

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL - GUARAPUAVA  
ENGENHARIA CIVIL**

**MILENA ALVES FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION EM  
TRÊS CONSTRUTORAS DE FRANCISCO BELTRÃO: ESTUDO DE CASO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**GUARAPUAVA**

**2023**

**MILENA ALVES FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION EM  
TRÊS CONSTRUTORAS DE FRANCISCO BELTRÃO: ESTUDO DE CASO**

**EVALUATION OF THE DEGREE OF IMPLEMENTATION OF LEAN  
CONSTRUCTION IN THREE CONSTRUCTION COMPANIES IN FRANCISCO  
BELTRÃO: CASE STUDY.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientadora: Prof. Dr<sup>a</sup>. Laura Silvestro

**GUARAPUAVA**

**2023**



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

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**MILENA ALVES FERREIRA**

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION EM  
TRÊS CONSTRUTORAS DE FRANCISCO BELTRÃO: ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Coordenação de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 08 de dezembro de 2023

---

Laura Silvestro  
Professora Doutora  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Camila Isaton  
Professora Doutora  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

---

Alamanda Thaise de Oliveira Araújo  
Mestre em Engenharia Civil  
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

**GUARAPUAVA**

**2023**

Dedico este trabalho a Deus e à minha família, especialmente aos meus pais, por todo suporte durante essa jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus por minha vida e por guiarme para superar todos os desafios ao longo do curso, tornando possível a realização dos meus objetivos durante meus anos de estudos.

Aos meus pais e irmã, que me incentivaram nos momentos difíceis, oferecendo apoio constante durante essa jornada e compreendendo minha ausência durante a graduação.

À minha orientadora, Professora Laura Silvestro, agradeço por todo o auxílio, compreensão e por sempre acreditar em mim. Sua dedicação e amizade foram fundamentais durante a realização desse trabalho.

Agradeço ao meu companheiro, Alexandre Tomazoni, por seu apoio incondicional durante minha graduação. Você esteve ao meu lado em todos os momentos, proporcionando a força e o auxílio necessários para completar meu trabalho. Sua paciência foi muito importante nos momentos em que mais precisei.

Agradeço aos meus amigos que estiveram ao meu lado durante a graduação, pelo companheirismo e pela troca de experiências que possibilitaram não apenas o meu crescimento pessoal, mas também o meu desenvolvimento como profissional.

Finalmente, expresso minha gratidão a todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho e para a minha jornada durante a graduação.

## RESUMO

FERREIRA, Milena Alves. **Avaliação do grau de implementação do Lean Construction em três construtoras de Francisco Beltrão: estudo de caso.** 2023. 78 pg. Trabalho de Conclusão de Curso Bacharelado em Engenharia Civil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Guarapuava, 2023.

A indústria da construção tradicional enfrenta diversos desafios que impactam sua eficiência, qualidade e sustentabilidade. Atualmente, as empresas do setor da construção civil estão reconhecendo a importância de melhorar a qualidade, reduzir desperdícios e custos e aumentar a eficiência para se manterem competitivas. O Lean Construction, tem ganhado destaque como uma abordagem eficaz para alcançar esses objetivos. Essa filosofia se baseia em eliminar desperdícios, otimizar fluxos de trabalho e melhorar a colaboração entre os envolvidos no projeto de construção, buscando maximizar o valor para o cliente, ao mesmo tempo em que reduz os custos e aumenta a produtividade. Diante disso, o objetivo principal desse trabalho é aplicar a ferramenta Lean Construction Assessment Tool (LCAT), para diagnosticar o "Lean score" de três construtora situadas na cidade de Francisco Beltrão, assim contribuindo para a melhoria do desempenho das empresas no mercado da construção civil, aumentando a sua capacidade produtiva, reduzindo custos e melhorando a qualidade dos serviços prestados. A pesquisa é classificada como qualitativa-quantitativa, aplicada, exploratória e estudo de caso. Por meio da aplicação do questionário que contém 84 práticas divididas em quatro categorias: gestão da qualidade, gestão da cadeia de suprimentos e logística, planejamento e controle da produção e gestão de projetos será atribuída uma nota de 0 a 2 para cada prática. Com base na ferramenta LCAT foi possível concluir que as Empresas A e B exibem um Lean Score alto, com pontuações próximas, enquanto a Empresa C demonstra um Lean Score ligeiramente inferior, se encaixando na faixa média. Além disso, torna-se evidente que a experiência profissional, a aquisição de qualificações adicionais e o conhecimento em edifícios verticais por parte dos gestores desempenham um papel crucial nos resultados da pesquisa. Sendo um dos motivos pelos quais a Empresa C demonstra um Lean Score inferior em comparação com outras empresas analisadas neste estudo. Por fim, pode-se concluir que a ferramenta proposta por Camargo Filho (2017) demonstrou eficácia ao identificar áreas de aprimoramento dentro do contexto da Construção Enxuta.

**Palavras-chave:** Lean. Construção enxuta. Grau de implementação. Construção civil.

## ABSTRACT

FERREIRA, Milena Alves. **Evaluation of the degree of implementation of Lean Construction in three construction companies in Francisco Beltrão: case study.** 2023. 78 pg. Work of Conclusion Course in Civil Engineering - Federal Technology University - Paraná. Guarapuava, 2023.

The traditional construction industry faces several challenges that impact its efficiency, quality and sustainability. Currently, companies in the construction sector are recognizing the importance of improving quality, reducing waste and costs and increasing efficiency to remain competitive. Lean Construction has gained prominence as an effective approach to achieving these goals. This philosophy is based on eliminating waste, optimizing workflows and improving collaboration between those involved in the construction project, seeking to maximize value for the client, while reducing costs and increasing productivity. Therefore, the main objective of this work is to apply the Lean Construction Assessment Tool (LCAT), to diagnose the "Lean score" of three construction companies located in the city of Francisco Beltrão, thus contributing to improving the performance of companies in the construction market. civil, increasing its production capacity, reducing costs and improving the quality of services provided. The research is classified as qualitative-quantitative, applied, exploratory and case study. By applying the questionnaire that contains 84 practices divided into four categories: quality management, supply chain and logistics management, production planning and control and project management, a score from 0 to 2 will be assigned to each practice. Based on the LCAT tool, it was possible to conclude that Companies A and B exhibit a high Lean Score, with close scores, while Company C demonstrates a slightly lower Lean Score, falling into the average range. Furthermore, it becomes clear that professional experience, the acquisition of additional qualifications and knowledge of vertical buildings by managers play a crucial role in the research results. This is one of the reasons why Company C demonstrates a lower Lean Score compared to other companies analyzed in this study. Finally, it can be concluded that the tool proposed by Camargo Filho (2017) demonstrated effectiveness in identifying areas for improvement within the context of Lean Construction.

**Keywords:** Lean. Lean construction. Lean Score. Construction.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo de conversão tradicional.....	19
Figura 2 - Modelo de conversão enxuta .....	20
Figura 3 - Etapas da pesquisa .....	28
Figura 4 - Mapa da localização da cidade Francisco Beltrão .....	29
Figura 5 - Placas de aviso.....	37
Figura 6 - Pontos Elétricos.....	37
Figura 7 - Pavimento de garagem.....	38
Figura 8 - Fachada do empreendimento A.....	38
Figura 9 - Pavimento garagem.....	41
Figura 10 - Placa de identificação.....	42
Figura 11 - Quarto apartamento modelo.....	42
Figura 12 - Ambiente conjugado apartamento modelo.....	43
Figura 13 - Sacada apartamento modelo .....	43
Figura 14 - Fachada empreendimento B .....	44
Figura 15 - Garagem .....	47
Figura 16 – Cobertura 7º pavimento .....	48
Figura 17 - Cobertura 8º pavimento.....	48
Figura 18 - Entrada apartamento 5º pavimento.....	49
Figura 19 - Banheiro apartamento 5º pavimento .....	49
Figura 20 - Fachada empreendimento C .....	50



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diferenças entre a Indústria de Manufatura e Construção.....	17
Quadro 2 - Resumo dos métodos avaliativos existentes de práticas Lean.....	24
Quadro 3 - Categoria, pré-requisitos e critérios.....	26
Quadro 4 - Caracterização dos empreendimentos .....	31
Quadro 5 - Escala de avaliação aplicada .....	32
Quadro 6 - Faixas Lean Score .....	33

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Gráfico em barras da média das categorias .....	51
Gráfico 2 - Gráfico em radar das médias das categorias .....	52
Gráfico 3 - Histograma de frequência das categorias da Empresa A .....	53
Gráfico 4 - Histograma de frequência das categorias da Empresa B .....	53
Gráfico 5- Histograma de frequência das categorias da Empresa C .....	54
Gráfico 6 - Lean Score das empresas .....	55

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 OBJETIVOS GERAIS.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 PRODUÇÃO ENXUTA.....	14
2.2 CONSTRUÇÃO ENXUTA.....	16
2.2.1 Modelo de Gestão Tradicional vs Modelo de Gestão Enxuta .....	19
2.3 RELAÇÃO ENTRE CONSTRUÇÃO ENXUTA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL .....	20
2.4 MÉTODOS E FERRAMENTAS EXISTENTES.....	22
2.5 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE CONSTRUÇÃO ENXUTA (LCAT) .....	23
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>27</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO.....	27
3.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	28
3.2.1 Critérios Para Seleção Das Empresas .....	28
3.2.2 Área De Estudo.....	29
3.2.3 Caracterização Das Empresas e Empreendimentos.....	29
3.2.4 Caracterização dos gestores .....	31
3.2.5 Aplicação Do Questionário.....	32
3.2.6 Análise e Discussão Dos Resultados .....	33
<b>4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>34</b>
4.1 RESULTADOS DAS EMPRESAS .....	34
4.1.1 Empresa A.....	34
4.1.2 Empresa B.....	39
4.1.3 Empresa C .....	44
4.2 RESULTADO POR CATEGORIAS .....	50
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>59</b>
<b>ANEXO A - FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO LCAT</b> .....	<b>63</b>
<b>ANEXO B - FORMULÁRIO APLICADO NA EMPRESA A</b> .....	<b>67</b>
<b>ANEXO C - FORMULÁRIO APLICADO NA EMPRESA B</b> .....	<b>71</b>
<b>ANEXO D - FORMULÁRIO APLICADO NA EMPRESA C</b> .....	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção tradicional enfrenta vários desafios, incluindo alto consumo de energia, baixa eficiência e baixa qualidade. No entanto, a adoção de práticas de industrialização na construção pode ajudar a superar esses problemas e melhorar a eficiência e a qualidade da construção (TIAN *et al.*, 2022).

O excesso de custos devido a atrasos no cumprimento dos prazos de entrega e desperdício de material é um problema comum na indústria da construção. Isso pode levar a atrasos na entrega do projeto, aumento dos custos e redução da satisfação do cliente (HUSSIN, 2013).

Conforme citado por Hussin (2013), o custo adicional pode corresponder a uma parcela de até 14% do valor total do contrato do projeto, o que possui uma relevância considerável. Além disso, cerca de 70% de todos os projetos na indústria da construção enfrentam atrasos no cumprimento dos prazos de entrega, o que indica que o problema é bastante recorrente. Na construção civil, 10% do material total do projeto acaba sendo desperdiçado. Isso pode ser atribuído a vários fatores, como erros de cálculo, falta de planejamento adequado, uso excessivo de materiais e falhas na comunicação (HUSSIN, 2013).

O setor de construção civil é bastante complexo e possui particularidades que torna a aplicação direta de ferramentas de produção enxuta mais desafiadora em comparação com outros ambientes industriais. No entanto, isso não significa que essas ferramentas não possam ser adaptadas e aplicadas com sucesso no setor (KOSKELA, 2000).

Outra característica distintiva da indústria da construção civil é a elevada rotatividade e a prática extensiva de terceirização. Apesar do contínuo avanço da modernização e mecanização no processo de trabalho no setor no Brasil, permanecem características historicamente singulares. Dentre essas particularidades, destacam-se a demanda por esforço físico, a existência de ambientes laborais desafiadores, condições insalubres, instabilidade no emprego, mobilidade física, escassez de demanda e oferta de programas de formação profissional, elevada rotatividade, exigência de habilidades específicas limitadas, prestígio social reduzido e elevados índices de acidentes de trabalho (SCHMIDT, 2011).

Atualmente, as empresas do setor da construção civil estão cada vez mais conscientes da necessidade de melhorar a qualidade de seus produtos, minimizar desperdícios e custos, e aumentar sua capacidade produtiva. Isso se deve ao fato de que o setor da construção civil tem sido historicamente caracterizado por baixa produtividade, elevados custos e práticas de gestão ineficiente (ETGES, 2012).

O Lean Construction consiste em uma adaptação dos princípios do Sistema Toyota de Produção para a setor da construção civil. Essa abordagem tem se tornado cada vez mais importante nesse contexto, em que as empresas precisam ser competitivas e oferecer produtos e serviços de alta qualidade a um custo acessível. Com a aplicação dos princípios do Lean, as empresas podem alcançar resultados significativos, como a redução de custos, a melhoria da qualidade dos produtos, o aumento da produtividade e a satisfação dos clientes. Essa metodologia busca a eliminação total do desperdício e a criação de valor ao longo de todo o processo construtivo, desde o projeto até a entrega da obra ao cliente através da aplicação de onze princípios.

Diversas pesquisas avaliaram a aplicação do Lean Construction em obras da construção civil como Araujo Bastos *et al.* (2022), Tonin e Schaefer (2013) e Costa (2014). Contudo, de maneira geral, uma análise qualitativa da aplicação dos princípios é realizada, o que pode estar sujeito à subjetividade do avaliador e dificultar a realização de uma investigação mais aprofundada e comparativa do grau de implementação do Lean em diferentes obras.

Nesse contexto, alguns autores desenvolveram ferramentas de análise que inserem um caráter quantitativo como Carvalho (2008), Etges (2012) e Silva R. *et al.* (2014). O Lean Construction Assessment Tool (LCAT), desenvolvida por Camargo Filho (2017) destaca-se em relação as outras pesquisas pois realiza uma abordagem mútua, ou seja, qualitativa-quantitativa em relação ao grau de implementação do Lean. Por meio do formulário elaborado pelo Camargo Filho (2017) é possível avaliar a aderência das empresas aos princípios fundamentais do Lean Construction e determinar quais áreas precisam ser melhoradas.

Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é aplicar a ferramenta LCAT, desenvolvida por Camargo Filho (2017) e, através dessa aplicação, diagnosticar o Lean score de três construtoras de Francisco Beltrão. A aplicação desse diagnóstico tem como finalidade identificar o nível de maturidade das empresas em relação aos

princípios do Lean Construction, bem como evidenciar as oportunidades de melhoria existentes para torná-las mais enxutas.

A partir do resultado do diagnóstico, é possível identificar os pontos fortes e fracos das empresas em relação à aplicação dos princípios da Construção Enxuta. Com isso, espera-se contribuir para a melhoria do desempenho das empresas no mercado da construção civil, aumentando a sua capacidade produtiva, reduzindo custos e melhorando a qualidade dos serviços prestados.

### 1.1 OBJETIVOS GERAIS

Aplicar a ferramenta Lean Construction Assessment Tool (LCAT), desenvolvida por Camargo Filho (2017) em três empreendimentos da cidade de Francisco e, através dessa aplicação, identificar o grau de implementação de Lean score das construtoras.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as possíveis falhas e pontos que podem ser melhorados no processo construtivo dos empreendimentos em relação ao Lean Construction;
- Realizar um comparativo do Lean Score dos empreendimentos estudado com valores reportados na literatura de outras regiões;
- Sugerir ferramentas Lean que melhorariam os processos nos empreendimentos e formas de aumentar o Lean score das empresas;
- Realizar uma análise da ferramenta e propor sugestões de melhoria para a ferramenta Lean Construction Assessment Tool (LCAT).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir será disposto o referencial teórico do trabalho que tem como objetivo apresentar o conjunto de conhecimentos teóricos que serão utilizados para embasar a pesquisa sobre o grau de implementação do Lean score em construtoras de Francisco Beltrão.

### 2.1 PRODUÇÃO ENXUTA

O Sistema Toyota de Produção (STP), desenvolvido pela Toyota Motor Corporation, revolucionou a indústria automotiva na década de 50. O método elaborado proporcionou a criação da filosofia de produção enxuta, diferenciando-se do modelo presente na época (produção em massa), principalmente em relação à produção de produtos e/ou serviços de acordo com as exigências e necessidades do cliente, com ênfase na melhoria contínua e na redução de desperdícios (WOMACK *et al.*, 2004).

Após esse fato ocorreu uma melhora significativa na forma de pensar e na relação empresa-cliente para os japoneses. O STP ficou conhecido pela sua capacidade de rápidas respostas ao mercado consumidor e redução de custos. (SANTOS, 2010). Para Ohno (1997), o principal objetivo do STP é produzir uma ampla combinação de modelos com pequenas variações no produto, considerando requisitos dos clientes, e assim, gerando produtos com valor ao mercado.

Esse sistema se baseou na aplicação de duas teorias: o Just-in-Time (JIT) e o Total Quality Control (TQC) (WOMACK *et al.*, 2004). Segundo Ballard e Howell (1995), o JIT pode ser resumido na produção de serviços e produtos no momento em que serão necessários, diminuindo ou eliminando a necessidade de estoques. De acordo com Moura (1989, p.8):

Na Toyota, esta produção 'Just-in-Time' é interpretada como a produção dos componentes necessários, na quantidade necessária e no número necessário. Isto também significa produzir a quantidade de produtos que podem ser vendidos, quando podem ser vendidos e no número exato que pode ser vendido.

Já para Shingo (1996, p.103):

[...] o termo sugere muito mais que se concentrar apenas no tempo de entrega, pois isso poderia estimular a superprodução antecipada e daí resultar em esperas desnecessárias. Na verdade, o Sistema Toyota também realiza a produção com estoque zero, ou sem estoque, ou seja, cada processo deve ser abastecido com os itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário - just-on-time, ou seja, no tempo certo, sem geração de estoque.

Com essas definições, é possível concluir que o JIT é um método que busca a redução de estoque, custos e desperdícios. Além disso, prioriza a entrega dos bens e serviços no momento e com a qualidade exigida pelo cliente.

Já o TQC tem como objetivo garantir a melhoria contínua a qualidade dos sistemas e produtos de uma empresa. É um controle de qualidade que envolve todos os funcionários, setores e operações realizadas pela empresa (SOARES, 1998; KOSKELA 1992).

