



**SOLUÇÕES PRÁTICAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE *LEAN CONSTRUCTION* EM ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO:  
ESTUDO DE CASO**

**FIRMINO EUGÊNIO CAMPOS LIMA**

Relatório final de dissertação apresentado à  
**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**  
**Instituto Politécnico de Bragança**

Para obtenção do grau de Mestre em  
**Engenharia da Construção**

Dezembro 2023



**SOLUÇÕES PRÁTICAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE *LEAN CONSTRUCTION* EM ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO:  
ESTUDO DE CASO**

**FIRMINO EUGÊNIO CAMPOS LIMA**

Relatório final de dissertação apresentado à  
**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**  
**Instituto Politécnico de Bragança**

Para obtenção do grau de Mestre em  
**Engenharia da Construção**

Orientador:

**Professor Doutor Rui Alexandre Figueiredo de Oliveira**

Dezembro 2023

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por sua orientação e inspiração constante ao longo deste percurso. Sua graça e sabedoria sustentaram-me, iluminando o caminho para o sucesso.

Ao meu orientador, Rui Oliveira, expresso a minha profunda gratidão. A sua paciência e didática em guiar a minha pesquisa foram vitais para o desenvolvimento deste trabalho. A sua orientação habilidosa e conhecimento compartilhado foram como um farol em meio aos desafios da pesquisa. Obrigado por acreditar no meu potencial e por investir tanto tempo e esforço no meu crescimento acadêmico.

Também sou grato pela oportunidade de estudar em outro país. Essa experiência enriquecedora expandiu os meus horizontes e proporcionou-me uma perspectiva global. Agradeço a todas as pessoas e instituições que tornaram isso possível, abrindo portas para um aprendizado único e valioso.

Ao meu pai, José Eugênio, e à minha mãe, Rosângela Campos, minha eterna gratidão. O seu amor incondicional, apoio constante e encorajamento foram os pilares fundamentais na minha jornada acadêmica. As suas palavras de incentivo moldaram o meu caminho e deram-me a confiança para seguir em frente, mesmo nos momentos mais desafiadores.

Ao meu irmão, Vinícius Lima, que é uma fonte constante de inspiração, sou grato por sua confiança em mim. A sua admiração motiva-me a buscar a excelência nos meus estudos e na minha vida como um todo.

Por fim, gostaria de agradecer a Daniele Dias, o seu apoio incondicional, orientação e assistência foram inestimáveis, e a sua presença ao meu lado foi um verdadeiro alicerce para o sucesso deste trabalho. Obrigado por sua contribuição significativa e por estar sempre ao meu lado, em todos os aspectos desta jornada.

A cada um de vocês, a minha sincera gratidão por fazerem parte desta jornada e por tornarem este trabalho possível. As suas contribuições e apoio moldaram o meu percurso acadêmico de maneira profunda e significativa.

## RESUMO

O setor da construção civil tem se tornado cada vez mais globalizado, o que faz com que esta indústria enfrente um cenário mais competitivo, sendo fundamental que as empresas encontrem maneiras de se destacar. A *Lean Construction* surge como uma abordagem estratégica para impulsionar a competitividade e alcançar vantagens no mercado, uma vez que visa melhorar a eficiência na construção civil através da eliminação de desperdícios e otimização de processos, envolvendo princípios e ferramentas para aumentar a produtividade, reduzir custos, melhorar a qualidade e satisfazer o cliente, e ainda promove a melhoria contínua e incentiva a colaboração entre todas as partes interessadas, incluindo fornecedores, empreiteiros e clientes.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho consiste em compreender a filosofia *Lean Construction* e analisar os pressupostos que podem ser aplicados aos estaleiros de construção, visando melhorar a produtividade e eliminação de desperdícios dos mesmos, além de buscar corroborar com a sustentabilidade no setor. Para isto, foi realizada uma análise das práticas *Lean Construction* que poderiam ser aplicadas em estaleiros de construção e realizado um estudo de caso numa empresa de construção em Portugal. Este estudo de caso envolveu a aplicação de questionário dirigido a diversos técnicos da empresa, para entendimento da necessidade, aceitação e aplicabilidade das referidas soluções *Lean*.

Foram selecionadas dez ferramentas *Lean* (5S, Gestão Visual, Last Planner System, Kaizen, Instruções de Trabalho, Value Stream Mapping, Processos Cíclicos, Kanban, Standard Work e Overall Equipment Effectiveness), e os resultados da pesquisa mostraram que a apenas metade dos inquiridos conheciam a filosofia *Lean*, e dos que conheciam, não era todas as ferramentas. Na empresa em si, os mesmos identificaram apenas quatro dessas ferramentas (5S, Gestão Visual, Last Planner System e Standard Work) são efetivamente aplicadas. Os entrevistados valorizam a aplicação da *Lean*, reconhecendo seus benefícios, e demonstram interesse em saber mais sobre a filosofia e suas ferramentas. Com base nesses resultados, foi desenvolvido um guia prático para estaleiros de obras, visando facilitar e promover a aplicação das ferramentas *Lean Construction* em estaleiros de obras. Esse guia irá auxiliar as equipes, em diferentes estaleiros de obra, e ao implementar as práticas do *Lean Construction*, de maneira consistente, espera-se promover a melhoria contínua, a redução de desperdícios e o aumento da produtividade no estaleiro, além de implementar uma cultura de sustentabilidade.

**Palavras-chave:** *Lean Construction*, Ferramentas *Lean*, Soluções e práticas *Lean*, Empresa de construção, Estaleiros de construção.

## ABSTRACT

The civil construction sector has become increasingly globalized, placing it in a more competitive scenario where it is crucial for companies to find ways to stand out. Lean Construction emerges as a strategic approach to boost competitiveness and gain advantages in the market. It aims to improve efficiency in civil construction by eliminating waste and optimizing processes, involving principles and tools to increase productivity, reduce costs, enhance quality, and satisfy the customer. Furthermore, it promotes continuous improvement and encourages collaboration among all stakeholders, including suppliers, contractors, and clients.

In this context, the objective of this work is to understand the Lean Construction philosophy and analyze the assumptions that can be applied to construction yards, aiming to improve their productivity and eliminate waste, while also contributing to sustainability in the sector. To achieve this, an analysis of Lean Construction practices applicable to construction yards was conducted, along with a case study in a construction company in Portugal. This case study involved the administration of a questionnaire to various technicians within the company to comprehend the need, acceptance, and applicability of the aforementioned Lean solutions.

Ten Lean tools were selected (5S, Visual Management, Last Planner System, Kaizen, Work Instructions, Value Stream Mapping, Cyclical Processes, Kanban, Standard Work, and Overall Equipment Effectiveness), and the research results showed that only half of the respondents were familiar with the Lean philosophy, and among those who were, not all the tools were known. In the company itself, they identified only four of these tools (5S, Visual Management, Last Planner System, and Standard Work) that are effectively applied. The interviewees value the application of Lean, recognizing its benefits, and express interest in learning more about the philosophy and its tools. Based on these results, a practical guide for construction yards was developed to facilitate and promote the application of Lean Construction tools in construction yards. This guide will assist teams in different construction yards, and by consistently implementing Lean Construction practices, it is expected to promote continuous improvement, waste reduction, and increased productivity on the construction site, while also instilling a culture of sustainability.

**Keywords:** *Lean Construction, Lean tools, Lean solutions and practices, Construction company, Construction sites.*

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	I
<b>RESUMO</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VII
<b>ÍNDICE DE TABELA</b> .....	VIII
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	IX
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 Contexto .....	1
1.2 Objetivos .....	3
1.3 Estrutura do trabalho .....	3
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
2.1. Desafios da sustentabilidade na construção .....	5
2.1.1. Contexto da Sustentabilidade .....	5
2.1.2. Pilares da sustentabilidade .....	6
2.1.3 Impactos ambientais, sociais e económicos da construção civil .....	7
2.2. O contexto da filosofia <i>Lean</i> .....	9
2.3. Ferramentas <i>Lean</i> .....	12
2.3.1. Cinco S (5S) .....	12
2.3.2. Gestão Visual .....	13
2.3.3 Last Planner System .....	13
2.3.4. Kaizen .....	15
2.3.5. Instruções de Trabalho .....	16
2.3.6 Value Stream Mapping .....	17
2.3.7. Processos cíclicos .....	20
2.3.8. Kanban .....	20
2.3.9. Standard Work .....	22
2.3.10. Overall Equipment Effectiveness .....	23
2.4. <i>Lean</i> na Construção .....	24
2.4.1. O modelo da construção civil tradicional vs o modelo aplicando fundamentos da <i>Lean Construction</i> .....	26
2.4.2. Os 7 tipos de desperdício .....	28
2.4.3. Princípios do <i>Lean Construction</i> .....	31
2.4.4. Dificuldade em aplicar a filosofia <i>Lean</i> na construção civil .....	34
2.4.5. Ferramentas <i>Lean</i> aplicadas na construção civil .....	35
2.4.5.1. <i>Cinco S (5S)</i> .....	36
2.4.5.2. <i>Gestão Visual</i> .....	37
2.4.5.3. <i>Last Planner System</i> .....	39

2.4.5.4. <i>Kaizen</i> .....	40
2.4.5.5. <i>Instruções de Trabalho</i> .....	41
2.4.5.6. <i>Value Stream Mapping</i> .....	41
2.4.5.7. <i>Processos cíclicos</i> .....	42
2.4.5.8. <i>Kanban</i> .....	43
2.4.5.9. <i>Standard Work</i> .....	43
2.4.5.10. <i>Overall Equipment Effectiveness</i> .....	44
2.4.5.11. <i>Resumo das ferramentas Lean</i> .....	45
<b>3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO</b> .....	47
3.1 Contextualização metodológica da pesquisa .....	47
3.2. Estudo de caso.....	49
3.2.1. Questionário .....	49
3.2.1.1. Desenvolvimento do Questionário.....	50
3.2.1.2. Questões do Questionário .....	53
3.2.1.3. Aplicação do questionário.....	54
3.2.2 Visita de campo.....	54
3.3. Técnicas de Coleta e Análise de Dados para Implementação <i>Lean</i> na Construção.....	55
<b>4. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS</b> .....	57
4.1. Generalidades sobre a aplicação do estudo de caso.....	57
4.2. Questionário .....	57
4.2.1 Resultados obtidos com o questionário.....	57
4.2.1.1. Conteúdo e resultados com a Questão 1 .....	57
4.2.1.2. Conteúdo e resultados com a Questão 2 .....	58
4.2.1.3. Conteúdo e resultados com a Questão 3 .....	59
4.2.1.4. Conteúdo e resultados com a Questão 4 .....	59
4.2.1.5. Conteúdo e resultados com a Questão 5 .....	60
4.2.1.6. Conteúdo e resultados com a Questão 6 .....	61
4.2.1.7. Conteúdo e resultados com a Questão 7 .....	61
4.2.1.8. Conteúdo e resultados com a Questão 7.1 e 7.2 .....	63
4.2.1.9. Conteúdo e resultados com a Questão 8 .....	64
4.2.1.10. Conteúdo e resultados com a Questão 9 .....	65
4.2.1.11. Conteúdo e resultados com a Questão 10 .....	66
4.2.1.12. Conteúdo e resultados com a Questão 11 .....	67
4.2.1.13. Conteúdo e resultados com a Questão 12 .....	68
4.2.1.14. Conteúdo e resultados com a Questão 13 .....	69
4.2.1.15. Conteúdo e resultados com a Questão 14 .....	70

4.2.1.16. Conteúdo e resultados com a Questão 15 .....	71
4.2.1.17. Conteúdo e resultados com a Questão 16 .....	72
4.2.1.18. Conteúdo e resultados com a Questão 17 .....	72
4.3. Visita de Campo.....	74
4.4 Guia com práticas <i>Lean</i> .....	78
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>81</b>
5.1 Conclusões .....	81
5.2 Desenvolvimento Futuros de investigação .....	83
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>84</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>92</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Pilares da sustentabilidade. ....	7
<b>Figura 2:</b> Impactos ambientais da cadeia da construção civil.....	7
<b>Figura 3:</b> Casa do sistema Toyota de Produção.....	10
<b>Figura 4:</b> Os 5 sentidos.....	12
<b>Figura 5:</b> Planejamento a curto e longo prazo.....	14
<b>Figura 6 –</b> Ciclo PDCA.....	15
<b>Figura 7:</b> Efeito da padronização na melhoria contínua.....	17
<b>Figura 8:</b> Fluxos de materiais e informações.....	19
<b>Figura 9:</b> Processo cíclico de estruturas em betão armado.....	20
<b>Figura 10:</b> Exemplo de painel Kanban.....	21
<b>Figura 11:</b> OEE.....	23
<b>Figura 12:</b> Os 7 desperdícios básicos.....	31
<b>Figura 13:</b> Aço separado e identificado.....	37
<b>Figura 14:</b> Exemplo de aplicação da gestão visual.....	38
<b>Figura 15:</b> Esquema visual da filosofia Kaizen.....	40
<b>Figura 16:</b> Metodologia de pesquisa esquemático.....	48
<b>Figura 17:</b> Enquadramento metodológico da pesquisa.....	49
<b>Figura 18:</b> Setorização dos inquiridos.....	58
<b>Figura 19:</b> Funções exercidas pelos inquiridos.....	58
<b>Figura 20:</b> Tempo em atividade na empresa.....	59
<b>Figura 21:</b> Avaliação do conhecimento sobre a Lean.....	60
<b>Figura 22:</b> Quais ferramentas Lean os inquiridos conhecem.....	60
<b>Figura 23:</b> Conhecimento sobre aplicação da Lean na empresa.....	61
<b>Figura 24:</b> Quais ferramentas a empresa utiliza.....	62
<b>Figura 25:</b> Questão aberta para expressão de opinião dos inquiridos sobre como a filosofia Lean é aplicada.....	63
<b>Figura 26:</b> Questão aberta para expressão de opinião dos inquiridos sobre o conhecimento de outros exemplos de conceitos Lean.....	63
<b>Figura 27:</b> Fatores de decisão da aplicação dos conceitos e ferramentas Lean.....	64
<b>Figura 28:</b> O custo financeiro é uma barreira?.....	65
<b>Figura 29:</b> Impactos esperados da aplicação do pensamento Lean na organização.....	66
<b>Figura 30:</b> Impacto esperado da aplicação do pensamento Lean nos processos.....	67
<b>Figura 31:</b> Principais dificuldades com a implementação da filosofia Lean.....	68
<b>Figura 32:</b> Conhecimento sobre a gestão da empresa antes da implementação da Lean.....	69
<b>Figura 33:</b> Grau de importância para os campos Lean.....	70
<b>Figura 34:</b> Opinião sobre o futuro do Lean.....	71
<b>Figura 35:</b> Importância da publicação interna na empresa de um guia com as práticas Lean.....	72
<b>Figura 36:</b> Disponibilidade para adquirir mais informações sobre a Lean.....	73
<b>Figura 37:</b> Disponibilidade para entrevista para completção do questionário.....	73
<b>Figura 38:</b> Identificação de atados de aço.....	74
<b>Figura 39:</b> Baias separadoras de aço.....	75
<b>Figura 40:</b> Calendário de obra.....	75
<b>Figura 41:</b> Espaço interno do escritório em estaleiro.....	76
<b>Figura 42:</b> Pormenor de medição.....	76
<b>Figura 43:</b> Ambiente de trabalho do estaleiro em estudo.....	77

