de segurança, guarda-corpos improvisados.

Muito bom (4): todos no canteiro utilizam equipamentos de proteção adequados, guarda-corpos dentro dos padrões, instruções de segurança passadas regularmente aos funcionários e visitantes.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**14 - Busca e análise das causas dos retrabalhos (5W).**

Muito pouco (0): não são feitas análises de causa raiz para retrabalhos feitos.

Muito bom (4): todos os retrabalhos relevantes são relatados, são conduzidas análises de causa raiz, no caso de problemas relacionados a fornecedores, o gerente de projeto entra em ação para identificar e solucionar o problema.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**15 - Padronização de processos.**

Muito pouco (0): nenhum ou poucos processos padronizados

Muito bom (4): padronização de projetos, materiais (uso de pré-fabricados, por exemplo), uso de módulos (banheiros, lavatórios, etc.), transporte de materiais paletizados, entre outras iniciativas.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**16 - Sistema de gerenciamento visual (sinalização clara, sinalização autoexplicativa e sistemas de controle de qualidade).**

Muito pouco (0): pouco uso de sinalizações.

Muito bom (4): sinalizações claras (por exemplo, espaços destinados a circulação de pessoas), sinalização de estoque (onde deixar materiais e em que quantidade), uso de sinalizações autoexplicativas com imagens ao invés de apenas texto.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**17 - Grau de mecanização (maquinário técnico) para obter uma qualidade de padronização e desempenho.**

Muito pouco (0): quase sem maquinários, operações realizadas, na maioria das vezes, de maneira manual e uso de equipamentos antigos (>5 anos).

Muito bom (4): alto grau de mecanização e cuidado com gargalos, grua conectada a módulos padrão para o transporte, maquinários de dimensão compatível com a necessidade, operadores capacitados para operar e manter o maquinário em bom estado.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**18 - Sistema de cartões Kanban (existência e bom funcionamento).**

Obs: Kanban é um sistema visual com uso de cartões ou post-its para gerenciamento de tarefas conforme elas são realizadas em um processo contínuo. Exemplo de um quadro Kanban na imagem abaixo.

Muito pouco (0): não há um sistema Kanban implantado ou outro sistema similar. O fluxo de materiais não é coordenado no canteiro.

Muito bom (4): uso de sistema Kanban operacional e eficiente ou outro sistema similar em um esquema de processos puxados.

Quadro Kanban						
Para fazer	Planejar	Executar		Revisar	Ajustar	Feito
		Em andamento	Feito			
						
						
						
						

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

### 19 - Aplicação de conceitos Just-In-Time (medição da quantidade de armazenamento, estoque > 1 semana não é JIT).

Muito pouco (0): muito estoque (estoque de materiais como tijolos, madeira, formas, etc., para mais de uma semana), execução da construção não é conduzida com base na data de entrega estipulada.

Muito bom (4): pouquíssimos estoques, eficiente e rápido sistema de pedidos de materiais, condução do projeto é feito sempre em relação ao prazo de entrega ao cliente.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

### 20 - Uso de concreto usinado.

Muito pouco (0): concreto produzido no canteiro

Muito bom (4): concreto usinado

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

### 21 - Sistema de pedido e tempo de reposição de materiais (concreto, aço, tijolos) pelos fornecedores.

Muito pouco (0): >2 semanas

Razoável (2): 1 semana

Muito bom (4): 1 dia

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**22 - Uso de sistemas de suporte ao transporte (grua) e padronização dos transportes (pallets).**

Muito pouco (0): sem padronização de transporte, sem grua e carregamento/descarregamento feito de forma manual, sem uso de pallets.

Muito bom (4): material peletizado, grua realiza o carregamento e descarrega diretamente no destino final de uso.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**23 - Como é a consciência, convencimento e suporte da alta gerência na aplicação dos conceitos da Lean Construction.**

Muito pouco (0): alta gerência não tem conhecimento de princípios do Lean Construction ou não tem interesse em aplicá-los, não há fomento à iniciativas dos empregados.

Muito bom (4): alta gerência tem conhecimento, aplica e fomenta o aprendizado de Lean Construction através de livros e treinamentos.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**24 - Motivação e responsabilidade dos empregados (existem ações, métodos que promovam isso?).**

Muito pouco (0): funcionários não são muito motivados (mensurável pelo alto índice de faltas), baixa qualidade na construção, funcionários de hierarquia mais baixa não são ouvidos e não recebem incentivos para sugerir melhorias, falta de responsabilidade dos funcionários e pouca compensação por ir além do esperado.

Muito bom (4): há reuniões regulares para discutir possibilidades de melhorias com os funcionários, uso de gestão por objetivos (ao invés de controle), funcionários colaborativos são frequentemente solicitados para sugerir melhorias, alto nível de responsabilidade dos profissionais.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**25 - Polivalência dos times (o quão flexíveis são os empregados para trabalhar em diferentes serviços).**

Muito pouco (0): funcionários realizam apenas sua tarefa específica.

Muito bom (4): rodízio de tarefas (job rotation) e funcionários polivalentes que tem habilidade, possibilidade e vontade de conduzir diferentes tarefas com diferentes responsabilidades, apesar de terem certo grau de especialização.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**26 - São feitas reuniões diárias com aplicação do sistema Last Planner (planejamento e controle da produção com visão de curto, médio e longo prazo) (4)? Ou a estrutura de planejamento da produção é tradicional (gráfico de Gantt, etc.) (0)?**

Muito pouco (0): estrutura de planejamento da produção tradicional com o uso de gráfico de Gantt e similares.

Muito bom (4): reuniões diárias com aplicação do sistema Last Planner (planejamento e controle da produção com visão de curto, médio e longo prazo).

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**27 - Ferramentas de comunicação.**

Muito pouco (0): sem ferramentas de comunicação disponíveis.

Muito bom (4): simples, mas eficientes ferramentas de comunicação disponíveis no canteiro, por exemplo, rádios comunicadores, uso de sinalizações luminosas (Andon).

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**28 - Aplicação de sistemas de informação vertical e horizontal.**

Muito pouco (0): sem sistema de comunicação implementado.

Muito bom (4): faz uso de softwares como SAP ou similares, plataforma de comunicação baseada na web que integra a administração, fornecedores, clientes e o canteiro.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**29 - Busca da empresa pela perfeição, processo de aplicação do aprendizado de projeto para projeto (lições aprendidas).**

Muito pouco (0): sem formalização da melhoria contínua, tanto em um projeto específico quanto de um projeto para outro.

Muito bom (4): ações de melhoria contínua efetivas e formalizadas, uso de lições aprendidas e realização de reuniões regulares durante todas as fases do projeto.

0 (muito pouco)   1 (pouco)   2 (razoável)   3 (bom)   4 (muito bom)

**30 - Educação continuada dos empregados (por exemplo, tópicos de qualidade, cursos de especialização, Lean Construction...).**

Muito pouco (0): sem treinamento contínuo e programas de qualificação para os funcionários.

Muito bom (4): incentivo à educação e programas de especialização disponíveis para os funcionários, essa iniciativa integra a estratégia da empresa.

No seu entendimento, a empresa aplica os princípios da construção enxuta (Lean Construction) em suas obras? \*

- Sim
- Não
- Não sei