As organizações buscam a implementação do TQC para alcançar a satisfação do cliente, melhorando a qualidade, posição competitiva e produtividade dos seus produtos e/ou serviços (HUNT, 1992).

Segundo Ross e Perry (1999), o TQC é uma abordagem que enfatiza a qualidade em todos os processos organizacionais. Como uma filosofia, o TQC enfatiza a importância de criar uma cultura organizacional que incentive a melhoria contínua de seus produtos e serviços para atender às necessidades de seus funcionários e cliente.

Este método demanda a participação de três papéis: fornecedores, processadores e proprietários (BURATI JR. *et al.*, 1992). Cada um é responsável por controlar e verificar a qualidade de cada procedimento desde o projeto até a entrega final.

O método aborda que cada procedimento é dependente da etapa anterior e, portanto, é importante que qualquer problema identificado seja tratado imediatamente. Além disso, é necessário descobrir a causa raiz do problema para evitar que ele ocorra novamente e, em seguida, realizar melhorias constantes no processo de produção e qualidade (LI *et al.*, 2017).

O TQC é baseado nos pontos de Deming (SAUNDERS, 1995), envolvendo seis áreas principais:



- Liderança e comprometimento gerencial;
- Melhoria contínua;
- Satisfação total do cliente;
- Treino e educação;
- Envolvimento e capacitação dos funcionários;
- Recompensa e reconhecimento (OGUNBIYI,2014).

Em resumo, o TQC é uma abordagem de gestão que se concentra na melhoria contínua da qualidade e na satisfação do cliente, baseada em uma filosofia e um conjunto de princípios.

## 2.2 CONSTRUÇÃO ENXUTA

A Produção Enxuta busca atender as exigências e necessidades de seus clientes, por meio de métodos e objetivos ao longo da linha de produção, visando reduzir as perdas presentes no processo (HOWELL, 1999).

No entanto, como esse sistema foi aplicado na manufatura, passou por adaptações visando a utilização na indústria da construção. Cabe salientar que o setor da construção civil se diferencia em muitos aspectos da indústria manufatureira. Nesse contexto, segundo Gao e Low (2014), as diferenças entre a indústria de manufatura e a indústria da construção podem ser descritas no Quadro 1. Como pode ser observado, no geral, verifica-se que a indústria da construção é caracterizada por produtos de natureza única, com baixa padronização e com grau de automação e de inserção de novas tecnologias.

**Quadro 1 - Diferenças entre a Indústria de Manufatura e Construção**

<b>Aspectos</b>	<b>Indústria de construção</b>	<b>Indústria de manufatura</b>
Duração	Curto	Longo
Natureza	Natureza única	Repetitiva
Posto de trabalho	Transitório	Estável
Componentes materiais	Não padronizado	Padronizado
Fornecem material	Orientado por cronograma	Orientados por pedidos
Segurança de fornecimento	Menos aplicada	Altamente aplicada
Força de trabalho	Sazonal, baixa segurança no emprego	Não sazonal, superior segurança de emprego
Salários	Varia dependendo da habilidade, experiência e empregador	Políticas salariais mais estáveis
Meio Ambiente	Produtividade influenciada pela mudança no meio ambiente	Produtividade menos influenciada pela mudança no meio ambiente
Montagem e produção	A produção final é montada no local	Dentro da fábrica
Tecnologia	Baixo nível de automação, prefere não usar	Melhor e avançado
Qualidade	Relacionado à conformidade do produto; Retrabalho é comum	Mais de perto para processar o controle; Retrabalho é geralmente evitado
Envolvimento do proprietário	Altamente envolvido	Menos envolvido
Cultura	Mal definido, o pessoal do local não sabe nada sobre a filosofia de gestão da empresa	Claramente definido para que a equipe esteja consciente disso
Intervenção regulatória	Solução de design e muitas fases de trabalho em projeto de construção, estão sujeitos a verificações e aprovações por autoridades regulatórias	Menos sujeito a verificações e aprovações

**Fonte: Adaptada Gao e Low, (2014)**

A construção enxuta, do inglês Lean Construction, é definida por Koskela (1992) como uma filosofia de produção enxuta adaptada à indústria da construção civil e suas peculiaridades.

Howell (1999) define a Construção Enxuta como:

Um novo caminho para o gerenciamento na indústria da Construção Civil, com implicações nas relações comerciais e na concepção dos projetos, planejar e controlar técnicas que reduzam o desperdício, melhorando a confiabilidade dos fluxos produtivos.

Koskela (1992) norteia a aplicação do pensamento Lean seguindo 11 princípios de gestão enxutas. Esses princípios são:

1. Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;
2. Aumentar o valor do produto através da consideração sistemática das necessidades dos clientes;
3. Reduzir a variabilidade;
4. Reduzir tempo de ciclo;
5. Simplificar e reduzir o número de passos e partes;
6. Aumentar a flexibilidade do produto;
7. Aumentar a transparência do processo;
8. Focar o controle no processo global;
9. Introduzir melhoria contínua no processo;
10. Balancear melhorias de fluxo com melhorias de conversão;
11. Benchmarking.

Esses princípios visam melhorar a produtividade e desempenho nos processos, assim, aumentando a eficiência, eficácia e eliminando os defeitos. Cabe salientar que essa filosofia se aplica tanto ao processo de fluxo total, como também para seus subprocessos, definindo os problemas, como complexidade ou controle do segmento (KOSKELA, 1992).

Segundo Howell (1999):

O Lean Construction traz como mudança conceitual mais importante um modelo de processos que passa a considerar que além das atividades de conversão são inerentes ao processo de produção também as atividades de fluxo. As atividades de fluxo acontecem naturalmente e são caracterizadas pela movimentação dos funcionários nos canteiros de obras, espera pelo material nos postos de trabalho, retrabalhos e inspeção. Porém, todas estas atividades não agregam valor do ponto de vista do cliente e devem ser eliminadas para aperfeiçoamento da produção. Em resumo, pode ser entendida como uma nova abordagem no desenvolvimento de atividades de maneira diferenciada ao modelo de produção em massa.

Uma das premissas da construção enxuta é que o processo deve envolver a discussão com a equipe do planejamento e a equipe local, visando garantir que os

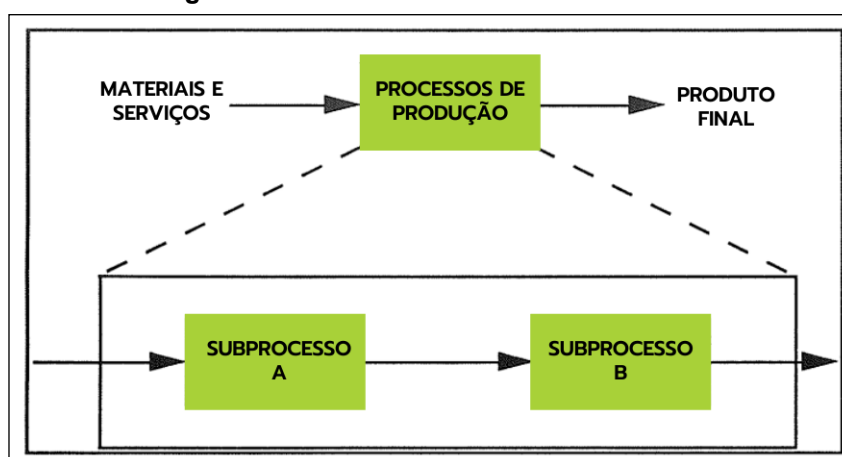
trabalhadores não estejam aguardando o trabalho e o trabalho não esteja aguardando pelos trabalhadores (GAO; LOW, 2014).

### 2.1.1 Modelo de Gestão Tradicional vs Modelo de Gestão Enxuta

Segundo Koskela (1992), o modelo tradicional é a concepção mais geral relacionado às atividades da construção civil. Esse modelo pode ser definido como um processo de conversão de entrada de um material ou serviço e saída de um produto final, como ilustrado na Figura 1. O modelo tradicional, assume também que todo o processo pode ser dividido em subprocessos e cada um deles é analisado de forma isolada.

No entanto, para situações complexas é necessário considerar mais processos. Formoso (2002) destaca algumas limitações notórias nesse modelo. Em primeiro lugar, não são considerados os fluxos de espera de matérias, transporte, retrabalhos, e na construção civil esses fluxos resultam em uma parcela significativa do custo do processo total. Segundo o autor, uma otimização voltada nos subprocessos raramente resultará em uma melhoria do sistema de produção. O segundo aspecto está relacionado com a importância de considerar os requisitos dos clientes, para não gerar produtos inadequados e com pouco valor no mercado (FORMOSO, 2002).

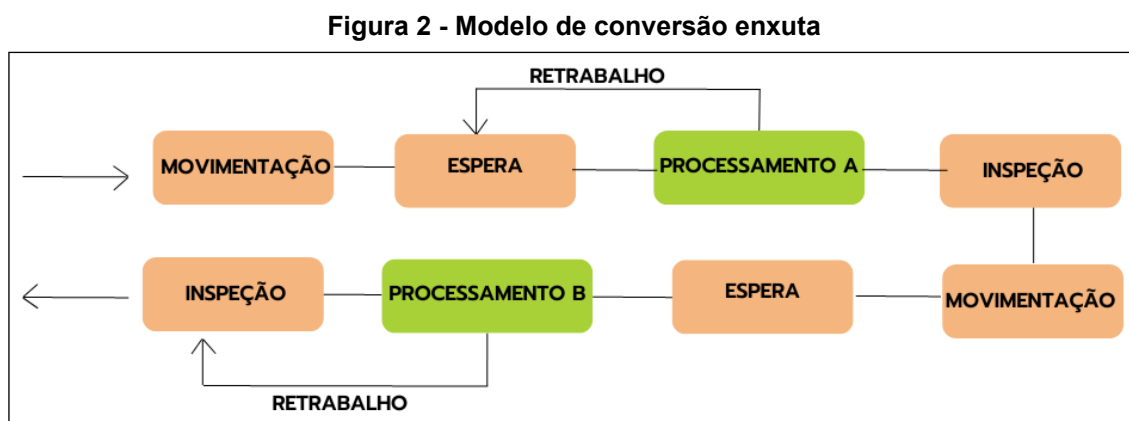
**Figura 1 - Modelo de conversão tradicional**



**Fonte: Adaptado Koskela (1992)**

Já no modelo de gestão enxuta é considerado o fluxo de informações e materiais em todas as etapas do processo. Segundo Koskela (1992), a melhoria do

processo pode ser alcançada através da eliminação, quando possível, das atividades de fluxos e do aumento da eficiência de atividades de conversão e fluxos. O autor adicionou as atividades de transporte, inspeção e espera e criou um modelo que, segundo ele, engloba todas as características mais importantes da produção principalmente as que não são consideradas no modelo tradicional, como ilustrado na Figura 2.



Fonte: Adaptado Koskela (1992)

O modelo de gestão enxuta foi definido por Koskela (1992), da seguinte forma:

A produção é um fluxo de material e/ou informação desde a matéria-prima até o produto final. Neste fluxo, o material é processado (convertido), é inspecionado, está em espera ou em movimento. Essas atividades são inerentemente diferentes. O processamento representa o aspecto de conversão da produção; inspecionar, mover e esperar representam o aspecto do fluxo da produção. Os processos de fluxo podem ser caracterizados por tempo, custo e valor.

As atividades adicionadas nesse novo modelo são as de fluxo que não agregam valor ao produto final. Ainda segundo Formoso (2002), em sistema de construções que usam o sistema de gestão tradicional, há atividades de fluxos implícitas, e a falta de transparência e a dificuldade de identificar tais atividades, que prejudica a gestão de produção.

### 2.3 RELAÇÃO ENTRE CONSTRUÇÃO ENXUTA E CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

A construção civil é uma das atividades econômicas mais relevante para o desenvolvimento social e econômico. Por outro lado, é uma das atividades que mais

geram impactos ambientais negativos (PINTO, 2005). Com isso a conscientização sobre a importância da sustentabilidade na área da construção está aumentando em todo o mundo.

Segundo Brudland (1987), a sustentabilidade considera um equilíbrio entre as dimensões social, ambiental e econômica para garantir a eficiência do projeto em longo prazo. A dimensão social na construção civil busca o bem-estar, segurança e boas condições de saúde dos funcionários no ambiente de trabalho (RAJENDRAN et al., 2009). A dimensão ambiental busca minimizar os impactos ambientais causados pela construção, através da redução de desperdícios de materiais e de recursos naturais (KORANDA et al., 2012). Por fim, a dimensão econômica visa durante a fase da construção diminuir os custos de manutenção e operação, através da maximização do orçamento do projeto, garantindo que o projeto seja viável financeiramente em longo prazo (OGUNBIYI et al., 2014).

As filosofias do Lean Construction e Construção Sustentável compartilham objetivos em comum. Ambas têm como objetivo proporcionar boas condições de trabalho, reduzir desperdícios, aumentar a eficiência e produtividade, reduzir custos, melhorar a gestão ambiental e de recursos, entre outros. A implementação simultânea de ambas as filosofias pode gerar uma sinergia e aumentar ainda mais seus efeitos positivos (HORMAN et al., 2004)

Outro aspecto compartilhado por ambas as filosofias é o reconhecimento que os trabalhadores da construção são uma parte fundamental no processo. Com isso, as duas buscam boas condições de segurança e saúde para os trabalhadores da obra (HINZE et al., 2013).

A partir disso, pode-se resumir que, apesar de serem duas filosofias independentes, as duas compartilham alguns objetivos semelhantes que se concentram no equilíbrio entre as dimensões sociais, ambientais e econômicas e no bem-estar dos trabalhadores na obra. Assim, a combinação de ambas pode resultar em projetos de construção mais eficientes e sustentáveis, agregando para todas as partes interessadas (JAMIL; FATHI, 2016; DÜES et al., 2013).

## 2.4 MÉTODOS E FERRAMENTAS EXISTENTES

Ao longo dos últimos anos, a filosofia do Lean Construction tem sido amplamente aplicada em diversos setores da construção civil. Com isso, foram realizadas várias pesquisas científicas com o objetivo de avaliar o nível do Lean em construtoras, como o trabalho de Salem *et al.* (2006), Carvalho (2008) e Carmargo Filho (2017).

Salem *et al.* (2006) desenvolveram um checklist para um empreendimento em Ohio. Os autores definiram seis ferramentas da com aplicabilidade na construção enxuta: Last Planner<sup>1</sup>, aumento da visualização, estudos preliminares, reuniões participativas, o programa 5's e qualidade à prova de falhas. Em seguida, avaliaram e implementaram no empreendimento, obtendo assim uma nota para cada ferramenta. Esse tipo de ferramenta se torna interessante, uma vez que possibilita uma análise semiquantitativa do nível de implementação do Lean nas obras do setor da construção civil e, assim, uma forma mais simples e objetiva de comparação dos resultados de diferentes empreendimentos. Além disso, possibilita a comparação do desempenho de diferentes obras de uma mesma empresa.

Carvalho (2008) elaborou um questionário estruturado que propôs avaliar o nível dos 11 princípios de Koskela (1992) em construtoras. Com esse intuito, o questionário foi dividido em seis partes, englobando as seguintes categorias: projetistas, clientes, fornecedores, operários, engenharia e diretoria. De acordo com o autor, cada categoria deve ser respondida por pelo menos um representante relacionado com a mesma, levando em consideração o que se observa dentro da empresa. As notas devem ser atribuídas de 0 a 3, sendo 0 a inexistência dessa categoria e 3 se é totalmente implementado.

Etges (2012) desenvolveu um protocolo de auditoria de práticas Lean, com o intuito de avaliar a aderência à filosofia na construção civil. O protocolo utilizava fontes de evidências para diferenciar a existência ou não de práticas Lean. O protocolo apresenta 103 práticas, categorizadas em 15 categorias, com o objetivo de organizar as informações e permitir uma análise mais detalhada da aderência à filosofia Lean em diferentes aspectos da produção na construção civil. A avaliação foi realizada de

---

<sup>1</sup> Filosofia de implementação de níveis de planejamento de curto, médio e longo prazo.

forma quantitativa, tendo também a viabilidade de marcar a prática como não aplicável.

De maneira similar Silva *et al.* (2014) apresentaram uma ferramenta para avaliação da implementação dos 11 princípios de Koskela (1992) em empresas que estão realizando a passagem do pensamento tradicional para a enxuta. Para isso, os autores utilizaram a Lógica Fuzzy<sup>2</sup> para criar um modelo matemático mais preciso em relação aos modelos matemáticos tradicionais que eram utilizados anteriormente para avaliar o grau de implementação do Lean.

No próximo subitem será detalhado a ferramenta Lean Construction Assessment Tool (LCAT) desenvolvida por Camargo Filho (2017), que se trata do método avaliativo aplicado nesta pesquisa.

## 2.5 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE CONSTRUÇÃO ENXUTA (LCAT)

Carvalho Filho (2017) criou um método capaz de avaliar o grau de implementação do Lean Construction em empresas no ramo da construção civil. A concepção da ferramenta de avaliação de construção enxuta, em inglês Lean Construction Assessment Tool (LCAT), se embasou nas ferramentas dos autores citados anteriormente. Salem *et al.* (2006) se limitou em avaliar apenas práticas pré-definidas pelo autor, sendo o pioneiro na criação de uma ferramenta avaliativa. Já o trabalho de Carvalho (2008) e Etges, Saurin e Bulhões (2013) desenvolveram protocolos abrangentes para avaliar a prática da construção enxuta em empresa, analisando a implementação dos princípios do Lean em diferentes áreas da empresa. Por outro lado, Silva *et al.* (2014) utilizaram a lógica fuzzy para apresentar os resultados do diagnóstico da empresa. Em geral, esses trabalhos são importantes para a evolução dos processos avaliativos na construção enxuta, pois propõem diferentes abordagens para avaliar e melhorar a eficiência e eficácia da prática dessa filosofia nas empresas (CARVALHO FILHO, 2017).

O Quadro 2 apresenta um resumo comparativo das ferramentas desenvolvidas pelos autores para avaliar a implementação da construção enxuta nas empresas. O quadro destaca que questionários com mais categorias tendem a ser

---

<sup>2</sup> Conjunto de ferramentas matemáticas usadas para lidar com a subjetividade e incerteza inerentes ao julgamento humano.



mais demorados na aplicação, o que pode dificultar sua aplicabilidade prática. Outro fator importante é a aplicação piloto que possibilita a determinação de falhas e dificuldades no momento de aplicação. Além disso, a escala de avaliação adotada é um fator crucial a ser considerado na avaliação da implementação da construção enxuta em uma empresa, e deve ser clara e objetiva.