## ÍNDICE DE TABELA

<b>Tabela 1:</b> Funções e regras do sistema Kanban .....	21
<b>Tabela 2:</b> Aspectos diferenciadores entre a construção Lean e a construção tradicional. ....	27
<b>Tabela 3:</b> Barreiras na aplicação da Lean à construção. ....	35
<b>Tabela 4:</b> Resumo de exemplos do Last Planner System aplicado em estaleiro de obra. ....	39
<b>Tabela 5:</b> Resumo de exemplos práticos das ferramentas Lean em estaleiro de obra. ....	45
<b>Tabela 6:</b> Vantagens x Desvantagens para cada tipo de questão .....	52
<b>Tabela 7:</b> Ferramentas x Visita de Campo x Guia Prático .....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS

GEE	Gases de Efeito Estufa
JIT	<i>Just-In-Time</i>
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
LC	<i>Lean Construction</i>
LPS	<i>Last Planner System</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
PPC	<i>Porcentagem de Planejamento Concluída</i>
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
TPS	<i>Toyota Production System</i>
VSM	<i>Value Stream Mapping</i>

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto

Desde os primórdios das civilizações antigas, a construção tem desempenhado um papel fundamental, proporcionando melhores condições de vida para a humanidade. Segundo Campos (2017) construir faz parte da natureza humana, sendo que ao longo do tempo, a construção vem avançando cada vez mais. De início, construir surgiu da necessidade do homem de um local de proteção, surgindo o conceito de habitação. À medida que o mundo se foi otimizando tecnologicamente, a construção foi evoluindo em conjunto, e hoje, a indústria da construção civil é considerada essencial, sendo impulsionadora na economia, tanto a nível nacional quanto internacional, sustentando o desenvolvimento económico de muitos países (Genestretti et al., 2018). Em Portugal não é diferente, a indústria da construção civil desempenha um papel económico vital. Conforme dados fornecidos pela IMPIC (2022), atividade da construção é considerada um dos setores impulsionadores da economia nacional, não só por sua contribuição em gerar riqueza como também de emprego sendo uma atividade fundamental para o crescimento da economia, sendo um dos setores de maior contribuição para o crescimento do produto interno bruto (PIB) do país.

Ao longo dos anos, o mercado da construção civil tem se tornado cada vez mais globalizado, o que faz com que esta indústria enfrente um cenário cada vez mais competitivo. Em conjunto, há desafios ligados a períodos de crises económicas, na qual a indústria da construção civil não é exceção, durante esses períodos de escassez económica, é comum que o setor da construção seja afetado, seja pela diminuição dos investimentos em projetos ou pela redução da necessidade por novas construções (Genestretti et al., 2018).

Nesse cenário altamente competitivo da indústria da construção civil, é fundamental que as empresas encontrem maneiras de se destacar e garantir a sua sustentabilidade. É essencial a adoção de novas abordagens que tornem mais eficiente a execução dos projetos de construção, com metodologias de planejamento que promovam o aumento da produtividade, a redução de custos, otimização de recursos e redução de desperdício, sem comprometer a qualidade do projeto. Nesse contexto, a aplicação da *Lean Construction* surge como uma abordagem estratégica para impulsionar a competitividade e alcançar vantagens no mercado (Aomar, 2012).

A *Lean Construction*, baseada nos princípios do *Lean Production*, procura eliminar desperdícios, otimizar processos e agregar valor em todas as etapas de um

projeto de construção (Aomar, 2012). Essa abordagem tem como objetivo principal aumentar a eficiência, reduzir custos e melhorar a qualidade dos empreendimentos. Ao adotar os princípios da *Lean Construction*, as empresas do setor podem melhorar a produtividade, obter uma gestão mais eficiente do tempo, materiais e mão de obra, podendo identificar e eliminar atividades que não agregam valor, como atrasos, retrabalho, movimentações desnecessárias e estoques excessivos, resultando numa execução mais rápida e econômica dos projetos (Babalola, 2019; Rajab, 2022).

A prática do *Lean Construction* contribui para promover uma cultura de melhoria contínua, incentivando a colaboração entre todas as partes envolvidas no projeto, desde arquitetos e engenheiros até fornecedores e operários, contribuindo para redução de erros, a otimização do uso de recursos e melhoria da qualidade do projeto, além de incentivar a busca por soluções inovadoras, fatores essenciais para se destacar em um mercado competitivo (Aomar, 2012; Rajab, 2022). Sendo essa prática essencial, especialmente em períodos de escassez econômica, em que os recursos são limitados e é preciso fazer mais com menos.

Assim, durante um período de crise econômica e em um ambiente competitivo marcado pela escassez, a indústria da construção civil pode colher benefícios ao adotar a *Lean Construction* como uma estratégia para enfrentar desafios, melhorar a eficiência e assegurar a sustentabilidade de projetos, mesmo em momentos adversos.

Dentre as áreas operacionais da construção civil, uma das mais beneficiadas na aplicação da *Lean Construction* são nos estaleiros de obras. Segundo Branco (1996) um estaleiro de obras pode ser definido como o espaço físico onde são implantados todos os equipamentos fixos, reservas de espaços para movimentação dos equipamentos semifixos e móveis e para movimentação de pessoas, veículos e materiais utilizados para a realização de uma obra.

Portanto, é onde há todo o conjunto de meios: humano, materiais e equipamentos, e onde ocorre a execução da obra, sendo de necessidade um gerenciamento constante para que a obra seja realizada no prazo previsto e nas melhores condições técnicas e econômicas, de forma a assegurar um determinado nível de qualidade e segurança e minimizar o custo. Segundo Camera (2015) um estaleiro bem planejado pode gerar maior produtividade e reduzir desperdícios em geral.

Nesse sentido, este trabalho visa o estudo da implementação de uma filosofia para melhoria da produtividade nos estaleiros de obras, no qual a escolhida foi a filosofia *Lean Construction*. Através de um estudo de caso, o objetivo é analisar como as práticas do *Lean Construction* podem otimizar o processo de execução da obra, promover a

sustentabilidade e, por fim, criar um guia prático que auxilie na aplicação das ferramentas do *Lean Construction* em com o objetivo de realizar uma análise prática das práticas do *Lean Construction* que melhoraram o processo de execução da obra, fomentando a sustentabilidade, pretende-se criar um guia prático para facilitar a implementação das ferramentas da *Lean Construction* em estaleiros.

## 1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho consistiu em desenvolver um guia prático aplicável em estaleiros de obra e analisar os pressupostos que podem ser aplicados aos estaleiros de construção, visando melhorar a produtividade e eliminação de desperdícios.

Os objetivos específicos são:

- Análise e organização de práticas correntes e de práticas otimizadas de gestão em estaleiros de construção que visem a aplicação de pressupostos *Lean Construction*.
- Reunir e organizar em resumo as práticas fundamentais da filosofia *Lean Construction* aplicadas em estaleiros de construção.
- Avaliar o grau de conhecimento da filosofia e ferramentas *Lean* dos colaboradores de uma empresa de construção em Portugal (caso de estudo).
- *Desenvolver um guia com aplicação prática em estaleiros de construção, considerando as ferramentas LEAN de maior pertinência para a construção.*

## 1.3 Estrutura do trabalho

O trabalho encontra-se estruturado da seguinte forma:

- O Capítulo 1 consiste numa introdução abrangente do tema, fornecendo uma visão geral do assunto e estabelecendo os objetivos que se pretende alcançar ao longo do desenvolvimento do tema.
- O Capítulo 2, consiste em a contextualizar revisão bibliográfica num contexto direcionado para a sustentabilidade na construção civil, explorando os pilares da sustentabilidade e mencionando os impactos que estão envolvidos. Além disso, é explicado sobre o *Lean* na construção civil e as suas ferramentas aplicadas na prática. A revisão bibliográfica em um contexto direcionado para cada habilidade Adicionalmente, são abordados

tópicos relacionados ao *Lean* na construção civil, incluindo a aplicação prática das suas ferramentas.

- O Capítulo 3, apresenta a metodologia de investigação utilizada.
- O Capítulo 4, refere-se a análise de dados e resultados do projeto, que abrangem a estratégia empregada e o desenvolvimento das soluções.;
- O Capítulo 5, refere as principais Conclusões do trabalho;
- Em Anexo englobam-se os conteúdos complementares e resultantes do estudo: estrutura do correio eletrônico enviado para o questionário, questões abordadas no questionário, e o Guia Prático desenvolvido.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Desafios da sustentabilidade na construção

A cadeia produtiva da construção civil desempenha um papel crucial na transformação do ambiente natural num ambiente construído, sendo responsável pela criação, atualização e manutenção contínua desse ambiente (Agopyan & John, 2011). A busca dos países em desenvolvimento por um ambiente em constante construção para uma melhor qualidade, exige um crescimento acentuado do setor da construção civil.

Em Portugal, observa-se uma situação em que o número de novos edifícios de habitação vem-se aumentando ao longo dos anos, segundo o IMPIC (2022) no final de 2021, o número de títulos habilitantes válidos para a atividade da construção aumentou 5,3% comparativamente a 2020. E além das novas construções, existem muitos edifícios antigos, de baixos níveis de qualidade e que representam uma grande carga para o meio ambiente e tem necessidade de reabilitação.

O crescimento do setor de construção, traz consigo grandes impactos ambientais, incluindo o uso de uma grande quantidade de materiais de construção, mão de obra, água, energia e geração de resíduos. Todas as etapas de um processo de construção envolvem recursos ambientais, económicos e tem impactos sociais que atingem a todos os cidadãos, empresas e órgãos governamentais (Agopyan & John, 2011). Portanto, a sustentabilidade do setor depende de soluções em todos os níveis.

#### 2.1.1. Contexto da Sustentabilidade

A expressão sustentabilidade iniciou os seus primeiros sinais nos anos 80, e ainda que para muitos seja um assunto considerado antigo, esse tema passou por refinamentos por não ter um conceito bem definido (Temple, 1992). Este conceito de sustentabilidade está em constante evolução e a expressão “desenvolvimento sustentável” possui diversas definições. A definição clássica de desenvolvimento sustentável deriva de um documento elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU) em 1987, o relatório “Nosso Futuro Comum”, mais conhecido como Relatório Brundtland. Segundo esse documento, o desenvolvimento sustentável é “*o desenvolvimento que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações terem suas próprias necessidades atendidas*”(ONU, 1991). A partir dessa definição entende-se que as gerações atuais devem utilizar os recursos disponíveis com cautela, levando em conta a capacidade de recuperação do meio ambiente, de forma a garantir que as gerações futuras tenham acesso aos mesmos recursos e aprendam a preservá-los.

Até a obtenção uma definição concreta para a sustentabilidade, foi observado que apesar de ser um tema de interesse geral, poucos sabiam realmente o seu significado (Daly, 1996). Para Canepa (2006) o desenvolvimento sustentável tinha como particularidade “*o processo de mudança que era conciliável com gerenciamento de investimento tecnológico e com mudanças institucionais do presente e do futuro*”.

### 2.1.2. Pilares da sustentabilidade

O conceito de sustentabilidade tem três pilares: ambiental, social e económico. Segundo Elkington (1997), para que a sustentabilidade aconteça, é necessário o atendimento dessas três dimensões, que também são conhecidas internacionalmente como *Triple Bottom Line* (TBL).

O TBL foi criado para que as empresas sejam estimuladas a basear suas decisões estratégicas nessas dimensões. A sustentabilidade económica do negócio acontece ao se gerenciar empresas lucrativas e geradoras de valor; a sustentabilidade social é alcançada por meio do estímulo de atividades de entretenimento e justiça social para a comunidade na qual a empresa está inserida; e, tudo isso, mantendo-se o cuidado com o meio ambiente, por meio de programas de reciclagem e preservação (Paz & Zinn Iserhard, 2016). Nesse sentido, em um contexto organizacional, a sustentabilidade pode ser vista como uma melhoria no crescimento financeiro, reduzindo os impactos ambientais negativos e atendendo às expectativas da sociedade (Silveira, 2013).

Este conceito não é meramente filantrópico com o objectivo de proteger o ambiente e ajudar a sociedade, e sim uma estratégia que procura operar de modo rentável sem danificar recursos naturais, ecossistemas e tendo em atenção causas sociais directa ou indirectamente relacionadas com a atividade da empresa (Cristina et al., 2009).

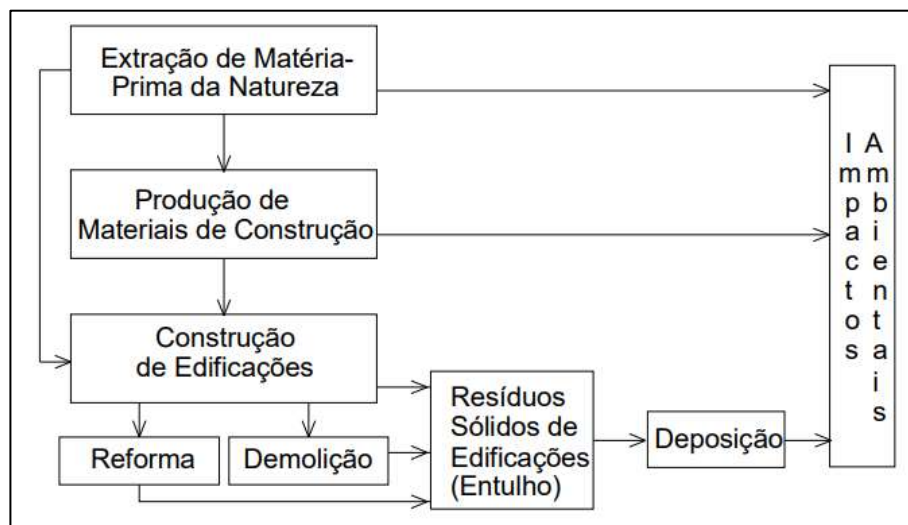
A **Figura 1** ilustra o tripé da sustentabilidade, indicando que o TBL também pode mensurar as inter-relações entre as dimensões do desenvolvimento sustentável: eco ambiental, eco social, socioambiental e eco socioambiental.



**Figura 1:** Pilares da sustentabilidade.  
Adaptado de Patrão et al., 2005

### 2.1.3 Impactos ambientais, sociais e económicos da construção civil

Segundo Barreto (2005), a construção civil é uma indústria que gera consideráveis impactos ambientais, desde a extração das matérias-primas necessárias à produção de materiais, passando pela execução dos serviços nos estaleiros de obras até a destinação final dada aos resíduos gerados, até mesmo provocando grandes modificações na paisagem urbana, como mostrado na **Figura 2**.



**Figura 2:** Impactos ambientais da cadeia da construção civil.

Roth & Garcias, 2009

Os impactos ambientais gerados pelo setor são extensos e de longo prazo, difíceis de serem mensurados em escala local, mas significativos em escala global. Sendo grande causadora de impactos ao meio ambiente, destacando-se pelo consumo excessivo de matéria-prima, energia, água e o grande volume de resíduos (Valporto & Azevedo, 2016).

Na fase de execução de obra, principalmente, ocorre a geração demasiada de resíduos, fator muito preocupante para o ambiente. O volume de resíduos gerado é

agravado pelas perdas dos processos não otimizados. Além de, durante o processo, haver consumo constante de energia e água (Agopyan & John, 2011). Com isso, é necessário a busca por metodologias que otimizem a gestão de recursos afim de minimizar gastos e perdas de recursos desnecessários. Além de que, os desperdícios de modo geral prejudicam de diversas formas a cadeia produtiva, reduzindo a qualidade, aumentando custos e estendendo prazos. Segundo Cunha (2017), os desperdícios fazem com que o custo aumente e as indústrias cobrem muito mais do que o valor que elas entregam.

A avaliação e a procura pela minimização do desperdício e dos impactos sobre o meio ambiente é de grande importância, face a evidente limitação dos recursos disponíveis, da importância de preservar o ambiente natural e da necessidade de se ter um desenvolvimento sustentável.

No âmbito socioeconômico, a construção civil é um setor de grande importância, pois gera empregos diretos e indiretos, movimentando a economia local e contribuindo para o crescimento do PIB do país. Além disso, investimentos em infraestrutura e projetos de construção impulsionam outros setores da economia, como o fornecimento de materiais de construção, transporte e serviços relacionados (Cunha, 2017).

Para Heuser (2007) a indústria da construção civil exerce impacto significativo sobre a economia de uma nação. Além de pequenas alterações nas diversas fases do processo construtivo podem promover mudanças importantes na eficiência ambiental e na redução dos gastos operacionais de uma obra. Neste sentido, o autor afirma a necessidade de procurar ferramentas que tornem o processo mais viável economicamente e que colaborarem para minimizar o impacto no meio ambiente.

É notório, portanto, que a construção civil é uma indústria que desempenha um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico, mas também enfrenta desafios relacionados com as questões ambientais. Nesse contexto, a aplicação dos princípios da *Lean Construction* surge como uma abordagem essencial para combinar eficiência operacional com práticas sustentáveis.

A associação entre *Lean Construction* e sustentabilidade é muito estreita, uma vez que ambos conceitos buscam minimizar os desperdícios e aumentar a eficiência de recursos (Almeida & Picchi, 2018; Francis & Thomas, 2020). Ao adotar a *Lean Construction*, as empresas do setor são incentivadas a implementar práticas sustentáveis em todas as etapas dos projetos. Isso inclui a seleção de materiais ecológicos, o uso eficiente de energia e água, a redução da geração de resíduos e consequentemente a minimização das emissões de carbono. A abordagem também promove a gestão adequada

dos recursos, a otimização dos processos e a melhoria contínua, garantindo a sustentabilidade a longo prazo (Almeida & Picchi, 2018).

A aplicação das ferramentas da *Lean Construction* traz benefícios tanto para o meio ambiente quanto para as empresas. A redução de desperdícios e a melhoria da eficiência operacional resultam em menores custos de produção, maior produtividade e, como resultado, maior competitividade no mercado. Além disso, a sustentabilidade é um diferencial valorizado pelos clientes, que buscam cada vez mais empresas comprometidas com práticas ambientais responsáveis. Além dos benefícios ambientais e econômicos, também tem um impacto social positivo. A abordagem promove a segurança dos trabalhadores, a colaboração entre as equipes e a melhoria das condições de trabalho (Arantes, 2008).

Em resumo, a construção civil tem um papel importante na busca pela sustentabilidade, e a aplicação da *Lean Construction* se mostra essencial nesse processo. A utilização da metodologia *Lean* é uma tendência estratégica que fortalece a indústria da construção civil, responde às necessidades do mercado e contribui para um futuro mais sustentável.

## 2.2. O contexto da filosofia *Lean*

A filosofia *Lean*, também conhecida como Sistema Toyota de Produção (TPS), é uma abordagem de gestão que se originou no Japão, mais especificamente na fábrica de automóveis da Toyota. No início da década de 1920, Henry Ford enfrentou uma queda de vendas no seu modelo Ford T, e começou a perceber problemas associados a produção, como o aumento dos custos de produção inerentes a grandes estoques e conseqüentemente espaço de armazenamento, a elevada quantidade de erros no processo de produção, e dificuldades de atender as expectativas do consumidor (Holweg, 2007). Quando Taiichi Ohno e outros engenheiros da Toyota visitaram a fábrica da Ford nos Estados Unidos, perceberam os mesmos problemas. Foi então, no período pós-Segunda Guerra Mundial, seguida por uma crise financeira, que Ohno criou o Sistema Toyota de Produção, com o objetivo de reduzir custos, eliminando tarefas que não acrescentam valor ao produto final (Howell, 1999).

Os princípios do Sistema Toyota de Produção são frequentemente ilustrados pela Casa do TPS, como mostrado na **Figura 3**, que é fundamentada por dois pilares: Just-in-Time e Jidoka (Krijnen, 2007; Ohno & Bodek, 2019).



**Figura 3:** Casa do sistema Toyota de Produção.  
Blog Ploomes, 2022.

O conceito *Just-In-Time* refere-se a qualquer atividade que não agrega valor ao produto final, sendo considerada um desperdício e deve ser eliminada ou reduzida ao máximo em curto espaço de tempo. Dessa forma, busca-se criar fluxos de trabalho contínuos e eficientes, e eliminar todas as formas de desperdícios, como estoques excessivos, retrabalho, movimentação desnecessária, espera e superprodução (Htun & Khaing, 2019). Já o conceito Jidoka, enfatiza a importância de construir um sistema a prova de erros, onde os problemas são identificados e a produção é interrompida para corrigir as anormalidades. Isso permite a melhoria contínua, uma vez que os problemas são tratados desde a origem, evitando a propagação de erros (Campos, 2017).

Para que a filosofia seja estável e se alcance a firmeza desejada é necessário que todos os elementos da casa sejam fortes, desde a base até ao topo, dependendo disso o sucesso da sua implementação.

A terminologia “*Lean*” foi proposta por James P. Womack em 1991 no seu livro “*The Machine that Changed the World*”, onde o autor define os fundamentos dessa filosofia como: a eliminação de desperdício ao longo do processo de produção por forma a incrementar o valor do produto final e simultaneamente melhorar a produtividade.

O conceito *Lean* vai além de ser apenas um conjunto de ferramentas de desempenho. Womack & Jones (1996) foram os criadores do termo *Lean Thinking* (Mentalidade *Lean*), e definiram 5 princípios orientadores que sustentam a implementação *Lean*. Estes são definidos do seguinte modo:

- I. Valor: definição de valor como sendo aquilo que o cliente deseja. No momento da decisão, os valores das características inerentes ao produto têm de superar o esforço que a compra implicará. Exemplo: Identificar que o valor para o cliente é ter uma construção de alta qualidade, que atenda

às suas necessidades, dentro do prazo estipulado e dentro do orçamento previsto.

- II. Cadeia de valor: diminuição do desperdício ao longo da cadeia de valor do produto, pois tudo que não crie valor na ótica do cliente é visto como um desperdício. Quanto mais otimizado for esse processo, maior o valor para o cliente. Exemplo: Mapear todas as etapas do processo de construção, desde o projeto até a entrega da obra ao cliente, e identificar os pontos onde ocorrem desperdícios ou atividades que não agregam valor, como o excesso de material de construção ou o retrabalho.
- III. Fluxo contínuo: existência de um processo de produção sem interferências e pausas ao longo da cadeia, aumentando assim a capacidade de resposta e diminuindo os custos. Exemplo: Para reduzir o tempo de espera e evitar desperdícios, o empreiteiro pode implementar um sistema de produção enxuta, em que as equipes de trabalho são organizadas de forma a minimizar o tempo de inatividade e garantir que as etapas do processo ocorram de forma contínua.
- IV. Produção Pull: apenas se inicia a produção quando o cliente solicita e com as características pedidas e determinadas pelo mesmo, diminuindo o estoque em excesso e poupando os recursos. Exemplo: Em vez de fazer grandes encomendas de materiais de construção e armazená-los em grandes quantidades, o empreiteiro pode implementar um sistema de fornecimento "*just in time*", em que os materiais são entregues no momento em que são necessários para a construção. Isso reduz o desperdício de recursos e garante que os materiais estejam disponíveis no momento certo.
- V. Procura da perfeição: qualidade e a não repetição do trabalho, apostando para o mesmo na qualificação e formação contínua dos trabalhadores, na definição de padrões e acompanhamento do processo produtivo. Exemplo: O empreiteiro pode continuar a melhorar o processo de construção, eliminando desperdícios e buscando formas de reduzir ainda mais o tempo de execução, melhorar a qualidade e aumentar a eficiência, garantindo que a obra entregue ao cliente seja a melhor possível.

Embora seja amplamente associada à indústria automobilística, a aplicação do conceito *Lean* se estende para além desse setor, alcançando várias organizações e indústrias em todo o mundo, sendo a indústria da construção civil uma delas.

Segundo Freitag (2015) a filosofia *Lean* tem sido aplicada com sucesso na indústria da construção civil, buscando melhorar a eficiência, reduzir desperdícios e aumentar a qualidade dos projetos. Através da eliminação de atividades desnecessárias, otimização dos fluxos de trabalho, planejamento eficiente e envolvimento dos trabalhadores, a abordagem *Lean* tem ajudado a minimizar atrasos, retrabalho e custos excessivos na construção.

A filosofia *Lean* permitem que as empresas reduzam custos, prazos e melhorarem a qualidade de seus produtos ou serviços. Portanto, entender como suas ferramentas funcionam é essencial para qualquer organização que deseje adotar essa abordagem e colher os benefícios da eficiência, eficácia e competitividade que ela oferece. Neste contexto, a seguir é contextualizado algumas das principais ferramentas *Lean*.

### 2.3. Ferramentas *Lean*

A simplificação de processos e a eliminação de atividades que não geram valor são objetivos da filosofia *Lean*, onde um conjunto de ferramentas são utilizadas para a sua aplicação. Dentre inúmeras ferramentas existentes, serão apresentadas as principais que são possíveis de serem aplicadas na construção civil.

#### 2.3.1. Cinco S (5S)

É uma metodologia de origem japonesa que aborda a organização e padronização dos espaços. Esta metodologia é definida por 5 princípios em que suas palavras começam por “s” (Moreira, 2014). A **Figura 4** resume o conceito da ferramenta:



**Figura 4:** Os 5 sentidos.  
Filho, 1997.

- **Seiri (Senso de utilização):** Análise de todas as ferramentas e materiais necessários à execução da tarefa, eliminando os que não são necessários;
- **Selton (Senso da organização):** Organização dos elementos utilizados para que estejam sempre a fácil acesso do utilizador para que este não tenha que fazer movimentações desnecessárias;
- **Seiso (Senso da limpeza):** Manter o local de trabalho limpo;
- **Seiketsu (Senso de Padronização):** Padronizar os trabalhos e organização dos espaços;
- **Shitsuke (Senso de autodisciplina):** manter sempre os 4 princípios impostos anteriormente, garantindo assim que não se volta ao estado anterior.