**Quadro 2 - Resumo dos métodos avaliativos existentes de práticas Lean**

	<b>Salem et al. (2006)</b>	<b>Carvalho (2008)</b>	<b>Etges (2012)</b>	<b>Silva R., Amaral, Silva F. (2014)</b>	<b>Camargo Filho (2017)</b>
<b>Avaliação dos princípios</b>	Não há definições	Koskela (1992)	Womack & Jones (1996)	Koskela (1992)	Não há definições
<b>Ponderação das práticas em relação aos princípios</b>	Não aplicado	Não aplicado	Práticas ponderadas a partir de pesos atribuídas por especialistas	Não aplicado	Práticas ponderadas a partir de pesos atribuídas por especialistas
<b>Número de práticas</b>	24	204	103	55	84
<b>Número de categorias</b>	6	6	15	11	4
<b>Aplicação piloto</b>	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Escala de avaliação das práticas</b>	Seis níveis	Quatro níveis (0 a 3)	Três níveis	Onze níveis (0 a 10)	Quatro níveis (0 a 2 + NA)
<b>Duração de aplicação</b>	Não informado	45 min por entrevistado	4h	Não informado	50 min
<b>Número de aplicações</b>	Três na mesma obra	Quatro níveis (0 a 3)	Uma	Quatro	Dezenove
<b>Desenvolvido para uma empresa específica</b>	Sim	Não aplicado	Não	Não	Não
<b>Tipos de empresa</b>	Construtora	Construtoras de pequeno e médio porte	Incorporadora e Construtora	Construtoras e Centro de Gestão	Construtoras
<b>Tipos de empreendimento</b>	Estacionamento	Industriais, residenciais, agência bancária	Residencial	Edificações verticais	Residências multifamiliares
<b>Local de aplicação</b>	Ohio	Curitiba, Porto Alegre e Belém	Porto Alegre	Goiânia	Goiânia

**Fonte: Adaptado Amaral et al. (2019)**

Para a criação de um formulário base para seu método, Camargo Filho (2017) adotou o protocolo utilizado por Etges, Saurin e Bulhões (2013), visto que era o

questionário com maior abrangência e eficácia, avaliando os níveis estratégicos, tático, operacional e gerenciais.

O formulário mencionado foi estruturado em 4 grandes categorias, sendo essas: gestão da qualidade, gestão da cadeia de suprimentos e logística, planejamento e controle da produção e gestão de projetos. Dentro dessas 4 categorias foram elencadas 84 práticas e/ou ferramentas que possuem similaridades. As notas devem ser atribuídas de 0 a 2, sendo 0 a não aplicado, 1 parcialmente aplicado e 2 totalmente aplicado (CAMARGO FILHO, 2017). A utilização dessas categorias e critérios tem como objetivo fornecer uma estrutura clara para avaliar a efetividade da implementação da construção enxuta nas empresas. De maneira geral, o Quadro 3 retrata as categorias, pré-requisitos e critérios avaliados. As categorias representam as áreas da construção enxuta, os pré-requisitos são os elementos necessários para que a empresa esteja apta para ser avaliada naquela categoria e os critérios avaliados são conjuntos de itens relacionados entre si que são temas importantes na construção enxuta.

Quadro 3 - Categoria, pré-requisitos e critérios

<b>Categoria</b>	<b>Pré-requisito</b>	<b>Crítérios avaliados</b>
Gestão de Qualidade	SGQ certificado	Treinamento dos funcionários
		Solução de problemas
		Benchmarking
		Inovação tecnológica
		Avaliação de desempenho
		Políticas motivacionais
		Organização do ambiente de trabalho
Gestão da Cadeia de Suprimentos	Definição de critérios para seleção de fornecedores	Seleção de fornecedores
		Relacionamento com fornecedores
		Processo de compra
		Controle de estoque e armazenamento de materiais
	Controle de entrega de materiais	Controle do espaço físico
		Distribuição interna de suprimentos
Planejamento e controle da produção	PCP formalizado	Planejamento de longo prazo
		Planejamento de médio prazo
	Plano de longo prazo transparente	Planejamento de curto prazo
		Mapeamento de fluxo de valor
	Fluxo geral de atividades definido	Controle da produção
		Controle de custos
Gestão de Projetos	Departamento interno responsável	Planejamento do desenvolvimento de projetos
		Compatibilização de projetos
	Processo de verificação de projetos	Identificação do valor requerido pelo cliente
		Identificação de problema em projetos

Fonte: Adaptado Camargo Filho (2017)

### 3 METODOLOGIA

A seguir será caracterizada a metodologia da pesquisa através da apresentação da sua classificação, delineamento, critérios para seleção da empresa, aplicação do método de Camargo Filho (2017) e análise dos dados e discussão dos resultados.

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO

A pesquisa foi classificada em quatro aspectos: abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

Em relação a sua abordagem a pesquisa é classificada como sendo de abordagem mútua, ou seja, qualitativa-quantitativa, permitindo a coleta e análise de dados qualitativos (exploratórios) e quantitativos (numéricos) simultaneamente para atender aos objetivos previamente estabelecidos. Nesse caso, busca uma percepção e esclarecimento do tema estudado, ao mesmo tempo em que realiza a atribuição de notas aos conceitos presentes no formulário de Camargo Filho (2017).

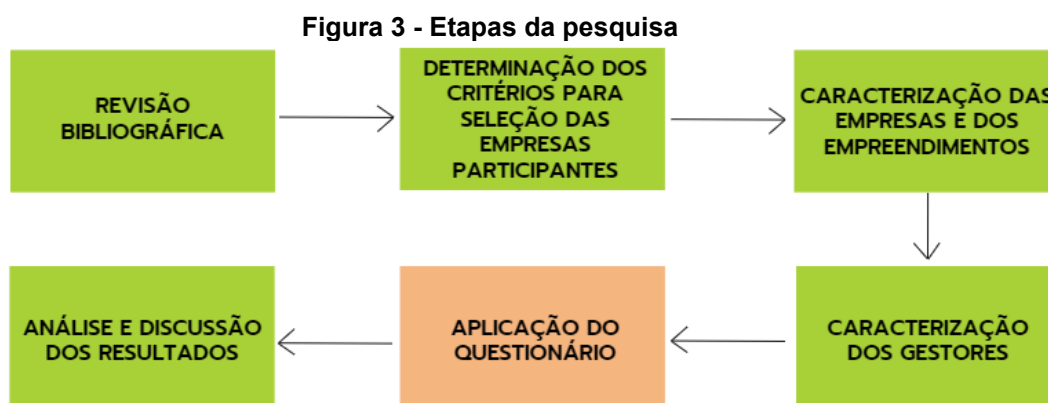
No que se refere à natureza, a pesquisa é aplicada, pois tem como objetivo final resolver problemas ou necessidades concretas e imediatas (APPOLINÁRIO, 2004), buscando conhecimentos acerca do pensamento Lean e aplicação do formulário de Camargo Filho (2017) em diversos contextos da construção civil, visando identificar o grau de implementação do Lean score nas construtoras em questão.

Quanto aos objetivos e procedimentos, a pesquisa é exploratória, pois visa proporcionar familiaridade com o tema e permitir a construção de hipóteses. Nesse tipo de pesquisa, o levantamento bibliográfico é fundamental para adquirir conhecimentos acerca do tema e identificar possíveis lacunas no conhecimento existente (GIL, 1991).

Por fim, a pesquisa é classificada como estudo de caso, pois o formulário de Camargo Filho (2017) será aplicado em empreendimentos e construtoras diferentes, permitindo a investigação de uma realidade delimitada para apreender características significantes do evento em questão (YIN, 1990).

### 3.2 ETAPAS DA PESQUISA

As etapas do delineamento da pesquisa estão indicadas na Figura 3. Como pode ser observado, o estudo foi baseado na revisão bibliográfica, determinação dos critérios para seleção das empresas participantes, caracterização das empresas e dos empreendimentos, caracterização dos gestores, aplicação do questionário e análise e discussão dos resultados.



Fonte: Do autor

#### 3.2.1 Critérios Para Seleção Das Empresas

As empresas foram selecionadas considerando os seguintes critérios:

- Interesse em participar da pesquisa;
- Estar localizada na cidade de Francisco Beltrão;
- Tempo de atuação na área de construção civil;
- Possuir logística e distribuição;
- Ser construtora de médio ou grande porte;
- Ter edifícios em execução;
- Facilidade de acesso e contato com os colaboradores da empresa.

Cabe ressaltar que foi adotada uma amostragem não probabilística intencional, já que essa abordagem é útil quando se busca estudar casos específicos. Para o estudo, foi escolhido empresas por critérios específicos e utilizou os membros mais acessíveis da população para retirar a amostra.

### 3.2.2 Área De Estudo

Essa pesquisa foi delimitada pela cidade de Francisco Beltrão localizada no sudoeste do estado do Paraná, com aproximadamente 735 km<sup>2</sup> de território. De acordo com o último censo demográfico, publicado de 2010 a população naquele ano era de 78.943 habitantes com população estimada de 93.308 para o ano de 2021 (IBGE, 2021).

Francisco Beltrão é um dos principais centros econômico do sudoeste do Paraná, destacando a instalação Hospital Regional, do Centro de Especialidades Médicas, e do novo campus da UNIOESTE, esses fatores impulsionam o desenvolvimento da cidade, já que a presença dessas instituições de saúde e ensino superior atraem investimentos e impulsionam a economia local. A expansão da construção civil é um reflexo desse desenvolvimento e demonstra a demanda por novas construções e empreendimentos na região.

**Figura 4 - Mapa da localização da cidade Francisco Beltrão**



**Fonte: IPARDES,2023**

### 3.2.3 Caracterização Das Empresas e Empreendimentos

Os dados para caracterização das empresas e empreendimentos selecionados foram obtidos durante a aplicação do questionário, porém suas identidades não foram reveladas, com o objetivo de garantir o anonimato e preservar a confidencialidade das empresas, que foram designadas como A, B e C.

As três empresas participantes atendem todos os critérios necessários para a aplicação do questionário, previamente descritos no item 3.2.1.

A Empresa A, possui uma trajetória de três anos no setor de construção civil, concentra suas atividades na edificação de prédios de médio a alto padrão. No momento, a empresa opera em duas obras simultâneas, englobando uma área total de 17.200 metros quadrado. A Empresa A contém aproximadamente 10 funcionários contratados e 30 terceirizados.

A Empresa B atua no mercado há mais tempo, empreendendo no setor de construção civil por cinco anos. Seu foco também recai sobre a construção de prédios de médio a alto padrão. Atualmente, a empresa mantém apenas a obra do empreendimento que foi objeto da visita, abrangendo uma área de 4.000 metros quadrados, além de ter concluído um projeto similar com 2.500 metros quadrados há dois anos. A Empresa B é composta por cerca de 12 funcionários contratados e 40 terceirizados.

Por fim, a Empresa C tem uma trajetória mais longa, com 10 anos de experiência no setor de construção civil. A maior parte de suas atividades se concentra na construção de casas de alto padrão, sendo o empreendimento visitado o seu primeiro projeto de edificação vertical. No momento, a Empresa C está envolvida em com aproximadamente 20 casas em execução e o empreendimento visitado de 2.350 metros quadrados. No total, a empresa construiu cerca de 300 casas e está na etapa final do prédio englobado neste estudo, totalizando 30.000 metros quadrados de área construída.

Os três edifícios inspecionados são destinados a fins residenciais, exceto o Empreendimento B tem no térreo algumas salas comerciais destinadas a locação. No Quadro 4, são apresentadas as especificações dos empreendimentos, incluindo o número de pavimentos e o padrão da construção.

**Quadro 4 - Caracterização dos empreendimentos**

	<b>Empreendimento A</b>	<b>Empreendimento B</b>	<b>Empreendimento C</b>
<b>Padrão</b>	Médio	Alto	Alto
<b>Percentual</b>	95%	65%	90%
<b>Área construída</b>	5.488m <sup>2</sup>	4.000m <sup>2</sup>	3.250m <sup>2</sup>
<b>Nº de pavimentos</b>	15	13	8
<b>Nº de apartamentos</b>	44	15	12
<b>Possui garagem coberta</b>	Sim	Sim	Sim
<b>Possui área de festa</b>	Sim	Sim	Sim
<b>Fotos</b>			

Fonte: Do autor.

### 3.2.4 Caracterização dos gestores

Os dados foram obtidos através da entrevista com os gestores das empresas atuantes estudadas. Cada gestor possui sua própria trajetória acadêmica e experiência no campo da gestão de obras. Nesse âmbito, a adequada caracterização do perfil do gestor é importante, pois possibilita o entendimento do contexto de sua formação e a identificação de formações complementares e específicas. Esses aspectos podem influenciar na percepção desses gestores no que tange à condução das obras de construção civil e, concomitantemente, na implantação das práticas e princípios da construção enxuta, foco deste estudo.

O gestor da empresa A, com 33 anos de idade, possui uma formação acadêmica bastante abrangente. Ele se formou em Engenharia Civil na PUC Paraná e também obteve o diploma em Engenharia Ambiental. Além disso, ele possui um



MBA em Gerenciamento de Projetos. Há três anos, ele fundou a empresa em parceria com um arquiteto.

Já o gestor da empresa B, com 34 anos de idade, concluiu sua graduação em Engenharia Civil na UNIPAR de Francisco Beltrão. Diferentemente do gestor da empresa A, ele não possui formação complementar. No entanto, tem experiência em construção verticais, trabalhando na empresa desde a sua fundação, há cinco anos.

Por fim, o gestor da empresa C tem 30 anos de idade e concluiu sua graduação em Engenharia Civil na UNIPAR de Francisco Beltrão há 5 anos. Assim como o gestor da empresa B, ele não possui formação complementar. Fundou sua empresa enquanto ainda cursava engenharia civil, acumulando 10 anos de experiência.

### 3.2.5 Aplicação Do Questionário

Foi aplicada a versão final do questionário proposto por Camargo Filho (2017) que contém 84 práticas divididas em quatro categorias: gestão da qualidade, gestão da cadeia de suprimentos e logística, planejamento e controle da produção e gestão de projetos. Com o intuito de permitir a fluência, o questionário foi aplicado apenas com o engenheiro responsável pela obra, já que o mesmo possui muitos termos técnicos.

Em seguida, foi atribuído uma nota de 0 a 2 para cada prática. A escala de avaliação está descrita no quadro 4.

**Quadro 5 - Escala de avaliação aplicada**

0	Prática não aplicada
1	Prática parcialmente aplicada
2	Prática totalmente aplicada
NA	Não aplicável

**Fonte: Adaptado Camargo Filho (2017)**

Quanto ao tempo de aplicação a entrevista no escritório durou cerca de 45 minutos e a visita no empreendimento teve um tempo médio de 30 minutos.

O questionário de Camargo Filho (2017) está disponível no ANEXO A, em conjunto com seu manual de aplicação.

### 3.2.6 Análise e Discussão Dos Resultados

Após a aplicação do formulário e avaliação de todas as práticas na empresa, foi utilizado o software Microsoft Excel para apresentar os resultados da pesquisa. Foram utilizados dois tipos de gráficos: um histograma das práticas, que mostra a distribuição das frequências de ocorrência de cada nota por empresa, e um gráfico Radar, que apresenta a média aritmética das notas para cada categoria.

Para um melhor entendimento do questionário como um todo, foram realizados gráficos em barra para as médias das categorias, também por empresa.

Como resultados gráficos do estudo realizado, tem-se o histograma das práticas, com a distribuição das frequências de ocorrência de cada nota, por empresa. Além disso, foi feita a elaboração de um gráfico Radar, a fim de mostrar a média aritmética das notas para cada categoria e para o questionário como um todo, também por empresa. Os resultados obtidos serão discutidos e analisados, buscando a consolidação de uma ferramenta de fácil aplicação que minimize a necessidade de um conhecimento aprofundado do assunto para realizar a avaliação.

De forma a complementar, com os resultados gráficos em barra, também foi realizada uma tabela, uma pontuação do grau de implementação Lean (Lean score) de cada obra. No quadro 5, é apresentado as faixas do Lean score estabelecidas por Camargo Filho (2017).

**Quadro 6 - Faixas Lean Score**

<b>Grau de implementação</b>	<b>Lean Score</b>
Muito Pouco	0-20%
Pouco	20-40%
Médio	40-60%
Alto	60-80%
Muito Alto	80-100%

**Fonte: Adaptado Camargo Filho (2017)**

## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo, será abordada a análise dos resultados da pesquisa, que envolve a representação gráfica dos dados obtidos em campo por meio da criação de gráficos de barras, gráficos de radar e histogramas de frequência.

### 4.1 RESULTADOS DAS EMPRESAS

A seguir, procederemos à análise dos resultados obtidos em relação a cada uma das empresas estudadas, dando enfoque, nos aspectos observados durante a visita para a coleta de dados de pesquisa. Além disso, serão identificadas oportunidades de melhoria, com o propósito de tornar a empresa mais enxuta, o que, por sua vez, contribuirá para um aumento no seu Lean Score.

#### 4.1.1 Empresa A

A Empresa A é uma entidade relativamente recente no setor da construção civil, contudo, o gestor entrevistado possui uma ampla de experiência na execução de construções verticais. Antes de estabelecer a sua própria empresa, ele desempenhou funções significativas numa renomada construtora em Curitiba. Na ótica do gestor da empresa, eles buscam aplicar os princípios do Lean Construction, ainda que reconheçam a necessidade de implementar diversos processos adicionais e progredir substancialmente.

A planilha completa aplicada no empreendimento da Empresa A com todas as categorias englobadas no LCAT pode ser observada no Anexo B. Em relação a categoria de Gestão de Qualidade, ao analisar os resultados obtidos durante a visita, percebe-se que a maioria das práticas recebeu avaliações com notas de 1 ou 2. Evidencia-se que a empresa emprega diversos critérios para a avaliação de qualidade. Ela investe na capacitação da sua equipe e mantém um guia que estabelece procedimentos padrão para a execução de cada etapa, enquanto zela pela organização dos ambientes de trabalho e canteiros de obras.

Por outro lado, a empresa não faz uso frequente de benchmarking, conforme justificado pelo gestor, devido à escassez de empresas similares com as quais

possam estabelecer parâmetros. A Empresa A se posiciona como uma inovadora e experiente no seu ramo de atividade. Adicionalmente, ela não implementa políticas motivacionais entre os seus colaboradores. Embora tenham sido tentados incentivos monetários no passado, esta abordagem não obteve sucesso, visto que os funcionários não aderiram a ela. Em resposta, a empresa optou por contratar empresas terceirizadas internamente e reduzir substancialmente o número de funcionários próprios.

No contexto da categoria de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, a empresa obteve pontuações máximas em várias práticas relacionadas ao processo de aquisição, controle de estoque e armazenamento de materiais, gestão do espaço físico, distribuição interna de suprimentos. Esta alta avaliação pode ser justificada, em parte, pelo fato de a empresa receber recursos de financiamento, nos quais a gestão eficaz de controle de estoque é de extrema importância.

No entanto, a empresa ainda enfrenta desafios. Ela não consegue quantificar as perdas associadas ao transporte, armazenamento e inspeção de materiais, o que representa uma lacuna em seu controle de processos. Além disso, a empresa necessita de uma política estruturada para analisar o histórico de mercado de seus fornecedores e para o desenvolvimento e qualificação destes fornecedores, aspectos essenciais na gestão eficiente da cadeia de suprimentos.

Na categoria de Planejamento e Controle da Produção, de maneira análoga, a empresa alcançou avaliações máximas na maioria das práticas. Isso se deve ao fato de a empresa possuir um planejamento que abrange curto, médio e longo prazo. Além de manter um controle de custos e produção bastante rigorosos. Entretanto, há aspectos a serem melhorados, como a implementação de um gráfico de balanceamento de operações para todas as atividades, especialmente aquelas que integram o caminho crítico, e a adoção da estratégia de tempo takt para sincronizar a produção.

Por fim, na categoria de Gestão de Projetos, a maioria das subcategorias também alcançou avaliações máximas. É relevante destacar que o projeto arquitetônico é desenvolvido pelo outro sócio da empresa, enquanto os demais projetos são terceirizados. Também é realizada a tarefa de compatibilização entre os projetos, bem como a identificação das necessidades e expectativas do cliente, através de pesquisa de mercado. Além existe uma comunicação eficaz entre os projetistas e o engenheiro responsável pela execução.

No entanto, há áreas de aprimoramento identificadas. A empresa poderia explorar mais a utilização do Building Information Modeling (BIM) para aperfeiçoar a compatibilização entre os projetos, já que essa prática é parcialmente adotada. Adicionalmente, pode-se realizar testes de novos elementos de projeto com o uso da realidade aumentada junto a potenciais clientes.

Para melhorar o Lean Score de uma empresa estudada, é importante adotar ferramentas e práticas Lean. Uma estratégia fundamental é a manutenção de um Registro Diário detalhado das atividades de construção, incluindo meticulosos registros sobre o uso de materiais. Além disso, a prática de registrar imediatamente qualquer material danificado ou não utilizável desempenha um papel crucial. Este registro minucioso serve como uma ferramenta essencial para análise contínua, permitindo a identificação precisa de ineficiências operacionais, desperdícios e oportunidades de melhorias.

Adicionalmente, contratar empresas que utilizem a metodologia Building Information Modeling (BIM) para realizar os projetos complementares. Outra prática crucial é a constante atualização da linha de balanço, com foco particular nas atividades críticas. Monitorar de perto essas atividades permite uma análise aprofundada das estratégias de execução

Nas figuras 5, 6, 7 e 8, registradas durante a execução do questionário, podem ser observadas placas de sinalização distribuídas em todo o edifício, contendo orientações e restrições. Adicionalmente, é possível visualizar o padrão de disposição dos pontos elétricos nos apartamentos, todos demarcados, com os eletrodutos devidamente instalados em baixo sob a laje.

A figura 7 pode-se observar uma organização do canteiro de obras, com a devida minimização de desordem nos diferentes pavimentos. Por último, a Figura 8 da fachada do empreendimento, registrada durante a visita, oferece uma visão panorâmica da construção.

Figura 5 - Placas de aviso



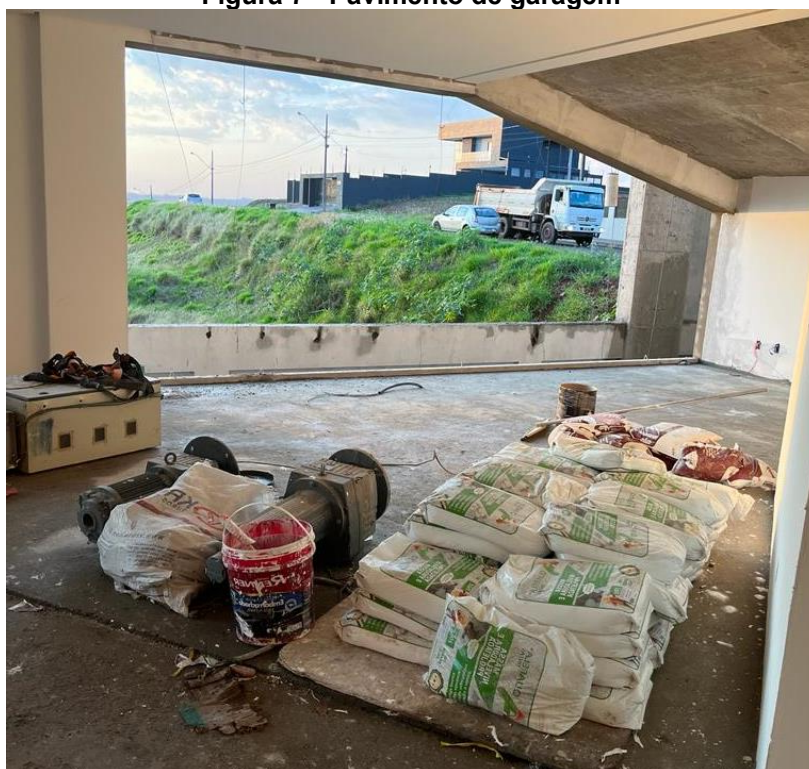
Fonte: Do autor

Figura 6 - Pontos Elétricos



Fonte: Do autor.

**Figura 7 - Pavimento de garagem**



**Fonte: Do autor.**

**Figura 8 - Fachada do empreendimento A**



**Fonte: Do autor.**

#### 4.1.2 Empresa B

A empresa B, com um histórico de atuação de apenas 5 anos no setor da construção civil, apresenta um perfil relativamente recente. O gestor entrevistado, apesar de sua formação em engenharia civil, concentra-se principalmente nas atividades de gestão da empresa. Além dele, a empresa conta com a contribuição de outros dois engenheiros, um deles é encarregado das visitas periódicas ao canteiro de obras, supervisionando a execução, garantindo a conformidade com os requisitos de qualidade, planejando a obra e monitorando o controle da produção. O segundo engenheiro é responsável pelas aquisições de materiais, controle de estoque, elaboração de orçamentos e seleção de fornecedores. Importante notar que todos os projetos da empresa foram terceirizados.

A planilha completa aplicada no empreendimento da Empresa B com todas as categorias englobadas no LCAT pode ser observada no Anexo C. No contexto da categoria de Gestão de Qualidade, ao analisar as notas obtidas, pode-se observar que a maior parte das práticas avaliadas obteve a pontuação máxima de 2. A empresa implementa políticas de treinamento para seus colaboradores, visando alcançar os níveis necessários de qualidade. Além disso, adota políticas motivacionais destinadas a aumentar a produtividade no ambiente de construção.

Por outro lado, a empresa apresentou baixas pontuações em algumas práticas, indicando que essas não são aplicadas de forma eficaz. Não se observou a existência de um sistema de avaliação para os funcionários, tanto os contratados diretamente quanto os terceirizados. Isso gera desafios na atribuição de incentivos monetários, uma vez que a empresa adota uma abordagem de recompensar toda a equipe quando metas são alcançadas, porém ninguém é recompensado caso os objetivos não sejam atingidos. Além disso, a empresa não demonstra um esforço notável em avaliar a satisfação dos funcionários em relação à organização, havendo pouca aceitação e implementação das ideias e sugestões apresentadas por eles.

No contexto da categoria de Gestão da Cadeia de Suprimentos, a maioria dos requisitos avaliados recebeu a pontuação máxima. Ter um funcionário dedicado exclusivamente à gestão dos processos de compra, estoque e seleção de fornecedores teve um impacto significativamente positivo nesse aspecto. Uma prática meritória a ser destacada é o controle efetivo das perdas de materiais, com uma



quantificação parcial em termos monetários, e a adoção de metas para a redução dessas perdas, mantendo um estoque mínimo.

Entretanto, os aspectos que receberam avaliações mais baixas nas práticas relacionadas a essa categoria dizem respeito, principalmente, ao relacionamento com os fornecedores. A empresa não implementa políticas de avaliação, feedback ou qualificação de seus fornecedores. Em vez disso, observa-se uma preocupação exclusiva nos critérios de preço e qualidade no momento da escolha dos mesmos.

De maneira similar às demais categorias, o Planejamento e Controle da Produção foi avaliado com a pontuação máxima em grande parte das práticas. É importante destacar o comprometimento da empresa com um planejamento de longo e médio prazo, demonstrado através do uso de gráficos de controle. Adicionalmente, a organização emprega o mapeamento do fluxo de valor com o intuito constante de identificar atividades que não agregam valor e reduzi-las ao mínimo.

Um ponto passível de melhoria, é o planejamento a curto prazo através da utilização de gráficos de balanceamento de operações para todas as atividades, com um enfoque especial nas tarefas pertencentes ao caminho crítico.

Finalmente, na última categoria de Gestão de Projetos, a maioria dos requisitos recebeu a pontuação máxima. É relevante ressaltar que todos os projetos foram terceirizados para uma empresa contratada que utiliza a metodologia Building Information Modeling (BIM) para compatibilizar todos os projetos antes do início da construção. Adicionalmente, para este empreendimento, foi conduzida uma pesquisa de mercado para identificar as necessidades do público-alvo. Além disso, um apartamento modelo foi desenvolvido e está totalmente equipado com automação, incluindo a integração com a assistente virtual Alexa, a fim de atrair potenciais clientes.

No entanto, como aspectos negativos, é possível notar a ausência de um planejamento semanal das etapas de planejamento de projeto, a falta de feedback aos projetistas após a pesquisa de satisfação dos clientes e a inexistência de metas para reduzir problemas resultantes de erros nos projetos.

Para aprimorar as práticas Lean na Empresa B, é fundamental estabelecer um sistema sistemático de avaliação periódica dos funcionários. Esse processo pode possibilitar a implementação de metodologias de incentivo individualizadas. Além disso, a adoção do Registro Diário, que deve ser aplicada de forma similar a Empresa A.

Além disso, a constante atualização da linha de balanço, com atenção especial às atividades críticas. Um aspecto crucial é o estabelecimento de um relacionamento colaborativo com os projetistas do empreendimento. Facilitar uma comunicação aberta permite a identificação precoce de problemas durante a execução e estabelece metas claras para a redução desses problemas

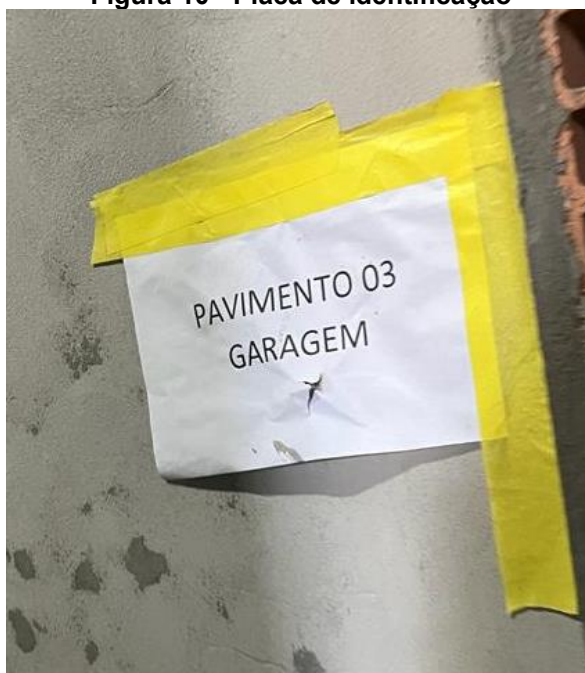
Nas figuras 9 e 10, capturadas durante a visita, é possível constatar que a obra apresenta uma notável organização, evidenciada pela identificação clara de todos os pavimentos. Por outro lado, nas figuras 11, 12 e 13, podemos visualizar o apartamento modelo, o qual está disponível para visitação mediante agendamento prévio por parte de potenciais clientes. Por fim, a figura 14 é a fachada do empreendimento no momento da visita.

**Figura 9 - Pavimento garagem**



**Fonte: Do autor.**

**Figura 10 - Placa de identificação**



**Fonte: Do autor.**

**Figura 11 - Quarto apartamento modelo**



**Fonte: Do autor.**

**Figura 12 - Ambiente conjugado apartamento modelo**



**Fonte: Do autor.**

**Figura 13 - Sacada apartamento modelo**



**Fonte: Do autor.**

**Figura 14 - Fachada empreendimento B**

**Fonte: Do autor.**

#### 4.1.3 Empresa C

A empresa C possui uma extensa trajetória de atuação na cidade, durante a qual construiu numerosas residências de médio a alto padrão. Sendo esta, a primeira incursão da empresa na construção de um edifício vertical. O gestor, que tem uma longa experiência na empresa desde sua fundação, não possui qualificações acadêmicas adicionais. Na perspectiva do gestor, a empresa está empenhada em implementar princípios de pensamento da gestão enxuta, embora estejam cientes de que há margem para melhorias substanciais.

A planilha completa aplicada no empreendimento da Empresa C com todas as categorias englobadas no LCAT pode ser observada no Anexo D. No âmbito da Gestão de Qualidade, a empresa demonstra preocupação com o desenvolvimento dos funcionários, promovendo a formação de profissionais multifuncionais. Além disso, realiza avaliações de desempenho da equipe, avaliando tanto a qualidade quanto a produtividade, e oferece incentivos motivacionais para a equipe. Contudo, há aspectos negativos a serem observados. A empresa não adota uma política de incentivos

financeiros para melhorias na qualidade e produtividade, nem incentivos a atividade externa ao canteiro de obras. Além disso, não implementa um sistema de avaliação formal para seus funcionários e subcontratados, nem leva em consideração o nível de satisfação dos colaboradores.

No contexto da categoria de Gestão de Cadeia de Suprimentos, a maioria das práticas alcançou a pontuação máxima. No entanto, várias práticas receberam a pontuação mínima. É possível constatar que a empresa demonstra preocupação com os processos de aquisição, controle e armazenamento de materiais, bem como o controle do espaço físico e a distribuição interna de suprimentos, uma vez que todos esses aspectos têm um impacto direto na rentabilidade final do empreendimento.

Entretanto, há áreas que requerem melhorias significativas. A empresa não realiza análises do histórico de seus fornecedores no mercado, carecendo de critérios técnicos para a seleção de novos fornecedores. Além disso, não possui um sistema de avaliação ou uma política de desenvolvimento para esses fornecedores. Adicionalmente, não realiza a quantificação das perdas relacionadas ao transporte, armazenamento e inspeção de materiais.

Na categoria de Planejamento e Controle da Produção, diferentemente das demais categorias, a maioria das práticas recebeu uma pontuação de 0 ou 1, com apenas três práticas alcançando a pontuação máxima de 2 pontos. É evidente que a empresa enfrenta um desafio significativo na melhoria do seu planejamento de curto, médio e longo prazo. É relevante destacar que a empresa utiliza ferramentas como o diagrama de Gantt e o linha de balanço, porém, não monitora nem considera sua evolução ao longo da construção do empreendimento, nem realiza análises do caminho crítico. Além disso, a empresa não quantifica as perdas nos processos produtivos. Outro aspecto notável é que a empresa consegue aplicar apenas parcialmente as práticas de mapeamento do fluxo de valor e controle da produção.

Para abordar os desafios identificados na categoria de Planejamento e Controle da Produção, é importante adotar uma abordagem estruturada e orientada para soluções. Primeiramente, é interessante realizar uma análise dos processos existentes, abrangendo todas as fases, desde a concepção do projeto até a sua conclusão. Outra ideia é a introdução de software de gerenciamento como uma ferramenta eficaz para facilitar o acompanhamento e a atualização contínua do progresso das atividades, incluindo a utilização de gráficos de Gantt, dando enfoque no caminho crítico.

Além disso, é fundamental estabelecer uma política para quantificar perdas nos processos produtivos, abrangendo aspectos como desperdício de materiais, tempo e recursos. Adicionalmente, aplicação de práticas de mapeamento do fluxo de valor e controle da produção para promover melhorias contínuas. Isso possibilitará a identificação de áreas que necessitam de melhorias e a implementação de medidas corretivas.

Por fim, a última categoria de Gestão de Projeto, a avaliação revelou que a maioria das práticas obteve pontuações de 1 ou 2, indicando a capacidade da empresa de aplicar parcial ou integralmente tais práticas. A empresa opta por terceirizar todos os projetos do empreendimento, a empresa contratada emprega a metodologia BIM para compatibilização eficaz desses projetos. Adicionalmente, destaca-se a existência de uma comunicação eficaz entre os projetistas e o engenheiro da obra durante a fase de execução, com a prática de fornecer feedback sobre quaisquer problemas identificados.

Entretanto, existem áreas que carecem de aprimoramento. Por exemplo, a empresa poderia considerar a implementação de um protótipo físico do produto, onde os sistemas construtivos poderiam ser testados e refinados. Além disso, a introdução de pesquisas de mercado pode ser benéfica para avaliar a satisfação dos clientes em relação ao desempenho dos projetos, fornecendo insights valiosos para melhorias futuras. Em complemento, estabelecer metas específicas para a redução de problemas decorrentes de erros nos projetos pode ser uma estratégia eficaz para aprimorar ainda mais o processo de gestão de projetos.

Otras ideias e ferramentas Lean para impulsionar a implementação das práticas Lean na Empresa C, é considerar abordagens inovadoras que promovam a eficiência e a qualidade. Uma estratégia valiosa seria estabelecer um sistema regular de avaliação dos funcionários, possibilitando não apenas a identificação de desempenhos, mas também permitindo a implementação de metodologias de incentivo individualizadas

Além disso, a criação de um protótipo físico do produto, como um apartamento modelo ou uma maquete detalhada de um apartamento, pode trazer benefícios significativos. Outra estratégia seria a condução de uma pesquisa de mercado antes de iniciar qualquer empreendimento futuro. Compreender as necessidades e expectativas dos futuros compradores não apenas orienta o desenvolvimento do projeto, mas também ajuda a antecipar tendências do mercado.