### 2.3.2. Gestão Visual

A gestão visual é uma forma de comunicação e compreendida facilmente por todos. Permite, através de uma sinalização visual, melhorar a informação sobre o processo produtivo, instruções de manutenção ou atividades básicas dos processos, sendo um poderoso indicador visual (Wolbert, 2007). As grandes vantagens são:

- Facilidade de interpretar a informação;
- Permite uma resposta rápida aos problemas;
- Facilita a comunicação entre as equipas de trabalho;
- Permite atribuir melhor autonomia aos operadores;
- Contribui para a redução de erros;
- Contribui para melhorar o ambiente de trabalho.

### 2.3.3 Last Planner System

Segundo *Lean Construction Blog* (2023), o *Last Planner System* (LPS) é uma filosofia de gestão de projetos de construção que se concentra em aumentar a eficiência e a colaboração da equipa na programação e execução de atividades. É um sistema de planeamento de produção projetado para melhorar a previsibilidade e, ao mesmo tempo, maximizar a eficiência e a segurança. O sistema foi desenvolvido por Glenn Ballard e Greg Howell e cresceu e se tornou um dos pilares da Construção Enxuta. Simplificando, o LPS é exatamente o que o seu nome sugere, um sistema que envolve no planeamento e na execução eficiente de um projeto.

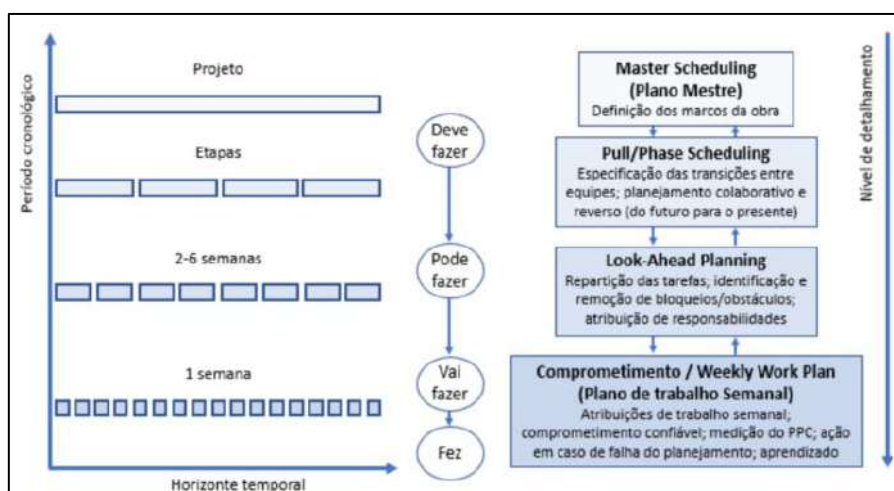
Após a aplicação de ferramentas como o 5S e a Gestão Visual à construção civil, existiu a necessidade de melhorar o fluxo de trabalho das atividades, uma vez que é gerado desperdício quando as promessas entre os intervenientes não são cumpridas (dono de obra, gestão de obra, subempreiteiros e fornecedores) (Mastroianni & Abdelhamid, 2014), surgiu assim um novo método desenvolvido pelo *Lean Construction* denominado *Last Planner System* (LPS).

De acordo com Arantes (2008), o LPS foi desenvolvido para o controlo e planeamento da produção nos estaleiros de construção. Segundo Campos (2017), essa ferramenta enaltece a importância do último interveniente do planeamento, o qual antecede a realização da atividade. Arantes (2008), lembra que numa fase mais próxima da execução cabe a alguém decidir quando e qual o trabalho que deve ser executado; esse é considerado o *Last Planner*.

Segundo Camera (2015), o papel mais importante do *Last Planner System* é substituir o planeamento otimizado pelo planeamento real, muitas vezes preparado semanalmente, avaliando o desempenho dos trabalhadores com a confiança na real capacidade da equipa aferida em campo.

Segundo Mastroianni & Abdelhamid (2014), o LPS envolve o desenvolvimento de um planeamento geral e definição de marcos, em seguida um planeamento a seis semanas para apoiar o planeamento geral e ainda um planeamento semanal. Semanalmente é medido a eficiência do planeamento, essa medida é feita em percentagem de planeamento concluído (PPC), por exemplo, se 7 de 10 itens foram concluídos o PPC é de 70%. E na sequência deve-se identificar as razões das falhas.

Esta ferramenta permite que se realize simultaneamente planeamento a curto, médio e longo prazo, como mostrado na **Figura 5**, envolvendo e trazendo para esse planeamento todos os elementos que têm destaque e cujo papel é ativo no mesmo.



**Figura 5:** Planejamento a curto e longo prazo.  
Sousa, 2019.

#### 2.3.4. Kaizen

Kaizen é uma expressão japonesa que significa "mudança para melhor", foi desenvolvido no contexto do Sistema Toyota de Produção (TPS) por Massaki Imai, o conceito foi inicialmente associado à eficiência e eficácia na produção, mas seu alcance foi expandido para abranger diversas áreas (Imaj, 1986; Sousa, 2019).

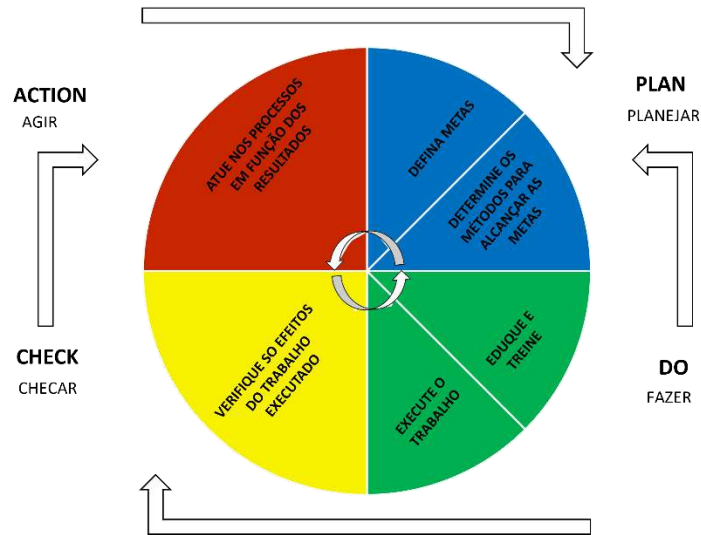
Segundo Imai, (1986) os cinco princípios do kaizen são:

1. Criar valor para o cliente;
2. Envolver as pessoas;
3. Eliminar o desperdício;
4. Ir para o local onde a ação da empresa acontece;
5. Gestão visual.

Em sua essência, Kaizen defende a ideia de pequenas mudanças incrementais ao longo do tempo, em vez de grandes transformações abruptas. Essa abordagem gradual visa criar uma cultura organizacional de melhoria contínua. Na prática, significa que cada membro de uma equipe, independentemente do nível hierárquico, é incentivado a contribuir com sugestões para aprimorar processos, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência (Hasan & Hossain, 2018).

A filosofia Kaizen também destaca a importância da participação ativa dos colaboradores. Em vez de uma abordagem tradicional, na qual as ideias vêm de cima para baixo, o Kaizen incentiva a colaboração e a comunicação aberta. Os funcionários são encorajados a identificar problemas, propor soluções e implementar melhorias. Isso não apenas aumenta a eficácia operacional, mas também promove um ambiente de trabalho onde cada membro se sente valorizado e contribui para o sucesso coletivo.

Há diversas formas de aplicação do Kaizen, como por exemplo o Ciclo PDCA, onde a realização das etapas executadas sequencialmente em um processo cíclico promove a melhoria contínua dos resultados. A sigla PDCA corresponde às etapas do ciclo: Planejar (Plan), Executar (Do), Verificar (Check) e Agir (Act), como mostra a **Figura 6**.



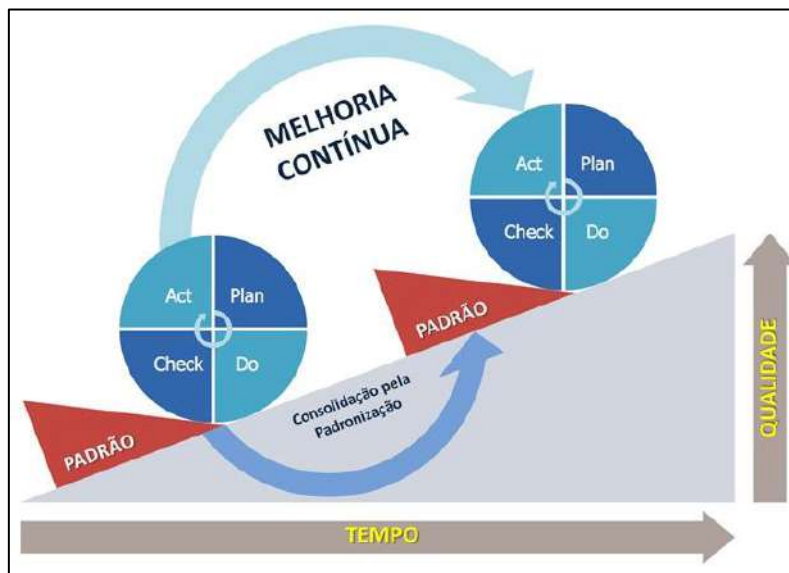
**Figura 6:** Ciclo PDCA.

Autoria própria, adaptado de Campos, 1996.

### 2.3.5. Instruções de Trabalho

As Instruções de Trabalho ou *Standardised Work* em inglês, é uma ferramenta *Lean* que documenta a sequência de trabalho e de movimentos dos operadores e o desempenho dos equipamentos, sendo que o procedimento da operação é otimizado e padronizado para toda a produção através de, por exemplo, checklists, rotinas diárias e manuais de trabalho. Segundo Liker (2004), esta ferramenta é a base para a melhoria contínua dos processos e para a existência de um fluxo de informação estável e previsível.

Com a normalização do trabalho, todos os membros da equipe apresentam o mesmo comportamento, desenvolvendo as atividades com o mesmo tempo e segundo a mesma perspectiva (Lu & Yang, 2015), o que também se torna vantajoso no momento da integração de novos colaboradores. As instruções de trabalho são também a fundação da melhoria contínua já que são documentos dinâmicos como mostrado na **Figura 7**.



**Figura 7:** Efeito da padronização na melhoria contínua.  
Lu & Yang, 2015.

Ao ser empregada em um local de construção, esta técnica pode melhorar a qualidade do trabalho, diminuir o tempo necessário para completar as tarefas e reduzir a possibilidade de acidentes.

### 2.3.6 Value Stream Mapping

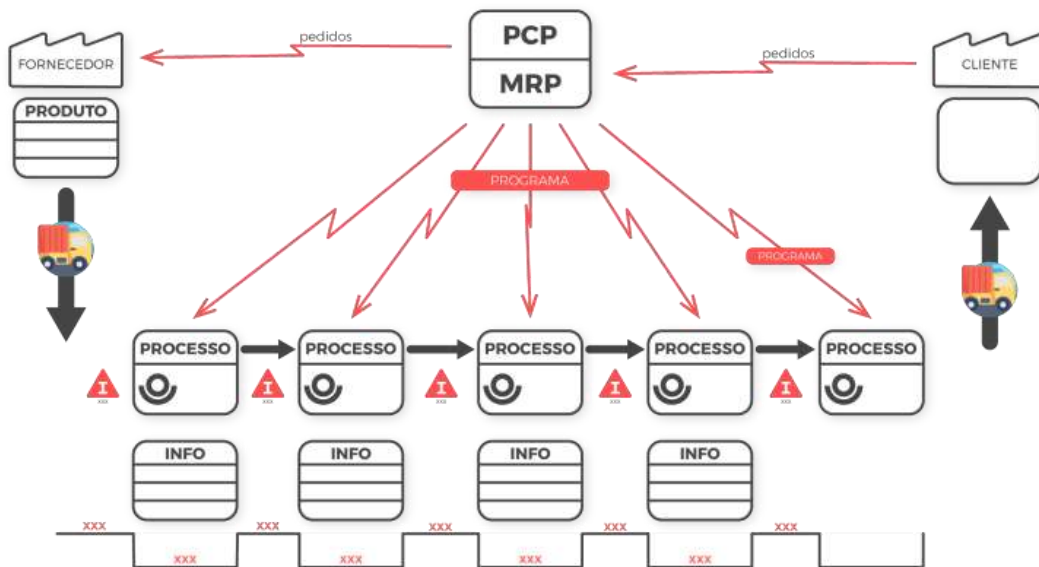
O *Value Stream Mapping* (VSM) ou em português Mapeamento de Fluxo de Valor, é uma técnica usada para analisar e representar o fluxo de materiais e informação necessários para executar um produto, serviço ou projeto. De acordo com Aparício (2016), esta ferramenta permite entender em pormenor os processos produtivos por detrás de um determinado produto, medindo, para isso, os tempos de processamento e de operação dos mesmos. Esta análise também permite calcular outros indicadores relevantes para a compreensão do sistema em geral. Para além disso há também uma preocupação a nível dos recursos consumidos nomeadamente a nível de inventários intermédios.

É de salientar que o principal objetivo desta ferramenta é a identificação do desperdício e respetiva eliminação ao longo da cadeia produtiva, através do redesenho dos respetivos processos. O foco desta ferramenta, segundo Kristen D. Balinski & Katie Grantham (2013), não é o processo individual, mas sim o conjunto de processos que compõem o sistema e as respetivas interligações entre os mesmos. A cooperação entre todos os intervenientes e o conhecimento dos sete tipos de desperdício, que serão abordados no tópico 2.4.2, é um fator importante a ter em conta na aplicação do *Value Stream Mapping*.