As figuras a seguir foram capturadas durante a visita. A empresa optou por adotar uma abordagem que consiste em concluir primeiramente as áreas privativas dos apartamentos para posterior entrega aos clientes, antes de finalizar as áreas comuns do empreendimento, como garagem e salão de festas.

A Figura 15 retrata a garagem, que ainda se encontra em processo de conclusão. Por sua vez, as Figuras 16, 17 ilustram a cobertura do edifício, que ainda demanda alguns ajustes antes de sua finalização, e as Figuras 18 e 19 apresentam um apartamento que já foi integralmente concluído, permitindo que o cliente inicie o processo de mobília e ocupação.

Por fim, a Figura 20 exhibe uma imagem da fachada do empreendimento tal como foi observada no momento da visita.

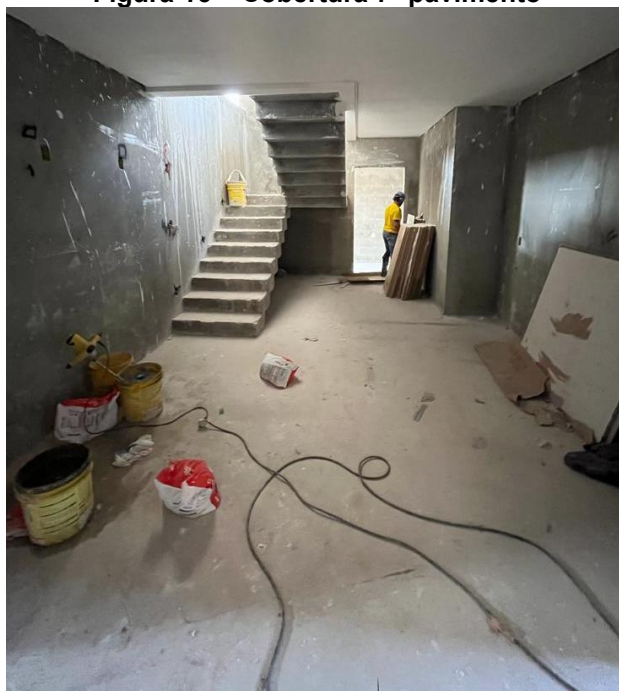
**Figura 15 - Garagem**



**Fonte: Do autor.**



**Figura 16 – Cobertura 7º pavimento**



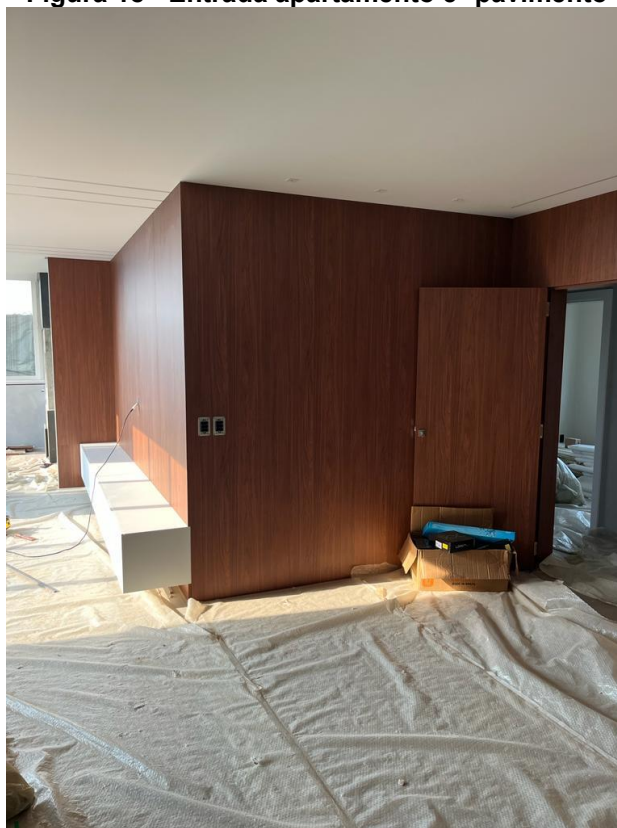
**Fonte: Do autor.**

**Figura 17 - Cobertura 8º pavimento**



**Fonte: Do autor.**

**Figura 18 - Entrada apartamento 5º pavimento**



Fonte: Do autor.

**Figura 19 - Banheiro apartamento 5º pavimento**



Fonte: Do autor.

**Figura 20 - Fachada Empreendimento C**

**Fonte: Do autor.**

#### 4.2 RESULTADO POR CATEGORIAS

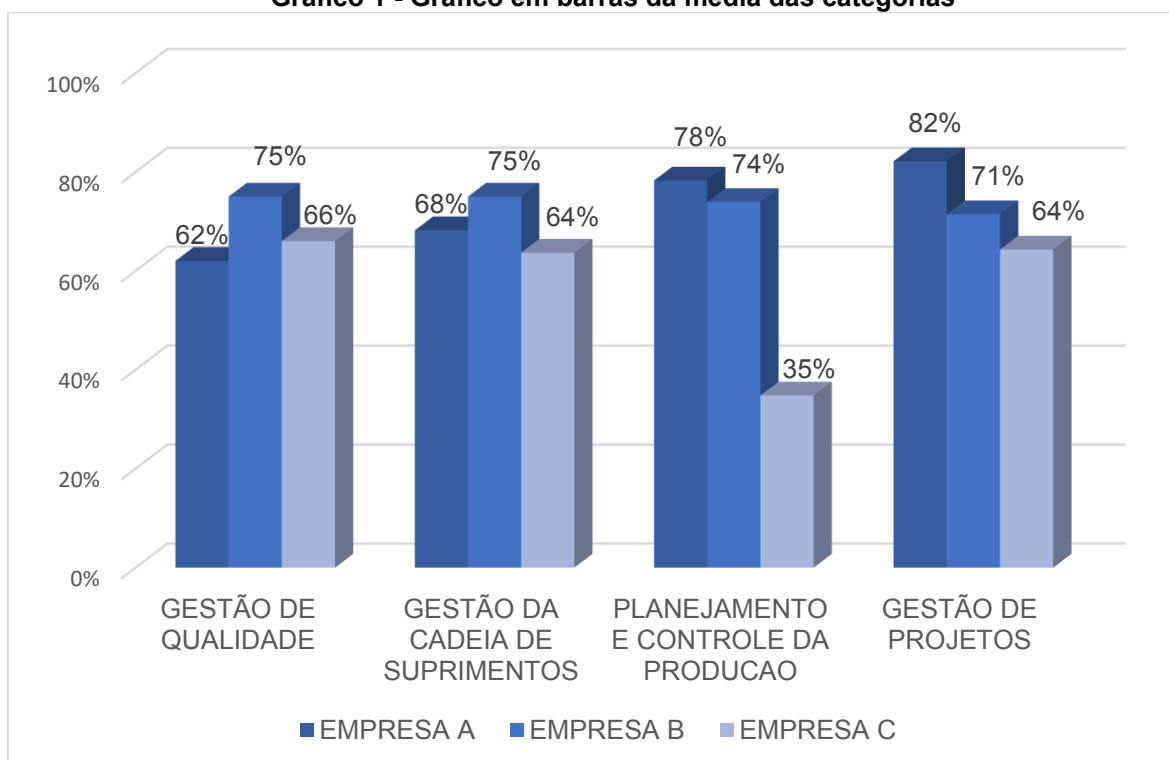
As médias das categorias das notas atribuídas a cada empresa são apresentadas no Gráfico 1, onde se realiza uma comparação entre as empresas por meio de um gráfico de barras. É possível notar que não houve uma disparidade significativa nas categorias de gestão de qualidade (GQ), gestão da cadeia de suprimentos (GCS) e gestão de projetos (GP). No entanto, a Empresa C apresentou uma disparidade considerável na categoria de planejamento e controle da produção (PCP), obtendo uma porcentagem de 35%. Essa deficiência pode ser atribuída ao planejamento inadequado da empresa no curto, médio e longo prazo, bem como à falta de procedimentos para a quantificação das perdas no processo produtivo. Em contraste, as empresas A e B alcançaram índices significativamente mais elevados, com 78% e 74%, respectivamente.

Além disso, pode ser observado que a maioria das categorias obteve médias situadas na faixa entre 60% e 80%, o que indica um nível alto de implementação. A Empresa A registrou as maiores médias nas categorias de planejamento e controle

da produção, enquanto a Empresa B obteve as maiores médias nas categorias de gestão de qualidade e gestão da cadeia de suprimentos.

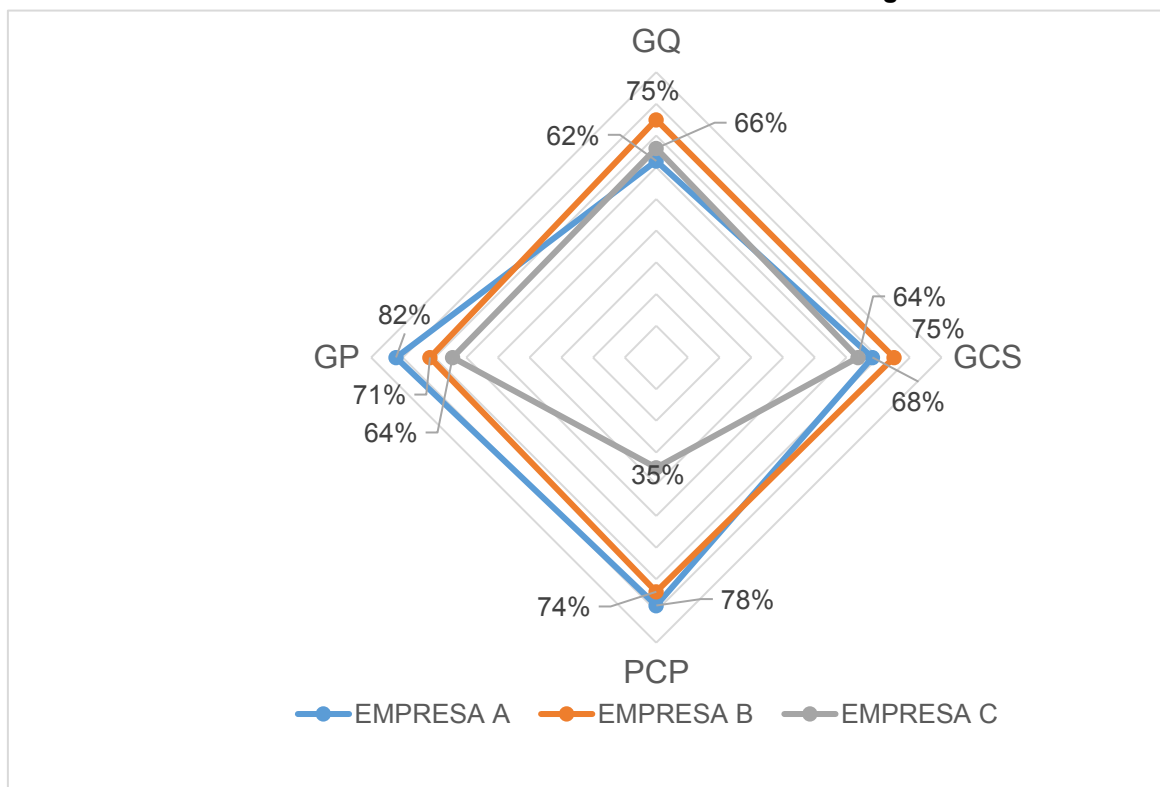
Adicionalmente, foi realizado o Gráfico 2, o qual consiste em um gráfico de radar, utilizado como uma ferramenta de representação visual que permite a comparação das diferentes categorias em relação à porcentagem atribuída a cada empresa.

**Gráfico 1 - Gráfico em barras da média das categorias**



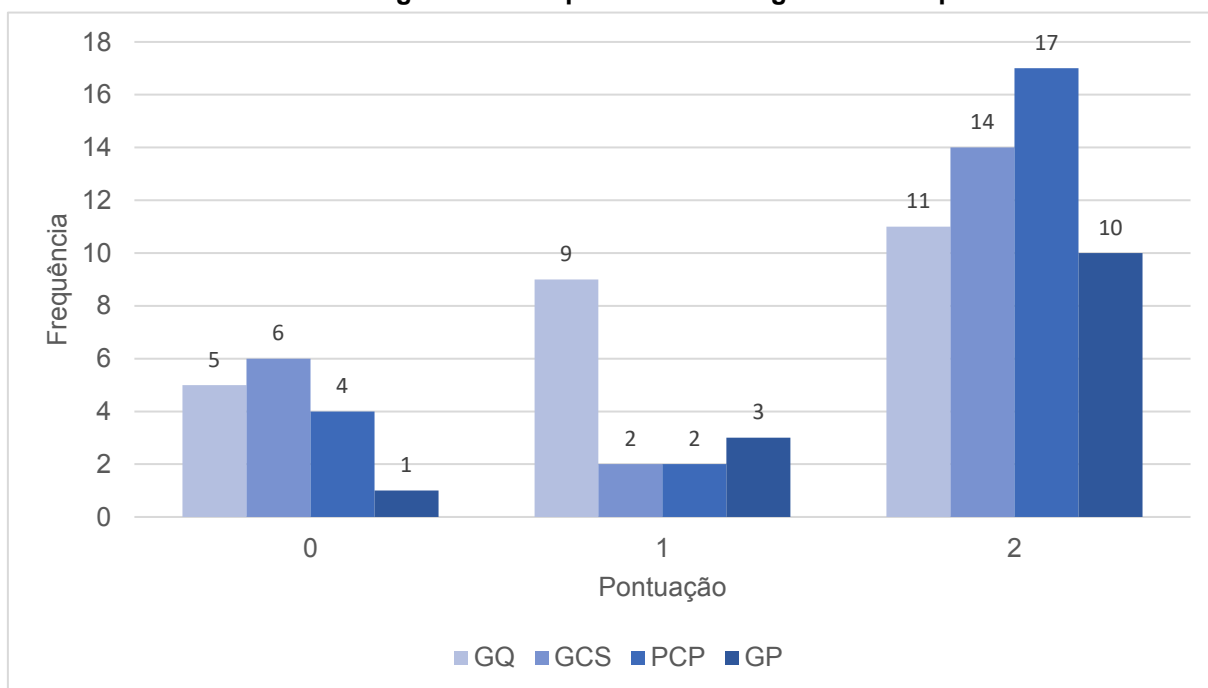
**Fonte: Do autor.**

Gráfico 2 - Gráfico em radar das médias das categorias



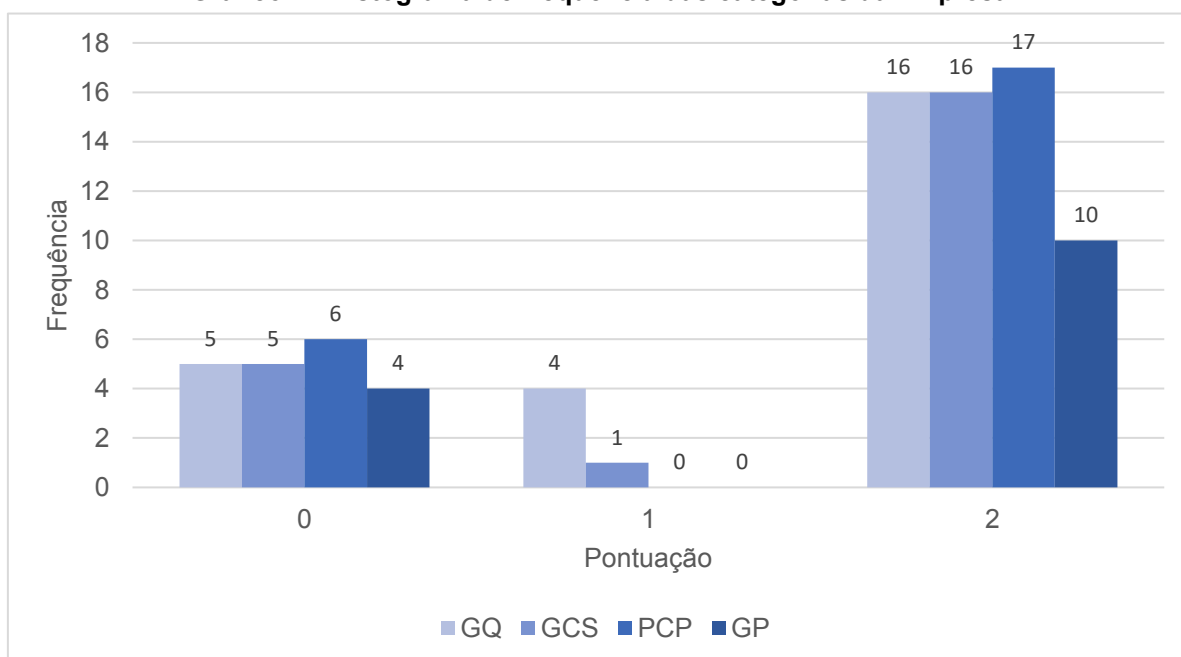
Fonte: Do autor.

Além disso, procedeu-se à elaboração de um histograma de frequência referente às empresas A, B e C, no que diz respeito às notas atribuídas em cada categoria. O Gráfico 3 apresenta informações específicas relacionadas à Empresa A, demonstrando que, em todas as categorias, a maioria das práticas recebeu a pontuação máxima de 2. Contudo, merece destaque que a categoria gestão da cadeia de suprimentos foi a que mais vezes obteve a pontuação mínima 0, isso ocorre devido à ausência de quantificação das perdas nos processos e à falta de uma política estruturada para avaliar o histórico de mercado de seus fornecedores.