O mapeamento divide-se basicamente em 6 etapas, segundo Nielsen (2008):

- **Escolher uma família de produtos:** uma vez que seria difícil “mapear” todos os produzidos pela empresa. A escolha de produtos deve ter em conta a importância e valor do produto para o consumidor, assim como a semelhança de processos produtivos, deste modo uma família de produtos deve ser constituída por produtos que usem tecnologias e processos de produção semelhantes.
- **Desenhar o estado actual:** como a empresa se encontra no momento. A primeira representação deve ser o cliente no canto superior da folha, seguindo-se a adição dos processos. O terceiro passo será a representação dos fornecedores através de uma ou duas matérias-primas principais, a que se segue o tratamento do fluxo de informação. O último passo será acrescentar os *leads times* de cada etapa no fundo da folha.
- **Desenhar o estado futuro:** o que se pretende que a empresa seja no futuro, através da eliminação dos desperdícios encontrados no estado actual.
- **Escrever o plano de trabalho:** dividido em etapas, as quais devem ter 18bjjetivos, metas e datas necessárias para se atingir no máximo possível o estado pretendido no ponto anterior.
- **Construção do mapa do estado actual:** é fundamental ter uma colaboração intensa entre todos os envolvidos, tanto na criação quanto na análise do mapa. O foco principal é identificar processos desnecessários e potenciais ganhos de cada um, e isso só é possível através de um esforço colaborativo entre os intervenientes.
- **Validação do mapa do estado actual:** a etapa final e, provavelmente, a mais crucial na implementação desta técnica. É essencial verificar e garantir a credibilidade do mapa. A verificação cuidadosa do mapa deve eliminar possíveis erros na representação das atividades e suas respectivas interligações.

Em suma, o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de relativamente fácil aplicação e que permite melhorar os processos produtivos da empresa através da identificação das etapas que podem trazer desperdícios como mostrado na **Figura 8**.



**Figura 8:** Fluxos de materiais e informações.  
Adaptado Nielsen, 2008.

Segundo Nielsen (2008) , o VSM é aplicado conforme os seguintes passos:

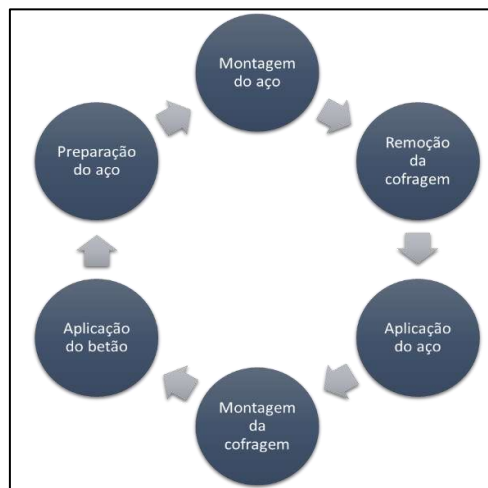
- O primeiro passo é conhecer todo o processo a ser estudado, identificar o produto ou família a ser estudado, saber onde inicia e termina o processo.
- Conhecer as pessoas e envolve-las para obter informações e dados importantes das atividades em execução.
- Definição dos processos do fluxo, onde se define quais são os passos que acontecem em um determinado local, onde a atividade se inicia e termina, para estudar as operações que agregam e não agregam valor.
- Coleta de dados e avaliar o desempenho de cada atividade, exemplo: tamanho do estoque numere de pessoas envolvidas, tempo de ciclo e qualquer informação que vai ser decisiva para gerar valor ao cliente.
- Mapeamento da movimentação dos materiais e informações. Sendo que o produto nunca pare de se movimentar que seu fluxo seja sempre contínuo desde a entrada da matéria prima até o produto acabado entregue ao cliente.
- Análise do mapa ao analisar o estudo do mapa localize onde estão os principais desperdícios nos processos, pontos que devem ser melhorados, atividades que não agregam valor. Com esses dados evidenciados, pode ser elaborado um plano de melhoria e desenhe um mapa futuro para uma visão ampla de um processo sem desperdícios com um lead time mais reduzido.

### 2.3.7. Processos cíclicos

De acordo com Pinto (2012), a construção é considerada como uma indústria desorganizada, onde, em cada obra os trabalhos são efetuados sempre em condições diferentes, com características diferentes e por essa razão o trabalho adquire um comportamento imprevisível. Numa avaliação macroscópica, esta pode ser considerada como uma afirmação verdadeira, mas na realidade a maior parte dos trabalhos podem ser subdivididos para que sejam efetuados de modo cíclico, que mesmo em contexto de obra conduzirá à crescente eficiência das capacidades técnicas dos trabalhadores.

Um dos exemplos mais frequentes prende-se com a necessidade de executar as obras em crescente rapidez, organizando várias frentes de trabalho para uma mesma tarefa, para que o projeto seja concluído no menor tempo possível. Na realidade, devido à metodologia tradicional aplicada na maioria das obras, cada equipe encontra-se a executar a mesma tarefa pela primeira vez, resultando num atraso global em todas as frentes de trabalho.

O método mais eficiente implica em dividir diferentes equipes em tarefas diferentes, e sempre a mesma equipe executa a mesma tarefa, repetidamente, isto produz resultados consideravelmente melhores, uma vez que cada equipe irá evoluir nos seus procedimentos, com o aumento de experiência e rapidez na execução de cada tarefa específica da obra. A **Figura 9** mostra a representação do Processo cíclico de Estruturas em Betão Armado.



**Figura 9:** Processo cíclico de estruturas em betão armado. Pinto., 2012.

### 2.3.8. Kanban

O sistema *Kanban* é uma das ferramentas desenvolvidas por Ohno (1988), que significa cartão ou sinal. A ferramenta é utilizada para o gerenciamento e controle visual do fluxo de trabalho, sendo baseado em um sistema de quadros ou painéis, nos quais são

registradas as atividades e tarefas necessárias para a conclusão do projeto (Rahman et al., 2013).

Ohno (1988) apresenta uma relação de funções e regras de utilização do Kanban, conforme Tabela 1.

**Tabela 1:** Funções e regras do sistema Kanban

Funções de Kanban		Regras para utilização	
1	Fornecer informação sobre apanhar ou transportar.	1	O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo Kanban no processo precedente.
2	Fornecer informação sobre a produção.	2	O processo inicial produz itens na quantidade e sequência indicadas pelo Kanban.
3	Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	3	Nenhum item é produzido ou transportado sem um Kanban.
4	Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	4	Serve para afixar um Kanban às mercadorias.
5	Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz.	5	Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeitos.
6	Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques.	6	Reduzir o número de Kanbans aumenta sua sensibilidade aos problemas.

(Ohno, 1988)

Segundo Araújo (2015), a palavra *kanban* significa cartão ou etiqueta. Martins (2016) salienta que essa ferramenta busca o aumento da produtividade. Araújo (2015) acrescenta que esta é uma ferramenta de melhoria de comunicação entre diferentes *stakeholders*, assegurando a quantidade certa de material ou de um determinado produto no momento necessário, sendo principalmente utilizada para organizar as necessidades de material. De acordo com Shingo (1996), os sistemas *kanban* fazem com que as informações sejam transmitidas de forma organizada e rápida.

Adicionalmente, esta técnica é também usada no contexto de trabalho de equipe e Gestão Visual na forma de quadros *Kanban* como o exemplo da **Figura 10**.



**Figura 10:** Exemplo de painel Kanban.  
Autoria própria, 2023.

De acordo com Venturini (2015), o kanban pode ser dividido em três tipos: de transporte, de produção e de fornecedores:

- Kanban de transporte: representa o sinal para que uma determinada quantidade de um tipo específico de material seja entregue a um determinado posto de trabalho.
- Kanban de produção: representa o sinal de que um determinado processo para fabricação de um produto pode ser iniciado, para que produza uma determinada quantidade de produtos.
- Kanban de fornecedor: representa o sinal para que uma determinada quantidade de um tipo específico de material seja entregue na fábrica ou próximo a linha de produção.

Segundo Arantes (2008), o kanban pode ser utilizado dentro dos estaleiros de construção civil e também entre os fornecedores de materiais para a obra. Grenho (2009) ressalta que dentro de estaleiros de construção civil esta ferramenta funciona de uma maneira um pouco diferente do original, já que neste caso deve haver um pequeno stock a todo instante. Dentro do estaleiro o kanban funciona de maneira que os colaboradores, assim que perceberem que um produto está acabando, comunica o responsável por encomendar os materiais para que não ocorra a falta daquele determinado material.

### 2.3.9. Standard Work

O Standard Work é uma ferramenta *Lean* que documenta a sequência de trabalho e de movimentos dos operadores e o desempenho dos equipamentos. O procedimento da operação é otimizado e padronizado para toda a produção através de checklists, rotinas diárias e instruções de trabalho. Segundo Liker (2004), esta ferramenta é a base para a melhoria contínua dos processos e para a existência de um fluxo de informação estável e previsível.

Com a normalização do trabalho, todos os integrantes da equipe apresentam o mesmo comportamento, desenvolvendo as atividades com o mesmo tempo e a mesma perspectiva, o que também se torna vantajoso no momento da integração de novos colaboradores (Lu & Yang, 2015).

A padronização pode então ser usada, na indústria da construção civil, como elemento redutor de improvisações, regulador das relações de interdependência entre serviços e otimizado das atividades desenvolvidas, tendo especial impacto na redução de desperdícios.

### 2.3.10. Overall Equipment Effectiveness

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é a melhor forma de quantificar a percentagem de produção planeada que é realmente produtiva. Uma pontuação OEE de 100% representa uma produção perfeita: a fabricação de partes mais produtivas, tão depressa quanto possível, sem tempo de inatividades (the *Leanthinker*, 2014).

O OEE é útil tanto como marca de referência como linha de base:

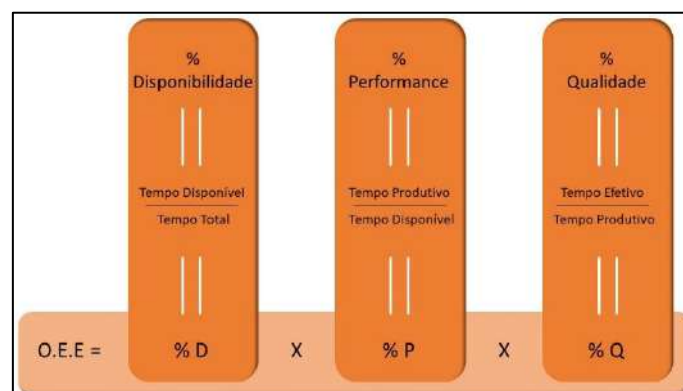
- Como marca de referência pode ser usado para comparar o desempenho de um determinado ativo de produção para os padrões de indústria, ou para resultados de diferentes turnos de trabalho no mesmo ativo.

- Como linha de base pode ser usado para acompanhar o progresso ao longo do tempo e eliminação de resíduos a partir de um determinado ativo de produção.

O OEE é uma maneira de medir a utilidade de uma máquina ou operação e é um dos oito pilares da *Total Productive Maintenance* (TPM). É usado como um indicador de desempenho chave em muitas organizações *Lean* e pode ser também usado como um indicador de melhoria do processo. O OEE ajuda a quantificar a máquina em termos da sua capacidade, contra o tempo disponível que está programado para ser executado (the *Leanthinker*, 2014).

O objeto de cálculo e monitoramento do OEE é maximizar a eficiência, como mostrado na **Figura 11**, eliminando desperdícios e perdas de produção. As perdas de produção são as seguintes:

- Colaboradores (mão de obra);
- Maquinaria;
- Métodos;
- Material.



**Figura 11:** OEE.  
*4Lean*, 2014.

Essas são apenas algumas das muitas ferramentas utilizadas na *Lean*. Cada uma tem seu propósito específico, mas todas têm em comum o objetivo de reduzir desperdícios, melhorar a eficiência e promover a colaboração entre as equipes.

Com a adaptação do *Lean* à construção, alguns métodos típicos foram transferidos e adaptados da manufatura, como por exemplo, 5S e *Kanban*, sendo que outros foram desenvolvidos especificamente para a construção, como o *Last Planner System* que foi desenvolvido para coordenar as diferentes atividades no local (Dallasega et al., 2018).

A indústria da construção civil enfrenta desafios únicos, como prazos apertados, orçamentos restritos e complexidade na gestão de projetos. Nesse contexto, a adoção das ferramentas *Lean* tem se mostrado de grande relevância para melhorar a eficiência e a qualidade dos processos construtivos. Ao implementar essas ferramentas, as empresas da construção podem alcançar resultados mais satisfatórios em termos de produtividade, qualidade e custos (Concha et al., 2015).

As ferramentas *Lean* desempenham um papel crucial na aplicação dos princípios *Lean* em diversos setores, incluindo o da construção. No contexto do *Lean Construction*, essas ferramentas ganham um espaço ainda mais relevante, pois são adaptadas e utilizadas para otimizar os processos específicos desse setor. A abordagem *Lean Construction* se baseia nos mesmos princípios de eliminação de desperdícios, melhoria contínua e foco no valor para o cliente que são fundamentais para o *Lean* em geral. No entanto, o *Lean Construction* adapta e personaliza as ferramentas *Lean* para atender às necessidades únicas da indústria da construção, onde a complexidade, os riscos e os desafios são distintos.

Portanto, a compreensão das ferramentas *Lean* e sua integração na *Lean Construction* se torna essencial para promover a eficiência e a excelência na gestão de projetos de construção, proporcionando aos envolvidos um caminho mais claro em direção ao sucesso na entrega de projetos de forma mais eficiente e eficaz. Neste contexto, exploraremos como as ferramentas *Lean* são adaptadas e aplicadas no contexto específico da *Lean Construction*, destacando sua importância para melhorar a qualidade, reduzir custos e prazos, e aumentar a satisfação do cliente em projetos de construção.

#### 2.4. *Lean* na Construção

No contexto da construção civil, a filosofia *Lean* é nomeada *Lean Construction* (LC) ou Construção Enxuta. Esse conceito foi adaptado inicialmente por Koskela, (1992).