**Gráfico 3 - Histograma de frequência das categorias da Empresa A**

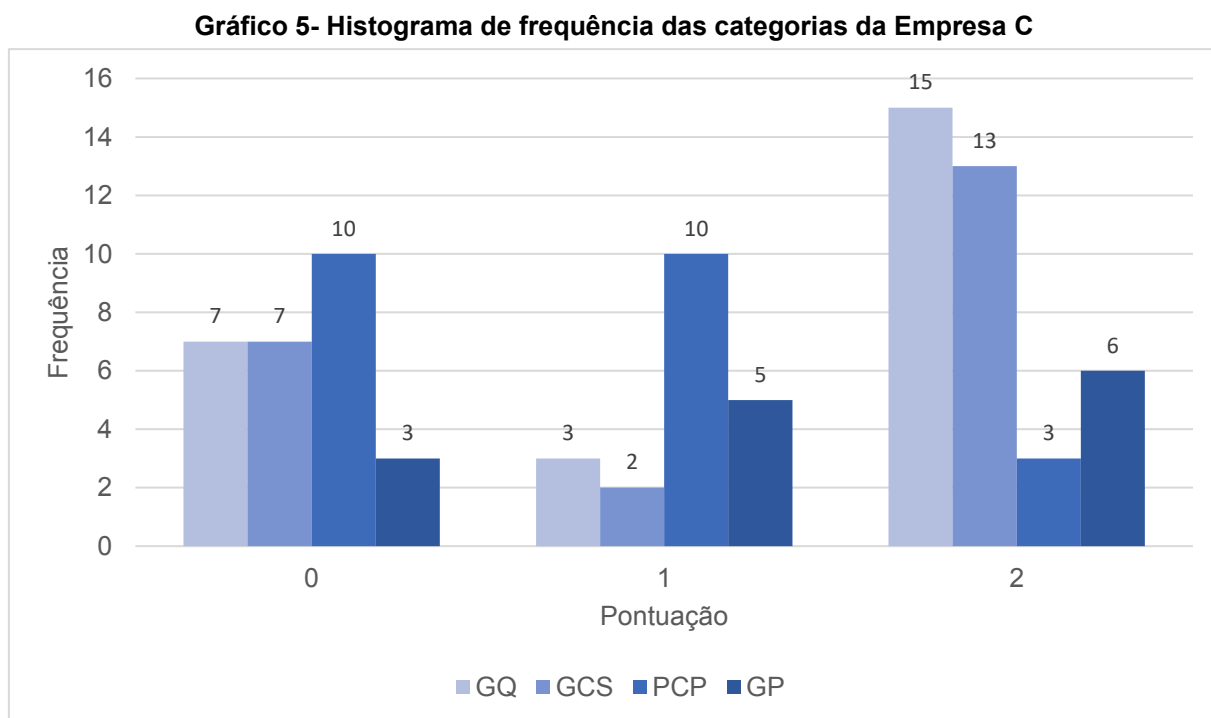
Fonte: Do autor.

Já, o Gráfico 4 expõe os dados relativos à empresa B, evidenciando que, de maneira semelhante, em todas as categorias, a maior parte das práticas obteve a pontuação máxima de 2. Ressalta-se, porém, que poucas práticas da empresa obteve as notas mínimas ou intermediárias, nomeadamente 0 e 1, respectivamente. Além disso, destaca-se que a categoria Planejamento e Controle da Produção e Gestão de Projeto não registrou nenhuma prática com pontuação igual a 1.

**Gráfico 4 - Histograma de frequência das categorias da Empresa B**

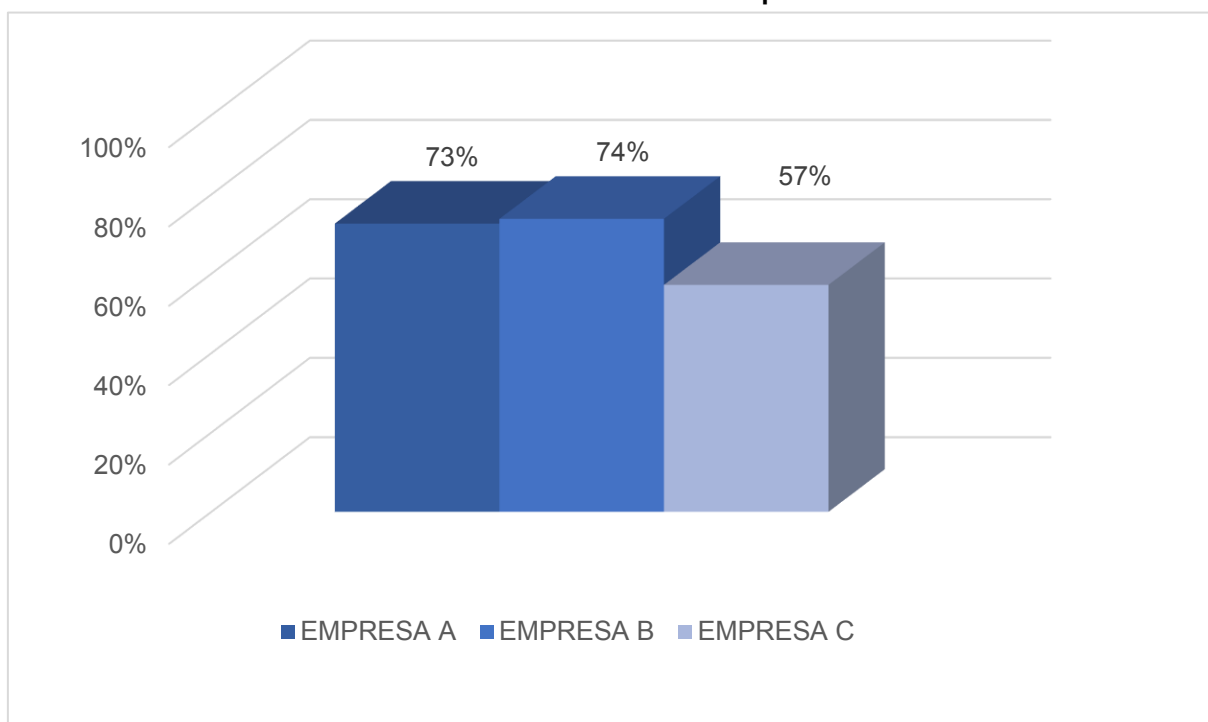
Fonte: Do autor.

Por outro lado, os dados relativos à Empresa C foram exibidos no Gráfico 5. Do mesmo modo, merece destaque o fato de que as categorias de Gestão de Qualidade, Gestão da Cadeia de Suprimentos e Gestão de Projetos alcançaram a pontuação máxima na maioria das práticas avaliadas. É importante ressaltar que a categoria de Planejamento e Controle da Produção apresentou a predominância de notas mínimas, registrando um índice baixo nessa categoria.



**Fonte: Do autor.**

Finalmente, o Gráfico 6 expõe o Lean Score das empresas objeto de estudo. Pode-se notar que as empresas A e B apresentaram porcentagens muito próximas, correspondendo a 73% e 74%, respectivamente, o que se alinha, conforme o Quadro 6, com a faixa de Lean Score alto. Em contrapartida, a Empresa C registrou uma porcentagem de 57%, ligeiramente inferior em comparação com as demais empresas analisadas neste estudo, situando-se, assim, na faixa média de acordo com o Lean Score.

**Gráfico 6 - Lean Score das empresas**

Fonte: Do autor.

Amaral (2019), realizou a aplicação da ferramenta LCAT pesquisa em três obras de uma construtora de Goiana, a empresa em análise alcançou um Lean Score de 58%. Nesse contexto, as Empresas A e B apresentaram um Lean Score superior ao da empresa examinada por Amaral. Já a Empresa C registrou uma pontuação semelhante. É notável que as disparidades mais significativas ocorreram nas categorias de Gestão da Cadeia de Suprimentos e Planejamento e Controle da Produção, onde a empresa de Goiana atingiu médias de 43% e 44%, respectivamente.

A baixa média de 43% na categoria de Gestão da Cadeia de Suprimentos é atribuída à ausência de processos para controlar a distribuição interna de materiais no canteiro, além da falta de quantificação das perdas devido ao transporte, armazenamento e inspeção dos materiais, juntamente com um controle deficiente no processo de compra. Por outro lado, as empresas A e B analisadas neste estudo obtiveram a pontuação máxima na maioria das práticas.

Em relação à categoria de Planejamento e Controle da Produção, as pontuações baixas são atribuídas à ausência de planejamento a curto prazo, falta de mapeamento do fluxo de valor e incapacidade de quantificar as perdas nos processos produtivos. É notável que as empresas estudadas também receberam avaliações



baixas em algumas dessas áreas, especialmente na falta de quantificação dos processos de produção, uma questão comum tanto no estudo de Amaral (2019), quanto nas Empresas A, B e C. No entanto, destaca-se que as Empresas A e B demonstraram excelentes estratégias de planejamento a longo e médio prazo, juntamente com um mapeamento eficiente do fluxo de valor, o que resultou na disparidade das pontuações observadas.

#### 4.3. PERCEPÇÕES SOBRE A UTILIZAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Observou-se que os três gestores entrevistados enfrentaram dificuldades ao responder algumas questões do questionário devido à falta de familiaridade com ferramentas e conceitos específicos da construção enxuta. Entretanto, o manual de aplicação foi instrumental para esclarecer as práticas sobre as quais os gestores tinham dúvidas.

Além disso, em relação à Categoria de Gestão da Cadeia de Suprimentos, notou-se que nenhuma das empresas adota a política de desenvolvimento e qualificação de fornecedores. Esta escolha é baseada na presunção de que, dada a alta concorrência no mercado, não é necessário implementar tal política, pois existem várias empresas que oferecem produtos e serviços semelhantes. Se o preço e a qualidade não atenderem às expectativas, então é necessário verificar os critérios técnicos para a escolha de um novo fornecedor. Sugere-se uma investigação mais aprofundada para determinar se essa prática é realmente aplicável. Para isso, seria relevante aplicar o questionário em outras empresas, de preferência em uma região diferente, para verificar se essa é uma prática válida.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na ferramenta desenvolvida por Camargo Filho (2017), foi possível concluir que as Empresas A e B exibem um Lean Score alto, com pontuações próximas, enquanto a Empresa C demonstra um Lean Score ligeiramente inferior, se encaixando na faixa média. Destaca-se a relevância do manual de aplicação durante a administração do questionário, pois os gestores enfrentaram dificuldades ao responder algumas questões. O manual desempenhou um papel crucial ao esclarecer dúvidas e proporcionar um entendimento mais profundo do questionário em sua totalidade. Esse processo foi fundamental para assegurar uma aplicação adequada e precisa do instrumento de avaliação.

Pode-se observar que a experiência profissional, a obtenção de formações adicionais e a familiaridade com edifícios verticais exercem um impacto significativo nos resultados da pesquisa. O gestor da Empresa C possui uma trajetória maior no mercado de Francisco Beltrão, mas o edifício estudado representa sua primeira incursão em empreendimentos verticais. Além disso, ele é o único responsável pelo acompanhamento e gerenciamento da obra nesta empresa.

Em contraste, as Empresas A e B são relativamente mais recentes no mercado, com 3 e 5 anos de atuação, respectivamente. Os gestores dessas empresas possuem experiência prévia em empreendimentos verticais. O gestor da Empresa A, por exemplo, já trabalhou em uma empresa de grande porte em Curitiba, acumulando uma vasta experiência nesse contexto. Já a Empresa B conta com o suporte de mais dois engenheiros, que colaboram no planejamento, execução, cronograma e garantia da qualidade da obra.

Essas discrepâncias nas experiências e nas estruturas organizacionais das empresas destacam-se como fatores cruciais que influenciam os resultados da pesquisa em questão.

Destaca-se como aspecto positivo o fato de que a categoria de Gestão de Projetos recebeu o maior número de notas máximas. É relevante notar que tanto a Empresa B quanto a Empresa C têm a implementação completa do BIM, visando à compatibilização entre diferentes aspectos dos projetos. Por outro lado, a Empresa A realiza uma implementação parcial do BIM, sendo esta uma das áreas identificadas para melhoria em seus futuros empreendimentos.

Finalmente, pode-se concluir que o método proposto neste estudo demonstrou eficácia ao identificar áreas de aprimoramento dentro do contexto da Construção Enxuta. A avaliação do Lean Score das empresas pesquisadas foi realizada de maneira eficiente, facilitando a identificação de áreas em que as empresas poderiam melhorar para adotar práticas mais eficientes em seus modelos construtivos.

## REFERÊNCIAS

ABD JAMIL, Ahmad Huzaimi; FATHI, Mohamad Syazli. The integration of lean construction and sustainable construction: A stakeholder perspective in analyzing sustainable lean construction strategies in Malaysia. **Procedia Computer Science**, v. 100, p. 634-643, 2016.

AMARAL, Tatiana Gondim do; ZALAF, Felipe Schmaltz; TEIXEIRA, Lara Gomes Fleury. **Análise da aplicação da ferramenta Lean Construction Assessment Tool (LCAT) em uma empresa construtora goiana**. 2019.

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2004.

ARAUJO BASTOS, Roberta Silva et al. Aplicação do Lean Construction no apoio à tomada de decisão de etapa crítica do planejamento: estudo de caso em reforma residencial. **Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review)**, v. 13, n. 3, p. 1439-1460, 2022.

BALLARD, G. HOWELL, G. Toward construction JIT. **11th Annual Association of Researchers in Construction Management Conference, Proceedings, Loughborough**. 1995.

BRUNDTLAND, G.H. **Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development**. 1987.

BURATI JR, James L.; MATTHEWS, Michael F.; KALIDINDI, Satyanarayana N. Quality management organizations and techniques. **Journal of construction Engineering and Management**, v. 118, n. 1, p. 112-128, 1992.

CAMARGO FILHO, C. A. B. **LCAT: Ferramenta de Avaliação da Implementação da Construção Enxuta**. 2017. 99 f. Monografia (Exame de Qualificação) – Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2017.

CARVALHO, B. S. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, 2008.

COSTA, Jonas Leite. **Verificação dos princípios lean construction em obras de habitação popular no município de Campo Mourão-Paraná**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

DÜES, Christina Maria; TAN, Kim Hua; LIM, Ming. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain. **Journal of cleaner production**, v. 40, p. 93-100, 2013.

ETGES, B. M. B. S. **Protocolo de auditoria do uso de práticas da construção enxuta**. 2012.85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

ETGES, B. M. B. S. **Protocolo de auditoria do uso de práticas da construção enxuta**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012a.

ETGES, B. M. B. S.; SAURIN, T. A.; BULHÕES, I. R. **A Protocol for Assessing the Use of Lean Construction Practices**. In: 21th Annual Conference of The International Group for Lean Construction, Fortaleza, Brazil, 2013. **Proceedings...** Fortaleza, Brazil, 2013.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction – Princípios básicos e exemplos. Apostila sobre Lean Construction** – UFRGS – Escola de Engenharia – NORIE – Porto Alegre, 2002.

GAO, S.; LOW, P. L. **Lean Construction Management**. 1. ed. Singapore: Gao; Low, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

HINZE, Jimmie; GODFREY, Ray; SULLIVAN, James. Integration of construction worker safety and health in assessment of sustainable construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 6, p. 594-600, 2013.

HORMAN, Michael J. et al. Lean and green: Integrating sustainability and lean construction. In: **CIB World Building Congress**. Rotterdam, The Netherlands: International Council for Research and Innovation in Building and Construction (CIB), p. 1-10, 2004

HOWELL, G. A., “**What is Lean Construction**”. In: **7 th Conference of International Group of Lean Construction**, p.1, California, julho de 1999.  
Hunt, V. Daniel. **Quality in America – How to Implement a Competitive Quality Program**. Homewood, IL: Business One Irwi.1992.

HUSSIN, Jamilus Md; RAHMAN, I. Abdul; MEMON, Aftab Hameed. The way forward in sustainable construction: issues and challenges. **International Journal of Advances in Applied Sciences**, v. 2, n. 1, p. 15-24, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades – Francisco Beltrão**. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/francisco-beltrao/panorama>>. Acesso em: 19 maio 2023.

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Caderno estatístico município de Francisco Beltrão. Maio de 2023. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/cadernos/MontaCadPdf1.php?Municipio=85600>> . Acesso: 20 maio 2023.

KORANDA, Collin et al. An investigation of the applicability of sustainability and lean concepts to small construction projects. **KSCE Journal of Civil Engineering**, v. 16, n. 5, p. 699-707, 2012.

KOSKELA L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Dissertation for the degree of Doctor of Technology at Helsinki University of Technology - Espoo: Technical Research Centre of Finland. Finland, 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.

LI, X. WU, Y. ZHOU, X. LIU. Um estudo sobre a avaliação do nível de implementação da construção enxuta em duas empresas chinesas, *Renew. Sustentar. Energia Rev.* 71.2017.

OGUNBIYI, Oyedolapo Ekundayo. **Implementação da abordagem enxuta na construção sustentável: uma estrutura conceitual**. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de Lancashire Central.

OGUNBIYI, Oyedolapo; GOULDING, Jack Steven; OLADAPO, Adebayo. An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. **Construction innovation**, 2014.

OGUNBIYI, Oyedolapo; GOULDING, Jack Steven; OLADAPO, Adebayo. An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. **Construction innovation**, p. 8-107,2014.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: Sinduscon, 2005.

RAJENDRAN, Sathyanarayanan; GAMBATESE, John A.; BEHM, Michael G. Impact of green building design and construction on worker safety and health. **Journal of construction engineering and management**, v. 135, n. 10, p. 1058-1066, 2009.

ROSS, J. E. **Total quality management: Text, cases, and readings**. S. Perry (Ed.). CRC Press. 1999.

SALEM, O.; SOLOMON, J.; GENAIDY, A.; MINKARAH, I. Lean Construction: From Theory to Implementation. **Journal of Management in Engineering**, v. 22, n. 4, p. 168–175, 2006.

SANTOS, Vanessa de Oliveira Martins dos. **A importância da adoção do Custeio em atividades em empresas que utilizam o Just-in-time**. 2010. 21 f. Monografia Graduação - Curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.

SCHMIDT, Rícharð Williann. **O Impacto da Rotatividade da mão de obra terceirizada no setor da construção civil—Estudo de Caso**. 2011.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Tradução de Eduardo Schaan. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SILVA, R. S. M. E; AMARAL, T. G.; SILVA, F. M. A. Fuzzy Logic Applied to Lean Construction-An Implementation in Building Companies. **Journal of Civil Engineering and Architecture Research**, v. 1, n. 1, p. 37–44, 2014.

SOARES C. **TOC, STP e TQC: Uma abordagem conjunta**. ENEGEP. - Niteroi- RJ, 1998.

TIAN, Yimeng; SPATARI, Sabrina. Environmental life cycle evaluation of prefabricated residential construction in China. **Journal of Building Engineering**, v. 57, p. 104776, 2022.

TONIN, Luiz Andrei Potter; SCHAEFER, Cecilia Ogliari. Diagnóstico e aplicação da Lean Construction em construtora. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 15, n. 1, 2013.

TONIN, Luiz Andrei Potter; SCHAEFER, Cecilia Ogliari. Diagnóstico e aplicação da Lean Construction em construtora. **Iniciação Científica CESUMAR**, v. 15, n. 1, 2013.