Nesse cenário, os objetivos são análogos: eliminar desperdícios, maximizar o valor entregue aos clientes e promover a eficiência em todas as etapas do processo construtivo (Santos, 1998; Kilpatrick, 2003; ISSA, 2013).

De acordo com Marhani et al. (2012), o sistema de produção enxuta é uma abordagem colaborativa de vários parâmetros para a maximização dos benefícios ou da produção com o mínimo de desperdício, sendo um tipo de inovação no sector da construção pois a sua abordagem é diferente da abordagem convencional típica.

Tradicionalmente, os processos na construção civil são caracterizados por uma abordagem onde as equipes individuais tem suas tarefas atribuídas separadamente e sem grandes interações com outras equipes. A comunicação apresenta deficiências, as equipes não se mantêm atualizadas mutuamente e reportam-se exclusivamente a uma única pessoa ou equipe com maior hierarquia no projeto. Esta abordagem vai contra os princípios da *Lean*, fomentando uma cultura que reduz a previsibilidade, comprovando para aumentar as chances de erros, aumentando desperdícios e tornando o processo mais lento. Em contrapartida, de acordo com o *National Institute of Standards and Technology Manufacturing Extension Partnership's Lean Network*, a filosofia da *Lean Construction* recorre a resolução conjunta de problemas e trabalho em equipe, criando valor em todas as atividades, buscando otimizar processos, minimizar erros e eliminar desperdícios desnecessários, e melhorar a taxa de produção de acordo com os requisitos do cliente (Singh & Kumar, 2020).

De acordo com Singh & Kumar (2020), as principais medidas tomadas em consideração para abordagem *Lean* são:

- Minimização dos resíduos
- Abordagem Just-in-time
- Abordagem baseada no valor
- Melhoria contínua
- Sistema de gestão da qualidade
- Agilidade para a mudança necessária

Essas medidas tem sido utilizadas com benefícios significativos em diversos países pelo mundo, com o objetivo de centrar-se na melhoria contínua, eliminação de desperdício, gestão da qualidade dos projetos e melhoria das comunicações. Essas práticas contribuem ainda para o desenvolvimento sustentável, onde se faz a utilização equilibrada dos recursos, materiais e pessoas.

Segundo Clemente (2012), a produção enxuta na construção civil transpõe-se na aplicação da filosofia *Lean* ao setor da construção. As principais dificuldades do setor da construção civil são: a baixa produção, a falta de coparticipação e interação entre os vários intervenientes no processo, falta de qualidade, falta de segurança. Em seu trabalho,

Clemente avaliou uma abordagem combinada BIM-LEAN, onde foi possível avaliar a efetividade do *Lean* na construção civil, alguns dos benefícios alcançados através da aplicação da filosofia incluem melhorias significativas no fluxo de trabalho, redução das atividades sem valor acrescentado e um aumento da qualidade e empenho nos trabalhos pelos trabalhadores.

Howell (1999) explica que desde o seu surgimento, o *Lean Construction* tem avançado como uma entidade própria, seguindo um rumo particular, não tendo, no entanto, uma consumação como a desejada. Portanto, importa referir que do ponto de vista teórico os fundamentos da LC são vantajosos, contudo, a sua utilização na prática apresenta uma dificuldade acrescida: mudar a mentalidade de forma a aperfeiçoar métodos de trabalho instalados há muitos anos neste setor (Costa, 2018).

A adoção da mentalidade *Lean* na Construção Civil representa uma oportunidade para melhorar a eficiência dos processos e aumentar a competitividade das organizações. No entanto, para que isso seja possível, é crucial investir na capacitação dos profissionais que atuam nesse setor. É necessário que eles adquiram o conhecimento, compreendam e apliquem os princípios e ferramentas do *Lean Construction* em todas as etapas e atividades da Construção Civil. Dessa forma, será possível aproveitar ao máximo os benefícios que essa abordagem pode proporcionar (Costa et al., 2023).

#### 2.4.1. O modelo da construção civil tradicional vs o modelo aplicando fundamentos da *Lean Construction*

De acordo com Johansen & Walter (2007), existe uma resistência cultural da sociedade a ter uma nova visão da produção na construção, que se torna uma barreira para a aplicação do *Lean*. Assim como Ferrer (2021) afirma que na construção civil vários processos são importantes no decorrer da obra, e diversos deles são executados da mesma maneira há anos.

O modelo da construção civil considerado via tradicional é caracterizado por uma abordagem sequencial, em que cada etapa é realizada separadamente, com pouca comunicação e reduzida colaboração entre as equipes envolvidas. Isso resulta em um fluxo de trabalho fragmentado, desperdício de recursos e prazos prolongados.

Por outro lado, a aplicação dos conceitos de *Lean Construction* procura eliminar desperdícios, melhorar a eficiência e aumentar a colaboração entre os diferentes participantes do projeto. Com o uso do LC é mais rápida e mais ágil a tomada de decisões, originando organizações que tomam ações de melhoria menos burocráticas e mais dinâmicas originando melhor qualidade (Thomas et al., 2002).

O conceito *Lean* deve ser aplicado no planejamento, sendo que até mesmo a logística deve ser considerada (Howell, 1999). Nos sistemas convencionais de gestão, o controle é feito por gestores que estão afastados das frentes de trabalho enquanto os sistemas que seguem a filosofia LC, o controle é realizado com um fluxo contínuo de trabalho. Em vez de realizar cada etapa separadamente, o LC enfatiza a integração e a sequência lógica das atividades. É importante destacar ainda a colaboração entre os diferentes participantes do projeto. O LC incentiva a comunicação aberta e a colaboração desde o início. Isso significa que arquitetos, engenheiros, empreiteiros e outros profissionais trabalham juntos para identificar problemas e encontrar soluções. Através dessa abordagem colaborativa, é possível evitar erros, ajustar o projeto conforme necessário e melhorar a qualidade geral da construção (Aomar, 2012; Rajab, 2022).

Com o uso do LC é mais rápida e mais ágil a tomada de decisões, originando organizações que tomam ações de melhoria menos burocráticas e mais dinâmicas originando melhor qualidade (Thomas et al., 2002).

Koskela (1992), identificou onze princípios heurísticos do *Lean Construction*:

- Reduzir e eliminar as atividades que não acrescentam valor ao cliente;
- Aumentar o valor do produto com base nas necessidades do cliente;
- Reduzir a variabilidade;
- Reduzir o tempo de ciclo (lead time);
- Simplificação através da redução do número de passos de um processo ou componentes de um produto;
- Aumentar a flexibilidade de saída;
- Aumentar a transparência do processo;
- Focar o controle no processo global;
- Introduzir a melhoria contínua no processo;
- Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões;
- Fazer *benchmarking*

Portando, o LC é um conceito que pode incorporar melhoria contínua, estruturação da organização, trabalho de equipe, eliminação de desperdício, utilização eficiente de recursos e cadeias de abastecimento de cooperação, trazendo várias vantagens face ao método tradicional como mostrado na Tabela 2.

**Tabela 2:** Aspectos diferenciadores entre a construção *Lean* e a construção tradicional.

	<i>Lean</i>	Tradicional
Liderança	Acompanhamento	Perseguir

<b>Otimização</b>	O projeto todo	Uma atividade em específico
<b>Perspetiva de planejamento</b>	Puxar o planejamento	Empurrar o planejamento
<b>Sistema de Produção</b>	Sistema de produção que flui	Sistema de produção que converge
<b>Processo de Produção</b>	Eficaz	Eficiente
<b>Medida de avaliação</b>	Percentagem de planejamento concluído	WBS, CPM, <i>Earned Value</i>
<b>Satisfação do cliente</b>	Sucessor do processo satisfeito	Dono de obra ou cliente final satisfeito
<b>Planejamento</b>	"Vai-se aprendendo"	"Faz-se como se sabe"
<b>Incerteza</b>	Interna	Externa
<b>Coordenação</b>	Mantêm-se as promessas	Seguem-se ordens
<b>Objetivo da supervisão</b>	Reduzir a variabilidade e gerir os fluxos	Acelerar o processo de produzir

Kim et al., 2008

Devido os diversos benefícios que a aplicação da LC traz, este conceito já demonstra ser altamente presente na comunidade científica de pesquisadores e suas aplicações práticas expandem-se cada vez mais no mundo. Pela quantidade de publicações, o crescente interesse em pesquisar e utilizar esta filosofia, verifica que ela se consolidará cada vez mais no meio acadêmico e empresarial (Felipe et al., 2018).

#### 2.4.2. Os 7 tipos de desperdício

Como já mencionado, uma das principais premissas da filosofia *Lean* é a eliminação de desperdício. Koskela (2000) definiu que para uma correta aplicação do *Lean* na Construção Civil é de elevado interesse compreender quais são os principais desperdícios a serem eliminados na construção. Ohno, fundador do TPS, identifica assim sete tipos de desperdícios os quais designa de Muda (Ohno & Bodek, 2019).

##### 1. Superprodução

Este desperdício relaciona-se com a abundância de produto que pode não ser escoado devido à mudança de necessidades dos consumidores ou ainda por ser produzido com demasiada antecedência originando criação de estoques, movimento e transporte extra para o seu armazenamento.

As principais consequências prendem-se com o consumo de matérias-primas com demasiada antecedência, a criação de estoques de matérias-primas, a necessidade de criação ou a ocupação dos meios de armazenamento existentes, a ocupação dos meios de transporte e a criação de tarefas extra de logística para o controlo e gestão de estoques (armazenamento), e ainda a mão de obra e equipamento para transporte.

O nivelamento da produção de forma sustentada e solicitada pelo consumidor é descrito por heijunka (japonês), que define o sequenciamento nivelado de todas as tarefas desde a recepção de materiais aos processos e conseqüentemente ao produto final.

## 2. Tempo de espera

A espera de uma tarefa pode provocar um efeito em cadeia de inatividade de vários trabalhadores e desperdício de utilização de equipamentos, devido à sua interdependência e encadeamento. As causas podem ser as mais variadas, mas passam sempre pela deficiente execução, falta de materiais ou mão de obra, avarias nos equipamentos ou equipamentos inadequados para as tarefas em questão ou a ocorrência de uma das razões anteriores nos processos antecedentes.

## 3. Transporte

O transporte externo à empresa é fundamental para as deslocções de materiais e matérias-primas, mas o controlo deste fator pode ter benefícios em termos de custos, prazos e ainda conter grande variabilidade de problemas em deslocções de longo curso. Este processo, apesar de essencial pelo fornecimento de bens e serviços fundamentais, é um dos que não valoriza o produto em nenhum dos parâmetros porque por si só não cria valor para o produto.

Um outro tipo de transporte que para além de não valorizar o produto pode vir a ser condicionante é o transporte verificado no interior das empresas. Estes transportes são muitas vezes ignorados, mas representam uma parcela importante dos desperdícios internos que uma empresa despense em equipamento, mão de obra e recursos. Além dos desperdícios diretos existem recursos dedicados à gestão, planeamento de estoques e movimentação de produtos excedentes que precisam de armazenamento e espera para a sua utilização na linha de montagem ou comercialização.

## 4. Excesso de processamento

Qualquer processo pode ser sempre solucionado de modo mais eficiente, para isso é preciso que seja encarado de uma forma prática que possibilite a diminuição de etapas para a realização de uma tarefa. Esses processos padecem de informações pouco claras, nomeadamente no caso de tarefas pouco frequentes que possam causar atrasos de funcionamento e de transição entre etapas. A diminuição do processamento modifica o planeamento para um sistema de nivelamento de produção (*heijunka*), que por sua vez

facilita os processos e diminui a ocorrência de atrasos, melhorando conseqüentemente a qualidade global do produto.

## 5. Inventário

A existência de inventários (estoques) implica custos acrescidos em área de fábrica e em movimentação dos recursos do produtor (como visto no desperdício de transporte), tanto para o armazenamento de produtos como para o posterior encaminhamento para o consumidor. Este parâmetro deve, quando possível, ser eliminado porque em vez de valor, produz capital parado e movimentação extra de produtos.

Muitas empresas procuram ocultar o deficiente planejamento do conjunto de tarefas assim como o seu encadeamento com um excesso de inventário. Essa situação que se verifica muitas vezes em várias fases do trajeto de produção com o objetivo de minimizar os efeitos causados por defeitos, atrasos de execução ou de recepção de materiais.

## 6. Movimento

Os movimentos internos dos trabalhadores, devem ser minimizados, ao disponibilizar em cada local de trabalho de todos os recursos que o trabalhador necessita para efetuar a sua tarefa sem esforço extra ou deslocações desnecessárias. As deslocações dos trabalhadores é um dos defeitos que mais desperdício causa nas restantes atividades pois aumenta os períodos de espera do restante encadeamento e muitas vezes esse mesmo desperdício é ocultado com a criação de estoques excessivos e muitas vezes desnecessários.

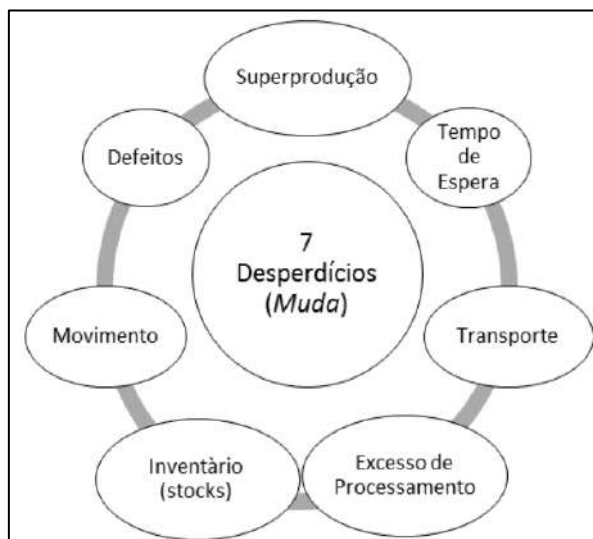
Este processo implica a disponibilidade de equipamento e materiais no denominado posto de trabalho. Este defeito é um sintoma de excesso de superprodução ou de má organização do espaço, dos equipamentos e/ou mão de obra.