WOMACK J.; JONES D. e ROOS D. **A máquina que mudou o mundo**. - Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YIN, Robert K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. 2 ed. Porto Alegre: Bookman. 2001

## ANEXO A - FORMULÁRIO DE APLICAÇÃO LCAT

<b>GESTÃO DE QUALIDADE</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Sistema de Gestão da Qualidade certificado</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Treinamento dos funcionários</b>		
	C 1.1	Treinamento para executar procedimentos levando em conta requisitos de qualidade	
	C 1.2	Capacitação para controlar qualidade da própria atividade	
	C 1.3	Autonomia para paralisar produção e corrigir falhas	
	C 1.4	Desenvolvimento de funcionários multifuncionais	
<b>Critério 2</b>	<b>Solução de Problemas</b>		
	C 2.1	Grupos de solução de problemas na obra	
	C 2.2	Padrão a ser seguido para identificação de causas raízes	
	C 2.3	Causas raízes identificadas entram em um ciclo PDCA	
<b>Critério 3</b>	<b>Benchmarking Interno e Externo</b>		
	C 3.1	Processo de Benchmarking entre empreendimentos da empresa	
	C 3.2	Processo de Benchmarking com empreendimentos de outras empresas	
	C 3.3	Registro e criação de banco de dados de melhores práticas encontradas	
<b>Critério 4</b>	<b>Utilização de Poka-yokes e Inovação Tecnológica</b>		
	C 4.1	Utilização de poka-yokes	
	C 4.2	Inovações tecnológicas visando aumento de qualidade e produtividade	
<b>Critério 5</b>	<b>Avaliação do Desempenho</b>		
	C 5.1	Avaliação do desempenho com relação a qualidade da equipe	
	C 5.2	Avaliação do desempenho com relação a produtividade da equipe	
	C 5.3	Feedback aos funcionários de suas avaliações de desempenho	
	C 5.4	Quadro de avaliação dos funcionários da obra	
	C 5.5	Quadro de avaliação de subcontratados	
<b>Critério 6</b>	<b>Políticas Motivacionais e Satisfação do Funcionário</b>		
	C 6.1	Incentivos monetários para aumento da qualidade e produtividade	
	C 6.2	Avaliação da satisfação do funcionário	
	C 6.3	Políticas motivacionais que vão além de incentivos monetários	
	C 6.4	Incentivo à atividades externas ao canteiro	
<b>Critério 7</b>	<b>Organização do ambiente de trabalho e canteiro de obras</b>		
	C 7.1	Programa de avaliação da limpeza e organização do ambiente de trabalho	



	C 7.2	Dispositivos visuais para promover a facilidade de identificação de documentos, projetos, cronogramas	
	C 7.3	Dispositivos visuais para promover a facilidade de acesso e identificação dos ambientes	
	C 7.4	Vias de circulação de pessoas identificada	
<b>GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Critérios definidos para a seleção de fornecedores</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Controle de entrega de materiais quanto atendimento às especificações e qualidade</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Seleção de Fornecedores</b>		
	C 1.1	Critérios técnicos para a definição de um novo fornecedor	
	C 1.2	Análise do histórico de mercado do fornecedor	
<b>Critério 2</b>	<b>Relacionamento com fornecedores</b>		
	C 2.1	Critérios de aceitação dos insumos definidos previamente	
	C 2.2	Quadro de avaliação de fornecedores	
	C 2.3	Feedback de avaliação ao fornecedor após o fornecimento	
	C 2.4	Política de desenvolvimento e qualificação de fornecedores	
	C 2.5	Relação entre empresas e fornecedores duradoura	
	C 2.6	Empresa desenvolve rede de fornecedores JIT para alguns itens da produção	
<b>Critério 3</b>	<b>Processo de compra</b>		
	C 3.1	Datas para realização de pedidos de materiais respeitando o lead time das negociações	
	C 3.2	Avaliação periódica do processo de suprimento pela obra	
<b>Critério 4</b>	<b>Controle de estoque e armazenamento de materiais</b>		
	C 4.1	Controle de estoque contemplando a entrada e saída de materiais	
	C 4.2	Padrão de estocagem e manuseio dos materiais no canteiro de obras	
	C 4.3	Identificação visual dos pontos de reposição de estoques	
<b>Critério 5</b>	<b>Controle do espaço físico</b>		
	C 5.1	Estudo do local de armazenamento do material considerando sua tecnologia de entrega	
	C 5.2	Layout do canteiro definido considerando as diferentes etapas da obra, contemplando locais de armazenamento e de transporte	
	C 5.3	Controle do espaço físico considerando o tempo de entrega dos materiais	
<b>Critério 6</b>	<b>Distribuição interna de suprimentos</b>		
	C 6.1	Controle do fluxo físico de recursos	
	C 6.2	Programação da entrega de materiais interna ao canteiro de acordo com o planejamento da obra	
	C 6.3	Kanbans para a solicitação de materiais e insumos	
<b>Critério 7</b>	<b>Controle de custos na cadeia de suprimentos</b>		
	C 7.1	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas	

	C 7.2	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas monetariamente	
	C 7.3	Metas para a redução de custos das atividades de transporte, armazenamento e inspeção de materiais	
<b>PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Processo de Planejamento e Controle da Produção formalizado</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Plano de longo prazo transparente</b>		
<b>Pré-requisito 3</b>	<b>Fluxo geral de atividades definido</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Planejamento de longo prazo</b>		
	C 1.1	Atualização sistemática do planejamento de longo prazo	
	C 1.2	Diagrama de Gantt sendo explicitas as atividades do caminho crítico	
	C 1.3	Linhas de balanço no planejamento de longo prazo	
<b>Critério 2</b>	<b>Planejamento de médio prazo</b>		
	C 2.1	Lista de atividades e suas restrições a serem eliminadas	
	C 2.2	Processo de remoção sistemática de restrições	
	C 2.3	Relação de tarefas suplentes sem restrições no médio prazo e postas a produção no curto prazo	
<b>Critério 3</b>	<b>Planejamento de curto prazo</b>		
	C 3.1	Apenas atividades sem restrições postas a produção no curto prazo	
	C 3.2	Mapeamento com determinação das atividades de cada equipe em cada dia de trabalho, contemplando local e insumos a serem utilizados	
	C 3.3	Gráfico de balanceamento de operação para atividades que estão no caminho crítico	
	C 3.4	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para atividades que estão no caminho crítico	
	C 3.5	Gráfico de balanceamento de operação para todas atividades	
	C 3.6	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para todas atividades	
<b>Critério 4</b>	<b>Mapeamento do fluxo de valor</b>		
	C 4.1	Processo de mapeamento do fluxo de valor para o empreendimento como um todo	
	C 4.2	Processo de mapeamento do fluxo de valor para um grupo de atividades	
	C 4.3	Estratégia de empresa para reduzir parcela das atividades que não agregam valor	
	C 4.4	Estratégia para utilização do tempo takt para sincronizar a produção	
<b>Critério 5</b>	<b>Controle da produção</b>		
	C 5.1	Indicadores para avaliar o cumprimento do prazo da obra	
	C 5.2	Análise crítica do conjunto de dados obtidos no planejamento envolvendo gerência da obra e da empresa	
	C 5.3	Dispositivos visuais para disseminar informações de planejamento e controle da obra	
	C 5.4	Ferramentas de controle da produção em tempo real	

<b>Critério 6</b>	<b>Controle de custos</b>		
	C 6.1	Perdas nos processos produtivos são quantificadas	
	C 6.2	Perdas são quantificadas monetariamente	
	C 6.3	Indicadores de metas para reduzir os custos da obra	
<b>GESTÃO DE PROJETOS</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Departamento interno responsável pela gestão de projetos</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Processo de verificação de projetos quanto à qualidade e especificações</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Planejamento do desenvolvimento de projetos</b>		
	C 1.1	Planejamento geral do desenvolvimento dos projetos	
	C 1.2	Planejamento semanal das etapas do desenvolvimento de projetos	
<b>Critério 2</b>	<b>Compatibilização e validação de projetos</b>		
	C 2.1	Verificação de compatibilidade entre projetos antes da aprovação para execução	
	C 2.2	Comunicação direta entre projetistas durante desenvolvimento dos projetos	
	C 2.3	Protótipo físico do produto final onde são testados todos os sistemas construtivos	
	C 2.4	Utilização do BIM em projetos para compatibilização entre projetos	
<b>Critério 3</b>	<b>Identificação do valor requerido pelo cliente</b>		
	C 3.1	Realização de análises de mercado para levantar requisitos esperados pelo público alvo	
	C 3.2	Pesquisas de satisfação de clientes em relação a itens de desempenho do projeto	
	C 3.3	Feedback aos projetistas após pesquisa de satisfação dos clientes	
	C 3.4	Testes de novos itens com utilização de realidade aumentada com clientes potenciais	
<b>Critério 4</b>	<b>Identificação de problemas em projetos</b>		
	C 4.1	Problemas causados por erros de projetos são identificados	
	C 4.2	Comunicação direta entre projetistas e engenheiros de obra durante execução	
	C 4.3	Feedback dos problemas encontrados aos projetistas após execução do empreendimento	
	C 4.4	Metas para redução de problemas causados por erros de projetos	

Fonte: Adaptado Camargo Filho (2017).

Cabe salientar, que o questionário foi respondido conforme instruções de aplicação do LCAT que consta no apêndice B do trabalho de Camargo Filho (2017).

## ANEXO B - FORMULÁRIO APLICADO NA EMPRESA A

<b>GESTÃO DE QUALIDADE</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Sistema de Gestão da Qualidade certificado</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Treinamento dos funcionários</b>		
	C 1.1	Treinamento para executar procedimentos levando em conta requisitos de qualidade	2
	C 1.2	Capacitação para controlar qualidade da própria atividade	1
	C 1.3	Autonomia para paralisar produção e corrigir falhas	2
	C 1.4	Desenvolvimento de funcionários multifuncionais	2
<b>Critério 2</b>	<b>Solução de Problemas</b>		
	C 2.1	Grupos de solução de problemas na obra	2
	C 2.2	Padrão a ser seguido para identificação de causas raízes	0
	C 2.3	Causas raízes identificadas entram em um ciclo PDCA	1
<b>Critério 3</b>	<b>Benchmarking Interno e Externo</b>		
	C 3.1	Processo de Benchmarking entre empreendimentos da empresa	1
	C 3.2	Processo de Benchmarking com empreendimentos de outras empresas	0
	C 3.3	Registro e criação de banco de dados de melhores práticas encontradas	1
<b>Critério 4</b>	<b>Utilização de Poka-yokes e Inovação Tecnológica</b>		
	C 4.1	Utilização de poka-yokes	2
	C 4.2	Inovações tecnológicas visando aumento de qualidade e produtividade	1
<b>Critério 5</b>	<b>Avaliação do Desempenho</b>		
	C 5.1	Avaliação do desempenho com relação a qualidade da equipe	2
	C 5.2	Avaliação do desempenho com relação a produtividade da equipe	2
	C 5.3	Feedback aos funcionários de suas avaliações de desempenho	2
	C 5.4	Quadro de avaliação dos funcionários da obra	1
	C 5.5	Quadro de avaliação de subcontratados	1
<b>Critério 6</b>	<b>Políticas Motivacionais e Satisfação do Funcionário</b>		
	C 6.1	Incentivos monetários para aumento da qualidade e produtividade	2
	C 6.2	Avaliação da satisfação do funcionário	0
	C 6.3	Políticas motivacionais que vão além de incentivos monetários	0
	C 6.4	Incentivo à atividades externas ao canteiro	0
<b>Critério 7</b>	<b>Organização do ambiente de trabalho e canteiro de obras</b>		
	C 7.1	Programa de avaliação da limpeza e organização do ambiente de trabalho	1

	C 7.2	Dispositivos visuais para promover a facilidade de identificação de documentos, projetos, cronogramas	2
	C 7.3	Dispositivos visuais para promover a facilidade de acesso e identificação dos ambientes	2
	C 7.4	Vias de circulação de pessoas identificada	1
<b>GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Critérios definidos para a seleção de fornecedores</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Controle de entrega de materiais quanto atendimento às especificações e qualidade</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Seleção de Fornecedores</b>		
	C 1.1	Critérios técnicos para a definição de um novo fornecedor	2
	C 1.2	Análise do histórico de mercado do fornecedor	0
<b>Critério 2</b>	<b>Relacionamento com fornecedores</b>		
	C 2.1	Critérios de aceitação dos insumos definidos previamente	2
	C 2.2	Quadro de avaliação de fornecedores	2
	C 2.3	Feedback de avaliação ao fornecedor após o fornecimento	0
	C 2.4	Política de desenvolvimento e qualificação de fornecedores	0
	C 2.5	Relação entre empresas e fornecedores duradoura	1
	C 2.6	Empresa desenvolve rede de fornecedores JIT para alguns itens da produção	2
<b>Critério 3</b>	<b>Processo de compra</b>		
	C 3.1	Datas para realização de pedidos de materiais respeitando o lead time das negociações	2
	C 3.2	Avaliação periódica do processo de suprimento pela obra	2
<b>Critério 4</b>	<b>Controle de estoque e armazenamento de materiais</b>		
	C 4.1	Controle de estoque contemplando a entrada e saída de materiais	1
	C 4.2	Padrão de estocagem e manuseio dos materiais no canteiro de obras	2
	C 4.3	Identificação visual dos pontos de reposição de estoques	2
<b>Critério 5</b>	<b>Controle do espaço físico</b>		
	C 5.1	Estudo do local de armazenamento do material considerando sua tecnologia de entrega	2
	C 5.2	Layout do canteiro definido considerando as diferentes etapas da obra, contemplando locais de armazenamento e de transporte	2
	C 5.3	Controle do espaço físico considerando o tempo de entrega dos materiais	2
<b>Critério 6</b>	<b>Distribuição interna de suprimentos</b>		
	C 6.1	Controle do fluxo físico de recursos	2
	C 6.2	Programação da entrega de materiais interna ao canteiro de acordo com o planejamento da obra	2
	C 6.3	Kanbans para a solicitação de materiais e insumos	2
<b>Critério 7</b>	<b>Controle de custos na cadeia de suprimentos</b>		
	C 7.1	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas	0

	C 7.2	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas monetariamente	0
	C 7.3	Metas para a redução de custos das atividades de transporte, armazenamento e inspeção de materiais	0
<b>PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Processo de Planejamento e Controle da Produção formalizado</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Plano de longo prazo transparente</b>		
<b>Pré-requisito 3</b>	<b>Fluxo geral de atividades definido</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Planejamento de longo prazo</b>		
	C 1.1	Atualização sistemática do planejamento de longo prazo	2
	C 1.2	Diagrama de Gantt sendo explicitas as atividades do caminho crítico	2
	C 1.3	Linhas de balanço no planejamento de longo prazo	2
<b>Critério 2</b>	<b>Planejamento de médio prazo</b>		
	C 2.1	Lista de atividades e suas restrições a serem eliminadas	2
	C 2.2	Processo de remoção sistemática de restrições	2
	C 2.3	Relação de tarefas suplentes sem restrições no médio prazo e postas a produção no curto prazo	2
<b>Critério 3</b>	<b>Planejamento de curto prazo</b>		
	C 3.1	Apenas atividades sem restrições postas a produção no curto prazo	2
	C 3.2	Mapeamento com determinação das atividades de cada equipe em cada dia de trabalho, contemplando local e insumos a serem utilizados	2
	C 3.3	Gráfico de balanceamento de operação para atividades que estão no caminho crítico	0
	C 3.4	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para atividades que estão no caminho crítico	2
	C 3.5	Gráfico de balanceamento de operação para todas atividades	0
	C 3.6	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para todas atividades	0
<b>Critério 4</b>	<b>Mapeamento do fluxo de valor</b>		
	C 4.1	Processo de mapeamento do fluxo de valor para o empreendimento como um todo	2
	C 4.2	Processo de mapeamento do fluxo de valor para um grupo de atividades	2
	C 4.3	Estratégia de empresa para reduzir parcela das atividades que não agregam valor	1
	C 4.4	Estratégia para utilização do tempo takt para sincronizar a produção	0
<b>Critério 5</b>	<b>Controle da produção</b>		
	C 5.1	Indicadores para avaliar o cumprimento do prazo da obra	2
	C 5.2	Análise crítica do conjunto de dados obtidos no planejamento envolvendo gerência da obra e da empresa	2
	C 5.3	Dispositivos visuais para disseminar informações de planejamento e controle da obra	2
	C 5.4	Ferramentas de controle da produção em tempo real	1

<b>Critério 6</b>	<b>Controle de custos</b>		
	C 6.1	Perdas nos processos produtivos são quantificadas	2
	C 6.2	Perdas são quantificadas monetariamente	2
	C 6.3	Indicadores de metas para reduzir os custos da obra	2
<b>GESTÃO DE PROJETOS</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Departamento interno responsável pela gestão de projetos</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Processo de verificação de projetos quanto à qualidade e especificações</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Planejamento do desenvolvimento de projetos</b>		
	C 1.1	Planejamento geral do desenvolvimento dos projetos	2
	C 1.2	Planejamento semanal das etapas do desenvolvimento de projetos	1
<b>Critério 2</b>	<b>Compatibilização e validação de projetos</b>		
	C 2.1	Verificação de compatibilidade entre projetos antes da aprovação para execução	2
	C 2.2	Comunicação direta entre projetistas durante desenvolvimento dos projetos	2
	C 2.3	Protótipo físico do produto final onde são testados todos os sistemas construtivos	1
	C 2.4	Utilização do BIM em projetos para compatibilização entre projetos	1
<b>Critério 3</b>	<b>Identificação do valor requerido pelo cliente</b>		
	C 3.1	Realização de análises de mercado para levantar requisitos esperados pelo público alvo	2
	C 3.2	Pesquisas de satisfação de clientes em relação a itens de desempenho do projeto	2
	C 3.3	Feedback aos projetistas após pesquisa de satisfação dos clientes	2
	C 3.4	Testes de novos itens com utilização de realidade aumentada com clientes potenciais	0
<b>Critério 4</b>	<b>Identificação de problemas em projetos</b>		
	C 4.1	Problemas causados por erros de projetos são identificados	2
	C 4.2	Comunicação direta entre projetistas e engenheiros de obra durante execução	2
	C 4.3	Feedback dos problemas encontrados aos projetistas após execução do empreendimento	2
	C 4.4	Metas para redução de problemas causados por erros de projetos	2

Fonte: Do autor.