## 7. Defeitos

O controlo de defeitos deve ser efetuado em primeiro plano para a satisfação do consumidor, mas também para que no decurso do processo de fabricação não ocorram defeitos ou incompatibilidades que impossibilitem a concretização de tarefas

subsequentes. Esta componente tem características transversais em praticamente todas as indústrias, pois pode ser resultado de transporte, armazenamento inadequado, armazenamento prolongado ou deficiente qualidade no trabalho executado.

O principal conceito a ser eliminado com este método de trabalho é o desperdício (muda), que por ser levado ao limite da gestão, fica definido pela existência de 7 desperdícios básicos como mostrado na **Figura 12**.



**Figura 12:** Os 7 desperdícios básicos.  
Pinto, 2012.

No ano de 2004, Koskela e Bertelsen propuseram um novo tipo de desperdício na construção, chamado de "making-do". Esse desperdício refere-se à prática de iniciar atividades sem ter os meios e recursos necessários garantidos para sua conclusão. Essa falta de preparação adequada pode levar a retrabalho, atrasos e ineficiência ao longo do processo construtivo. Reconhecer e evitar o desperdício do "making-do" torna-se essencial para garantir a eficiência e a qualidade dos projetos na indústria da construção.

A implementação do TPS trouxe uma mudança significativa na forma como os desperdícios eram tratados na produção. Antes, os desperdícios eram considerados algo comum e aceitável. No entanto, com a adoção do TPS, foi possível direcionar os esforços para identificar e eliminar desperdícios, e agregar valor aos produtos finais.

#### 2.4.3. Princípios do *Lean Construction*

No trabalho de Koskela (1992), são apresentados onze princípios que tem servido de base ao *Lean* na Construção e que são descritos nos pontos seguintes:

##### **I. Reduzir o número de atividades que não geram valor**

A atribuição de valor a cada atividade permite identificar todas as atividades que não criam valor. Depois deste rastreamento, são reunidas todas as atividades com valor nulo e analisa-se as atividades que podem ser eliminadas sem ter impacto negativa no processo construtivo. Este processo tem de ser bastante rigoroso, uma vez que existem atividades que podem não gerar valor para o cliente final, mas que são necessárias durante o processo intermédio.

## **II. Aumentar o valor do produto final tendo em conta as necessidades do cliente**

Este princípio tem em conta as necessidades do cliente final de modo a que as mesmas sejam consideradas no projeto do produto e na gestão da própria produção. As necessidades do cliente devem ser aferidas através de estudos de mercado com potenciais compradores.

## **III. Reduzir a variabilidade**

Os processos de construção têm por natureza inúmeras variáveis (ex.: condições meteorológicas, variações dimensionais do material), o que por sua vez aumenta a quantidade de desperdício. Uma das formas de reduzir a variabilidade em obra é a padronização e uniformização dos processos construtivos. Um produto uniforme aumenta a qualidade do mesmo, uma vez que corresponde as especificações do cliente.

## **IV. Diminuir o tempo de ciclo (Lead Time)**

O ciclo de produção é composto por tempo de transporte, espera, processamento e inspeção. A redução do tempo de ciclo de uma atividade torna a mais produtiva. Esta redução é conseguida através da identificação de tempos improdutivo e respetiva eliminação, minimizando as ações de espera e inspeção. A redução do tempo de ciclo está relacionada com a metodologia Just-in-Time.

## **V. Reduzir o número de passos ou partes**

Quanto maior o número de passos num processo, maior tende ser o aparecimento de atividades que não criam valor. Deve haver uma redução de forma racional de atividades que não acrescentam valor. No sector da construção um bom exemplo é o uso em obra da pré-fabricação, uma vez que elimina grande parte dos passos para realizar o mesmo tipo de produto.

## **VI. Aumentar a flexibilidade do resultado final**

Envolve a capacidade de alteração do produto final sem um aumento significativo dos custos. Isto pode ser alcançado através de mão de obra polivalente que permite responder de uma forma eficiente a mudanças na procura por parte do cliente. Outra medida pode ser a personalização do produto o mais tarde possível, havendo desta maneira uma maior margem de manobra face a pedidos de última hora por parte do consumidor final.

#### **VII. Aumentar a transparência do processo**

Tornar os processos mais transparentes resulta no aumento do controlo e por sua vez na identificação mais rápida de erros. A informação encontra-se mais acessível a todos os intervenientes. As possíveis aplicações deste princípio são o uso de dispositivos visuais como cartazes, remoção de obstáculos visuais e limpeza e organização do espaço de trabalho.

#### **VIII. Foco no controlo do processo global**

O processo deve ser visto como um todo e não como a soma das partes. A melhoria numa parte específica do projeto não tem que significar uma melhoria no projeto global. Isto é uma situação muito comum na realização de um empreendimento em que estão envolvidos inúmeros intervenientes, desde projetistas, fornecedores ou subempreiteiros. De acordo com Peneirol (2007), a cooperação com os fornecedores e a atribuição de autonomia às equipas de trabalho são formas de o fazer.

#### **IX. Manter o equilíbrio entre melhoria de fluxo e o processo de transformação**

O fluxo e o processo de transformação estão relacionados. Melhores fluxos requerem menor capacidade de transformação, o que por sua vez se traduz num menor investimento em equipamentos. O controlo de fluxos através da introdução de novas tecnologias facilita a implementação e resulta em menor variabilidade do produto logo menos desperdício.

#### **X. Manter o equilíbrio entre as melhorias de fluxo e conversão**

Nos projetos de melhoria devemos procurar melhorar os dois tipos de atividade, sempre entendendo que elas estão intimamente relacionadas. A alteração numa atividade de conversão irá naturalmente afetar a atividade de fluxo. Exemplo: alterar o sistema de aplicação de tinta de rolo para uma máquina airless (atividade de conversão) afeta a forma como a tinta deve ser preparada, como deve ser entregue ao pintor e o produto que será utilizada (atividades de fluxo).

## **XI. Benchmark**

Raramente uma empresa consegue estabelecer os padrões de excelência em todos os seus procedimentos. Cada empresa acaba por desenvolver uma área de destaque no mercado, seja na logística, nas finanças, na gestão de recursos humanos ou nas compras. Por conseguinte, é imperativo observar as boas práticas adotadas no mercado e procurar adaptá-las à própria organização. O processo de conversão compreende a total transformação de materiais, informações e mão-de-obra numa estrutura que acrescenta valor ao cliente. Através da conversão, é possível reduzir perdas e potenciar melhorias.

Toda e qualquer otimização do fluxo operacional depende diretamente do impacto que terá na fase de conversão, e o inverso também é válido. Em outras palavras, os efeitos gerados é que vão determinar as prioridades. O equilíbrio será alcançado quando as melhorias no fluxo e na conversão ocorrerem simultaneamente.

As medidas implementadas que demonstrarem resultados satisfatórios devem ser replicadas. Neste sentido, a prática do *benchmarking* é fundamental para a empresa conhecer e mapear os seus processos. Adicionalmente, a organização deve identificar as melhores práticas em empresas líderes de mercado, a fim de adaptá-las à sua realidade.

### 2.4.4. Dificuldade em aplicar a filosofia *Lean* na construção civil

A implementação das filosofias *Lean Construction* em estaleiros de obra pode enfrentar algumas dificuldades significativas. Embora essas abordagens tenham sido amplamente adotadas com sucesso em outros setores da indústria, como manufatura e serviços, a aplicação no contexto da construção civil pode ser desafiadora devido a várias razões.

A implementação das práticas *Lean* na Construção Civil é uma tarefa complexa, exigindo mudanças conceituais e práticas nas organizações. O maior desafio para alcançar sucesso nessa abordagem é garantir a aceitação e assimilação dos conceitos pelos trabalhadores. É necessário que as empresas se esforcem para superar as práticas convencionais e promovam uma nova mentalidade nos seus colaboradores. O processo de implementação deve ser gradual, buscando conciliar as mudanças operacionais com as mudanças de comportamento das pessoas envolvidas.(Koskela et al., 2002)

Depois de alguns casos analisados, Alarcon & Seguel (2002) definiram algumas barreiras por ordem de importância na aplicação do *Lean* à construção, apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3:** Barreiras na aplicação da *Lean* à construção.

Barreiras existentes	Descrição
Tempo	Considerado a principal dificuldade na implementação de novas práticas no decorrer dos projetos
Formação	Falta de formação e de prática
Organização	Necessidade de criar ou fortalecer alguns elementos da organização
Falta de autocrítica	Limita a capacidade de aprender com os erros pois apenas uma parte dos problemas são identificados

Adaptado de Alarcon & Seguel, 2002.

Segundo Peneirol (2007), para conseguir alcançar um melhor planejamento e melhores resultados tem que se transformar obstáculos da construção em oportunidades para a mudança *Lean*, identificando os seguintes obstáculos:

1. A gestão foca-se no controlo, o que previne que ocorram mudanças negativas, mas negligencia os avanços, que causam boas mudanças;
2. O Planejamento não é concebido enquanto sistema, mas é antes percebido em termos de qualificações e talento dos indivíduos que estão encarregues de planear;
3. Planejamento é considerado como uma calendarização, desvalorizando por completo a equipe de planeamento;
4. Não é medida a performance do sistema de planeamento;
5. As falhas de planeamento não são analisadas de forma a identificar e agir na raiz das causas.

Apesar das dificuldades mencionadas, é importante destacar, novamente, que a aplicação das filosofias *Lean Construction* em estaleiros de obra pode trazer diversos benefícios, como aumento da produtividade, redução de desperdícios, melhoria da qualidade e satisfação do cliente. E superar as barreiras requer um compromisso organizacional e uma liderança forte.

#### 2.4.5. Ferramentas *Lean* aplicadas na construção civil

Neste subcapítulo é apresentado exemplos práticos aplicados em estaleiro de cada ferramenta *Lean* já mencionada. Ao final deste subcapítulo será inserido uma tabela resumo para melhor compreensão do descrito ao longo do mesmo.

Com a adaptação do *Lean* à construção, alguns métodos típicos foram transferidos e adaptados da TPS, como por exemplo, *Just in time*, 5S e *Kanban*, sendo que outros

foram desenvolvidos especificamente para a construção, como o *Last Planner System* que foi desenvolvido para coordenar as diferentes atividades no local (Dallasega et al., 2018).

Os grandes avanços tecnológicos também pressionaram e possibilitaram que a indústria da construção, considerada a indústria mais resistente à mudança, utilizasse novos métodos que permitissem a sua sobrevivência. (Concha et al., 2015). Portanto, pensando em melhorias em relação a atrasos, desperdícios e até mesmo a logística de uma obra, muitos gestores, no mundo todo, estão aplicando as ferramentas do *Lean Construction*.

#### 2.4.5.1. Cinco S (5S)

De acordo com Grenho (2009) o 5S envolve desde a eliminação do que não é essencial (Seiri) até a manutenção de padrões rigorosos de limpeza e organização (Seiso, Seiketsu e Shitsuke). Ao adotar o 5S, as empresas podem reduzir desperdícios, melhorar a qualidade, aumentar a eficiência e promover uma cultura de melhoria contínua entre os colaboradores.

- **Seiri (Senso de utilização):** Por exemplo, no estaleiro de obras, é importante fazer uma triagem dos materiais e ferramentas utilizadas diariamente dos que não são mais úteis. Materiais e ferramentas obsoletas ou desnecessárias podem ser armazenados em um local específico para descarte ou doação, enquanto as ferramentas e materiais necessários devem estar próximos dos locais de trabalho para maior eficiência;

- **Selton (Senso da organização):** Por exemplo, materiais de construção pesados, como blocos de concreto, podem ser empilhados em áreas específicas e marcados com sinais de advertência para alertar os trabalhadores sobre os riscos de segurança. Ferramentas e equipamentos podem ser organizados em armários ou prateleiras para que estejam sempre à mão;

- **Seiso (Senso da limpeza):** Por exemplo, para manter o ambiente de trabalho limpo e organizado, é importante que os trabalhadores recolham diariamente o lixo e os detritos produzidos durante o processo de construção. Além disso, o estaleiro de obras deve ser varrido e lavado regularmente para evitar o acúmulo de poeira e sujeira;

- **Seiketsu (Senso de Padronização):** Por exemplo, é importante definir procedimentos padronizados para a execução de cada tarefa no estaleiro de obras, como por exemplo, a montagem de uma forma para concreto. Além disso, é importante manter um registro detalhado do trabalho realizado, incluindo informações sobre os materiais e as ferramentas utilizadas, para facilitar a identificação de problemas e a melhoria contínua;

• **Shitsuke (Senso de autodisciplina):** Por exemplo, incentivar a equipe a aplicar os princípios 5S no seu dia a dia, criando um ambiente de trabalho mais seguro e organizado, que aumenta a produtividade e a satisfação dos trabalhadores.

De acordo com a pesquisa de Gonçalves (2019), com a aplicação da metodologia 5S é possível perceber uma melhoria considerável no ambiente de trabalho. A autora realizou um estudo de caso com a implementação do programa 5S em um estaleiro de obra com a finalidade de avaliar os impactos que o programa pode implementar dentro do setor da construção civil, e foi possível evidenciar as mudanças alcançadas durante a aplicação do programa, sendo concluído que é possível ter uma visualização mais clara do estaleiro quando comparado o antes e depois da aplicação do programa. A **Figura 13**, é possível observar um exemplo da aplicação da filosofia 5S no estudo realizado pela autora.