## ANEXO C - FORMULÁRIO APLICADO NA EMPRESA B

<b>GESTÃO DE QUALIDADE</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Sistema de Gestão da Qualidade certificado</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Treinamento dos funcionários</b>		
	C 1.1	Treinamento para executar procedimentos levando em conta requisitos de qualidade	1
	C 1.2	Capacitação para controlar qualidade da própria atividade	2
	C 1.3	Autonomia para paralisar produção e corrigir falhas	2
	C 1.4	Desenvolvimento de funcionários multifuncionais	2
<b>Critério 2</b>	<b>Solução de Problemas</b>		
	C 2.1	Grupos de solução de problemas na obra	2
	C 2.2	Padrão a ser seguido para identificação de causas raízes	2
	C 2.3	Causas raízes identificadas entram em um ciclo PDCA	1
<b>Critério 3</b>	<b>Benchmarking Interno e Externo</b>		
	C 3.1	Processo de Benchmarking entre empreendimentos da empresa	0
	C 3.2	Processo de Benchmarking com empreendimentos de outras empresas	2
	C 3.3	Registro e criação de banco de dados de melhores práticas encontradas	2
<b>Critério 4</b>	<b>Utilização de Poka-yokes e Inovação Tecnológica</b>		
	C 4.1	Utilização de poka-yokes	1
	C 4.2	Inovações tecnológicas visando aumento de qualidade e produtividade	2
<b>Critério 5</b>	<b>Avaliação do Desempenho</b>		
	C 5.1	Avaliação do desempenho com relação a qualidade da equipe	2
	C 5.2	Avaliação do desempenho com relação a produtividade da equipe	2
	C 5.3	Feedback aos funcionários de suas avaliações de desempenho	1
	C 5.4	Quadro de avaliação dos funcionários da obra	0
	C 5.5	Quadro de avaliação de subcontratados	0
<b>Critério 6</b>	<b>Políticas Motivacionais e Satisfação do Funcionário</b>		
	C 6.1	Incentivos monetários para aumento da qualidade e produtividade	2
	C 6.2	Avaliação da satisfação do funcionário	0
	C 6.3	Políticas motivacionais que vão além de incentivos monetários	2
	C 6.4	Incentivo à atividades externas ao canteiro	2
<b>Critério 7</b>	<b>Organização do ambiente de trabalho e canteiro de obras</b>		
	C 7.1	Programa de avaliação da limpeza e organização do ambiente de trabalho	2



	C 7.2	Dispositivos visuais para promover a facilidade de identificação de documentos, projetos, cronogramas	0
	C 7.3	Dispositivos visuais para promover a facilidade de acesso e identificação dos ambientes	2
	C 7.4	Vias de circulação de pessoas identificadas	2
<b>GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Critérios definidos para a seleção de fornecedores</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Controle de entrega de materiais quanto atendimento às especificações e qualidade</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Seleção de Fornecedores</b>		
	C 1.1	Critérios técnicos para a definição de um novo fornecedor	2
	C 1.2	Análise do histórico de mercado do fornecedor	2
<b>Critério 2</b>	<b>Relacionamento com fornecedores</b>		
	C 2.1	Critérios de aceitação dos insumos definidos previamente	2
	C 2.2	Quadro de avaliação de fornecedores	0
	C 2.3	Feedback de avaliação ao fornecedor após o fornecimento	0
	C 2.4	Política de desenvolvimento e qualificação de fornecedores	0
	C 2.5	Relação entre empresas e fornecedores duradoura	2
	C 2.6	Empresa desenvolve rede de fornecedores JIT para alguns itens da produção	2
<b>Critério 3</b>	<b>Processo de compra</b>		
	C 3.1	Datas para realização de pedidos de materiais respeitando o lead time das negociações	2
	C 3.2	Avaliação periódica do processo de suprimento pela obra	2
<b>Critério 4</b>	<b>Controle de estoque e armazenamento de materiais</b>		
	C 4.1	Controle de estoque contemplando a entrada e saída de materiais	2
	C 4.2	Padrão de estocagem e manuseio dos materiais no canteiro de obras	2
	C 4.3	Identificação visual dos pontos de reposição de estoques	0
<b>Critério 5</b>	<b>Controle do espaço físico</b>		
	C 5.1	Estudo do local de armazenamento do material considerando sua tecnologia de entrega	2
	C 5.2	Layout do canteiro definido considerando as diferentes etapas da obra, contemplando locais de armazenamento e de transporte	2
	C 5.3	Controle do espaço físico considerando o tempo de entrega dos materiais	2
<b>Critério 6</b>	<b>Distribuição interna de suprimentos</b>		
	C 6.1	Controle do fluxo físico de recursos	2
	C 6.2	Programação da entrega de materiais interna ao canteiro de acordo com o planejamento da obra	2
	C 6.3	Kanbans para a solicitação de materiais e insumos	0
<b>Critério 7</b>	<b>Controle de custos na cadeia de suprimentos</b>		
	C 7.1	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas	2

	C 7.2	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas monetariamente	1
	C 7.3	Metas para a redução de custos das atividades de transporte, armazenamento e inspeção de materiais	2
<b>PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Processo de Planejamento e Controle da Produção formalizado</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Plano de longo prazo transparente</b>		
<b>Pré-requisito 3</b>	<b>Fluxo geral de atividades definido</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Planejamento de longo prazo</b>		
	C 1.1	Atualização sistemática do planejamento de longo prazo	2
	C 1.2	Diagrama de Gantt sendo explicitas as atividades do caminho crítico	2
	C 1.3	Linhas de balanço no planejamento de longo prazo	2
<b>Critério 2</b>	<b>Planejamento de médio prazo</b>		
	C 2.1	Lista de atividades e suas restrições a serem eliminadas	2
	C 2.2	Processo de remoção sistemática de restrições	2
	C 2.3	Relação de tarefas suplentes sem restrições no médio prazo e postas a produção no curto prazo	2
<b>Critério 3</b>	<b>Planejamento de curto prazo</b>		
	C 3.1	Apenas atividades sem restrições postas a produção no curto prazo	2
	C 3.2	Mapeamento com determinação das atividades de cada equipe em cada dia de trabalho, contemplando local e insumos a serem utilizados	2
	C 3.3	Gráfico de balanceamento de operação para atividades que estão no caminho crítico	0
	C 3.4	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para atividades que estão no caminho crítico	0
	C 3.5	Gráfico de balanceamento de operação para todas atividades	0
	C 3.6	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para todas atividades	0
<b>Critério 4</b>	<b>Mapeamento do fluxo de valor</b>		
	C 4.1	Processo de mapeamento do fluxo de valor para o empreendimento como um todo	2
	C 4.2	Processo de mapeamento do fluxo de valor para um grupo de atividades	2
	C 4.3	Estratégia de empresa para reduzir parcela das atividades que não agregam valor	2
	C 4.4	Estratégia para utilização do tempo takt para sincronizar a produção	2
<b>Critério 5</b>	<b>Controle da produção</b>		
	C 5.1	Indicadores para avaliar o cumprimento do prazo da obra	2
	C 5.2	Análise crítica do conjunto de dados obtidos no planejamento envolvendo gerência da obra e da empresa	0
	C 5.3	Dispositivos visuais para disseminar informações de planejamento e controle da obra	0
	C 5.4	Ferramentas de controle da produção em tempo real	2

<b>Critério 6</b>	<b>Controle de custos</b>		
	C 6.1	Perdas nos processos produtivos são quantificadas	2
	C 6.2	Perdas são quantificadas monetariamente	2
	C 6.3	Indicadores de metas para reduzir os custos da obra	2
<b>GESTÃO DE PROJETOS</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Departamento interno responsável pela gestão de projetos</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Processo de verificação de projetos quanto à qualidade e especificações</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Planejamento do desenvolvimento de projetos</b>		
	C 1.1	Planejamento geral do desenvolvimento dos projetos	2
	C 1.2	Planejamento semanal das etapas do desenvolvimento de projetos	0
<b>Critério 2</b>	<b>Compatibilização e validação de projetos</b>		
	C 2.1	Verificação de compatibilidade entre projetos antes da aprovação para execução	2
	C 2.2	Comunicação direta entre projetistas durante desenvolvimento dos projetos	2
	C 2.3	Protótipo físico do produto final onde são testados todos os sistemas construtivos	0
	C 2.4	Utilização do BIM em projetos para compatibilização entre projetos	2
<b>Critério 3</b>	<b>Identificação do valor requerido pelo cliente</b>		
	C 3.1	Realização de análises de mercado para levantar requisitos esperados pelo público alvo	2
	C 3.2	Pesquisas de satisfação de clientes em relação a itens de desempenho do projeto	2
	C 3.3	Feedback aos projetistas após pesquisa de satisfação dos clientes	0
	C 3.4	Testes de novos itens com utilização de realidade aumentada com clientes potenciais	2
<b>Critério 4</b>	<b>Identificação de problemas em projetos</b>		
	C 4.1	Problemas causados por erros de projetos são identificados	2
	C 4.2	Comunicação direta entre projetistas e engenheiros de obra durante execução	2
	C 4.3	Feedback dos problemas encontrados aos projetistas após execução do empreendimento	2
	C 4.4	Metas para redução de problemas causados por erros de projetos	0

Fonte: Do autor.

## ANEXO D - FORMULÁRIO APLICADO NA EMPRESA C

<b>GESTÃO DE QUALIDADE</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Sistema de Gestão da Qualidade certificado</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Treinamento dos funcionários</b>		
	C 1.1	Treinamento para executar procedimentos levando em conta requisitos de qualidade	1
	C 1.2	Capacitação para controlar qualidade da própria atividade	1
	C 1.3	Autonomia para paralisar produção e corrigir falhas	2
	C 1.4	Desenvolvimento de funcionários multifuncionais	2
<b>Critério 2</b>	<b>Solução de Problemas</b>		
	C 2.1	Grupos de solução de problemas na obra	2
	C 2.2	Padrão a ser seguido para identificação de causas raízes	2
	C 2.3	Causas raízes identificadas entram em um ciclo PDCA	1
<b>Critério 3</b>	<b>Benchmarking Interno e Externo</b>		
	C 3.1	Processo de Benchmarking entre empreendimentos da empresa	2
	C 3.2	Processo de Benchmarking com empreendimentos de outras empresas	2
	C 3.3	Registro e criação de banco de dados de melhores práticas encontradas	0
<b>Critério 4</b>	<b>Utilização de Poka-yokes e Inovação Tecnológica</b>		
	C 4.1	Utilização de poka-yokes	2
	C 4.2	Inovações tecnológicas visando aumento de qualidade e produtividade	2
<b>Critério 5</b>	<b>Avaliação do Desempenho</b>		
	C 5.1	Avaliação do desempenho com relação a qualidade da equipe	2
	C 5.2	Avaliação do desempenho com relação a produtividade da equipe	2
	C 5.3	Feedback aos funcionários de suas avaliações de desempenho	2
	C 5.4	Quadro de avaliação dos funcionários da obra	0
	C 5.5	Quadro de avaliação de subcontratados	0
<b>Critério 6</b>	<b>Políticas Motivacionais e Satisfação do Funcionário</b>		
	C 6.1	Incentivos monetários para aumento da qualidade e produtividade	0
	C 6.2	Avaliação da satisfação do funcionário	0
	C 6.3	Políticas motivacionais que vão além de incentivos monetários	2
	C 6.4	Incentivo à atividades externas ao canteiro	0
<b>Critério 7</b>	<b>Organização do ambiente de trabalho e canteiro de obras</b>		
	C 7.1	Programa de avaliação da limpeza e organização do ambiente de trabalho	2

	C 7.2	Dispositivos visuais para promover a facilidade de identificação de documentos, projetos, cronogramas	2
	C 7.3	Dispositivos visuais para promover a facilidade de acesso e identificação dos ambientes	2
	C 7.4	Vias de circulação de pessoas identificada	0
<b>GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Critérios definidos para a seleção de fornecedores</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Controle de entrega de materiais quanto atendimento às especificações e qualidade</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Seleção de Fornecedores</b>		
	C 1.1	Critérios técnicos para a definição de um novo fornecedor	1
	C 1.2	Análise do histórico de mercado do fornecedor	0
<b>Critério 2</b>	<b>Relacionamento com fornecedores</b>		
	C 2.1	Critérios de aceitação dos insumos definidos previamente	1
	C 2.2	Quadro de avaliação de fornecedores	0
	C 2.3	Feedback de avaliação ao fornecedor após o fornecimento	2
	C 2.4	Política de desenvolvimento e qualificação de fornecedores	0
	C 2.5	Relação entre empresas e fornecedores duradoura	2
	C 2.6	Empresa desenvolve rede de fornecedores JIT para alguns itens da produção	0
<b>Critério 3</b>	<b>Processo de compra</b>		
	C 3.1	Datas para realização de pedidos de materiais respeitando o lead time das negociações	2
	C 3.2	Avaliação periódica do processo de suprimento pela obra	2
<b>Critério 4</b>	<b>Controle de estoque e armazenamento de materiais</b>		
	C 4.1	Controle de estoque contemplando a entrada e saída de materiais	2
	C 4.2	Padrão de estocagem e manuseio dos materiais no canteiro de obras	2
	C 4.3	Identificação visual dos pontos de reposição de estoques	2
<b>Critério 5</b>	<b>Controle do espaço físico</b>		
	C 5.1	Estudo do local de armazenamento do material considerando sua tecnologia de entrega	2
	C 5.2	Layout do canteiro definido considerando as diferentes etapas da obra, contemplando locais de armazenamento e de transporte	2
	C 5.3	Controle do espaço físico considerando o tempo de entrega dos materiais	2
<b>Critério 6</b>	<b>Distribuição interna de suprimentos</b>		
	C 6.1	Controle do fluxo físico de recursos	2
	C 6.2	Programação da entrega de materiais interna ao canteiro de acordo com o planejamento da obra	2
	C 6.3	Kanbans para a solicitação de materiais e insumos	2
<b>Critério 7</b>	<b>Controle de custos na cadeia de suprimentos</b>		
	C 7.1	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas	0

	C 7.2	Perdas em transporte, armazenamento e inspeções de materiais quantificadas monetariamente	0
	C 7.3	Metas para a redução de custos das atividades de transporte, armazenamento e inspeção de materiais	0
<b>PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Processo de Planejamento e Controle da Produção formalizado</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Plano de longo prazo transparente</b>		
<b>Pré-requisito 3</b>	<b>Fluxo geral de atividades definido</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Planejamento de longo prazo</b>		
	C 1.1	Atualização sistemática do planejamento de longo prazo	1
	C 1.2	Diagrama de Gantt sendo explicitas as atividades do caminho crítico	0
	C 1.3	Linhas de balanço no planejamento de longo prazo	0
<b>Critério 2</b>	<b>Planejamento de médio prazo</b>		
	C 2.1	Lista de atividades e suas restrições a serem eliminadas	2
	C 2.2	Processo de remoção sistemática de restrições	0
	C 2.3	Relação de tarefas suplentes sem restrições no médio prazo e postas a produção no curto prazo	0
<b>Critério 3</b>	<b>Planejamento de curto prazo</b>		
	C 3.1	Apenas atividades sem restrições postas a produção no curto prazo	2
	C 3.2	Mapeamento com determinação das atividades de cada equipe em cada dia de trabalho, contemplando local e insumos a serem utilizados	1
	C 3.3	Gráfico de balanceamento de operação para atividades que estão no caminho crítico	0
	C 3.4	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para atividades que estão no caminho crítico	0
	C 3.5	Gráfico de balanceamento de operação para todas atividades	0
	C 3.6	Tabela de Trabalho Padronizado Combinado para todas atividades	0
<b>Critério 4</b>	<b>Mapeamento do fluxo de valor</b>		
	C 4.1	Processo de mapeamento do fluxo de valor para o empreendimento como um todo	2
	C 4.2	Processo de mapeamento do fluxo de valor para um grupo de atividades	1
	C 4.3	Estratégia de empresa para reduzir parcela das atividades que não agregam valor	1
	C 4.4	Estratégia para utilização do tempo takt para sincronizar a produção	1
<b>Critério 5</b>	<b>Controle da produção</b>		
	C 5.1	Indicadores para avaliar o cumprimento do prazo da obra	1
	C 5.2	Análise crítica do conjunto de dados obtidos no planejamento envolvendo gerência da obra e da empresa	1
	C 5.3	Dispositivos visuais para disseminar informações de planejamento e controle da obra	1
	C 5.4	Ferramentas de controle da produção em tempo real	1

<b>Critério 6</b>	<b>Controle de custos</b>		
	C 6.1	Perdas nos processos produtivos são quantificadas	0
	C 6.2	Perdas são quantificadas monetariamente	0
	C 6.3	Indicadores de metas para reduzir os custos da obra	1
<b>GESTÃO DE PROJETOS</b>			
<b>Pré-requisito 1</b>	<b>Departamento interno responsável pela gestão de projetos</b>		
<b>Pré-requisito 2</b>	<b>Processo de verificação de projetos quanto à qualidade e especificações</b>		
<b>Critério 1</b>	<b>Planejamento do desenvolvimento de projetos</b>		
	C 1.1	Planejamento geral do desenvolvimento dos projetos	1
	C 1.2	Planejamento semanal das etapas do desenvolvimento de projetos	0
<b>Critério 2</b>	<b>Compatibilização e validação de projetos</b>		
	C 2.1	Verificação de compatibilidade entre projetos antes da aprovação para execução	2
	C 2.2	Comunicação direta entre projetistas durante desenvolvimento dos projetos	2
	C 2.3	Protótipo físico do produto final onde são testados todos os sistemas construtivos	0
	C 2.4	Utilização do BIM em projetos para compatibilização entre projetos	2
<b>Critério 3</b>	<b>Identificação do valor requerido pelo cliente</b>		
	C 3.1	Realização de análises de mercado para levantar requisitos esperados pelo público alvo	1
	C 3.2	Pesquisas de satisfação de clientes em relação a itens de desempenho do projeto	0
	C 3.3	Feedback aos projetistas após pesquisa de satisfação dos clientes	0
	C 3.4	Testes de novos itens com utilização de realidade aumentada com clientes potenciais	1
<b>Critério 4</b>	<b>Identificação de problemas em projetos</b>		
	C 4.1	Problemas causados por erros de projetos são identificados	2
	C 4.2	Comunicação direta entre projetistas e engenheiros de obra durante execução	2
	C 4.3	Feedback dos problemas encontrados aos projetistas após execução do empreendimento	2
	C 4.4	Metas para redução de problemas causados por erros de projetos	2

Fonte: Do autor.