**Figura 13:** Aço separado e identificado.  
Gonçalves, 2019.

#### 2.4.5.2. Gestão Visual

Por norma, são aplicadas placas de forma visível que possuem a informação relevante para a boa performance das atividades críticas. É possível destacar exemplos práticos aplicados a estaleiro de obras:

1. No estaleiro de obras, o quadro pode ser utilizado para mostrar informações como o cronograma de execução, o número de trabalhadores no local, a quantidade de material disponível e outras informações importantes para a gestão da obra;

2. A identificação visual é uma forma eficiente de localizar materiais e ferramentas com facilidade. No estaleiro de obras, isso significa pintar ou utilizar etiquetas coloridas para identificar os materiais e ferramentas, facilitando a identificação e reduzindo o tempo de busca;
3. Os indicadores de desempenho permitem medir o desempenho da equipe e da obra. No estaleiro de obras, isso significa utilizar gráficos e tabelas para mostrar o progresso da obra em relação ao cronograma e identificar possíveis obstáculos;
4. A sinalização de segurança é uma forma de alertar os trabalhadores sobre os riscos e perigos no estaleiro de obras. No estaleiro de obras, isso significa utilizar placas, sinalização de solo e faixas para identificar áreas de risco, equipamentos perigosos, entre outros.

Baseado na pesquisa de Lobo (2019), a aplicação das práticas de Gestão Visual possibilitou a compreensão do esforço “não visual” existente por trás do processo, que por vezes desmotiva a utilização dos dispositivos e torna-os obsoletos nos ambientes de trabalho. O trabalho da autora evidencia a importância da prática da Gestão Visual em estaleiro de obra.

A **Figura 14** mostra na prática o uso de recursos visuais afim de melhorar a comunicação.



**Figura 14:** Exemplo de aplicação da gestão visual.  
Lobo, 2019.

### 2.4.5.3. Last Planner System

Segundo Grenho (2009), o Last Planner System (LPS) é uma metodologia de gestão e planejamento aplicada principalmente na indústria da construção. Ele se baseia numa abordagem colaborativa e focada na execução de tarefas, em que a responsabilidade pelo planejamento e execução é compartilhada entre as equipes envolvidas em um projeto.

Na Tabela 4 é possível identificar alguns exemplos de como o *Last Planner System* pode ser aplicado em um estaleiro de obras:

**Tabela 4:** Resumo de exemplos do Last Planner System aplicado em estaleiro de obra.

Planejamento colaborativo	O LPS envolve o planejamento colaborativo entre as equipes de trabalho, desde a concepção do projeto até a sua execução. Por exemplo: pode ser aplicado para planejar e definir as tarefas necessárias para a conclusão do projeto, com a participação de todos os envolvidos no processo, incluindo engenheiros, arquitetos, empreiteiros e subcontratados.
Programação confiável	A programação é uma etapa fundamental do LPS, uma vez que permite a visualização do cronograma das atividades e a identificação de possíveis problemas. Por exemplo: programação confiável pode ser obtida por meio da identificação de tarefas específicas e prazos para sua conclusão, o que permite um planejamento mais preciso e a redução de atrasos e interrupções.
Controle visual	O controle visual é uma técnica importante do LPS, que permite aos membros da equipe monitorar o progresso do projeto de forma clara e objetiva. Por exemplo: o controle visual pode ser obtido por meio da utilização de quadros de planejamento, cartões <i>Kanban</i> e outras ferramentas visuais, que permitem a visualização instantânea do progresso das tarefas e identificação de possíveis problemas.
Envolvimento da equipe	O LPS enfatiza a importância do envolvimento da equipe de trabalho na execução do projeto, permitindo que todos os envolvidos tenham uma compreensão clara dos objetivos e metas do projeto. Por exemplo: o envolvimento da equipe pode ser obtido por meio da definição clara das tarefas, a atribuição de responsabilidades específicas e o estabelecimento de metas e objetivos comuns.
Melhoria contínua	O LPS enfatiza a importância da melhoria contínua no processo de construção, permitindo a identificação de problemas e a busca constante por soluções mais eficientes e eficazes. Por exemplo: a melhoria contínua pode ser obtida por meio da realização de reuniões regulares entre as equipes de trabalho, a avaliação periódica dos resultados obtidos e a implementação de ações corretivas para melhorar o desempenho do projeto.

Adaptado de Mastroianni & Abdelhamid, 2014.

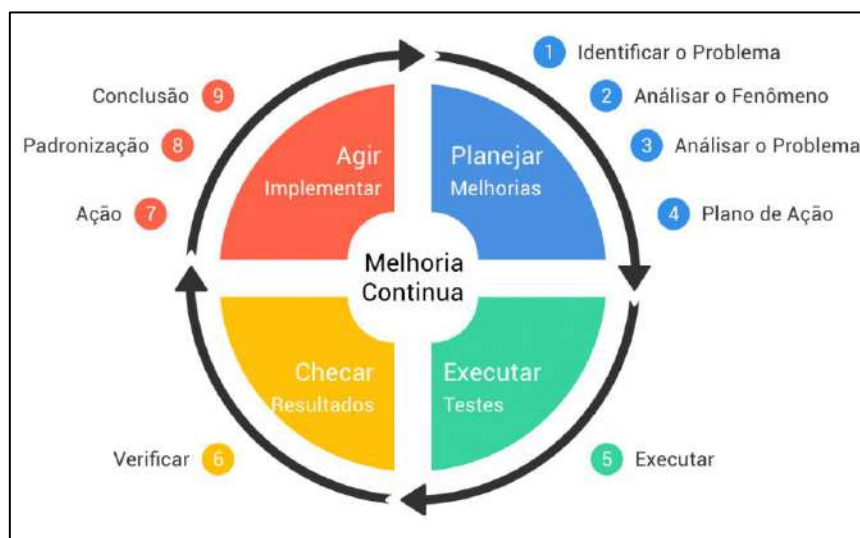
Segundo Grenho (2009), o *Last Planner*, tem sido bem sucedido na larga maioria das situações onde foi aplicado. Este tem o potencial comprovado de aumentar a produtividade e reduzir a variabilidade em estaleiro de construção. Esta ferramenta

demonstra resultados claros de sucesso, sobretudo de melhoria do fluxo de trabalho na construção.

#### 2.4.5.4. Kaizen

É possível destacar alguns exemplos práticos da filosofia: o *Kaizen* pode ajudar a identificar processos que geram desperdícios em um estaleiro de obras, como falta de organização de ferramentas, uso excessivo de materiais ou atrasos causados por planejamento insuficiente.

Uma vez identificados os problemas, ações podem ser tomadas para eliminá-los, como usar gráficos de controle de materiais, adotar um sistema de gerenciamento visual ou criar procedimentos de trabalho mais eficientes. Na **Figura 15** foi representado o ciclo de acontecimentos da filosofia *Kaizen*.



**Figura 15:** Esquema visual da filosofia Kaizen.  
Sousa, 2019.

Outro caso prático que é possível citar: Uma equipe bem treinada e qualificada é a base para garantir a qualidade da obra e a eficiência da obra. O Kaizen pode ajudar a identificar as necessidades de treinamento e criar um plano de treinamento para a equipe, incluindo cursos e treinamentos específicos para cada área de atuação.

Sousa (2019) realizou um estudo de caso, no qual uma das propostas do estudo foi o uso de Kaizen diário, evidenciando como resultado um acréscimo de valor ao planejamento, diminuição dos desperdícios resultantes dos problemas tradicionais da construção civil, uma melhor comunicação e aumento da produtividade no estaleiro de obra. A autora realizou um estudo de caso aplicando

Para dar resposta a estes problemas elaboraram-se propostas de melhoria. As propostas dividiram-se em cinco âmbitos distintos: o Kaizen diário

#### *2.4.5.5. Instruções de Trabalho*

A seguir, apresenta-se um exemplo prático que ilustra como o Trabalho Padronizado pode ser implementado em um estaleiro de obras:

1. Antes de implementar o Trabalho Padronizado em um local de construção, é necessário identificar as tarefas que precisarão ser padronizadas. Estas tarefas podem ser aquelas que são repetitivas ou que apresentam um alto risco de erros ou acidentes, tais como a montagem de estruturas de concreto.
2. Observar e analisar o procedimento de execução das tarefas que foram identificadas. Essa atividade pode ser realizada por meio de observação direta ou pela gravação de vídeos ou fotos do processo.
3. A partir da análise e observação do procedimento, é factível estabelecer um padrão de trabalho preciso e objetivo. Esse padrão precisa conter informações detalhadas sobre as etapas da tarefa, os equipamentos e materiais essenciais, as orientações para execução da atividade e as precauções de segurança que devem ser tomadas.

#### *2.4.5.6. Value Stream Mapping*

Abaixo está um exemplo prático de como o *Value Stream Mapping* pode ser aplicado em um estaleiro de obras:

1. Identificação do processo: O primeiro passo para aplicar o VSM em um estaleiro de obras é identificar o processo que será mapeado. Isso pode ser um processo específico, como a instalação de um sistema de ar condicionado, ou o processo geral de construção de um edifício.
2. Mapeamento do processo atual: O próximo passo é mapear o processo atual, identificando todas as etapas e atividades envolvidas, desde o início até a entrega do produto final. Isso pode ser feito por meio de entrevistas com a equipe, observação direta ou análise de documentos.
3. Identificação dos desperdícios: Com o processo mapeado, é possível identificar os desperdícios presentes no processo, como movimentação desnecessária de materiais, retrabalho, espera e excesso de estoque. Esses desperdícios devem ser registrados em um mapa específico.

O trabalho dos autores de Abreu & Fonseca (2018) evidencia que mais que a identificação de desperdícios substanciais, como superprodução, tempos de espera, moção ou defeitos, o mapeamento do fluxo permitiu visualizar as causas ou origens destes desperdícios causados em estaleiro de obra.

#### *2.4.5.7. Processos cíclicos*

Existem diversos exemplos de processos cíclicos comumente encontrados em estaleiros de obras. Alguns exemplos são:

1. Ciclo de planejamento e execução: Nesse processo, ocorre o planejamento detalhado das atividades a serem realizadas em determinado período, levando em consideração os recursos disponíveis, prazos e metas estabelecidas. Após o planejamento, inicia-se a execução das atividades de acordo com o cronograma definido. Ao final do ciclo, é feita uma avaliação dos resultados alcançados e possíveis ajustes são realizados para o próximo ciclo.
2. Ciclo de gestão de materiais: Esse processo envolve o controle e gestão dos materiais utilizados na obra. Inicia-se com o levantamento das necessidades de materiais, seguido pela solicitação de compras e aquisição dos materiais. Posteriormente, ocorre o recebimento, armazenamento e distribuição dos materiais nos locais de trabalho. Ao final do ciclo, é feita uma análise do estoque, ajustes são realizados e um novo ciclo tem início.
3. Ciclo de gestão de qualidade: Nesse processo, são definidos os critérios de qualidade a serem seguidos na obra, bem como os procedimentos e inspeções necessárias para garantir a conformidade com esses critérios. Durante o ciclo, são realizadas inspeções e auditorias de qualidade, identificando possíveis não conformidades e implementando ações corretivas. Ao final do ciclo, ocorre uma avaliação global da qualidade do trabalho realizado e são estabelecidas melhorias para o próximo ciclo.
4. Ciclo de gestão de segurança: Esse processo envolve a implementação de medidas de segurança e prevenção de acidentes no estaleiro. Inicia-se com a identificação de riscos e elaboração de planos de segurança. Durante o ciclo, são realizadas inspeções de segurança, treinamentos e comunicação sobre medidas preventivas. Ao final do ciclo, ocorre uma análise dos resultados e a definição de ações para o próximo ciclo, visando manter um ambiente seguro de trabalho.

Esses são apenas alguns exemplos de processos cíclicos que podem ocorrer em estaleiros de obras. Cada obra pode ter particularidades e processos específicos, mas a

aplicação de ciclos de planejamento, execução, controle e melhoria é uma prática comum para garantir a eficiência e a qualidade dos projetos.

#### 2.4.5.8. *Kanban*

A seguir, apresenta-se um exemplo prático que ilustra como o *Kanban* pode ser implementado em um estaleiro de obras:

5. Gerenciamento de estoque: No estaleiro de obras, é possível utilizar o *Kanban* para gerenciar o estoque de materiais. Para isso, é criado um cartão para cada material ou conjunto de materiais necessários para uma determinada tarefa. Quando o estoque de um material específico estiver baixo, o cartão *Kanban* pode ser movido para uma coluna "reabastecer", indicando que a equipe responsável deve providenciar a encomenda de mais material.
6. Gerenciamento de tarefas: Além disso, o sistema também pode ser empregado para gerenciar as tarefas que devem ser realizadas no estaleiro de obras. Para isso, é criado um cartão *Kanban* para cada tarefa, contendo informações como o nome da tarefa, o prazo para a conclusão, a equipe responsável e o status atual da tarefa, como "em andamento", "concluída" ou "atrasada".
7. Gerenciamento de equipamentos: Outra aplicação do *Kanban* no estaleiro de obras é para gerenciar os equipamentos. Nesse caso, é criado um cartão para cada equipamento, contendo informações como o nome do equipamento, a data de entrega, a data de devolução e a equipe responsável.

Baseado na pesquisa de Queijo, Santos & Dalto (2019), com implantação do sistema *kanban* no estaleiro de obras houve uma melhora gradativa dos resultados dos indicadores obtidos. O *Kanban* é uma ferramenta ágil, pratica, sendo fácil de implementar de forma eficiente e eficaz em estaleiros de obra.

#### 2.4.5.9. *Standard Work*

Abaixo são exemplos práticos de como o *Standard Work* pode ser aplicado em um estaleiro de obras:

1. Padronização da montagem de estruturas: para garantir a segurança dos trabalhadores e a qualidade da estrutura, o processo de montagem das estruturas pode ser padronizado, com instruções claras sobre as etapas a serem seguidas e as ferramentas necessárias.

2. Padronização da limpeza do estaleiro de obras: a limpeza do estaleiro de obras é fundamental para garantir um ambiente seguro e organizado. Para padronizar essa atividade, pode-se estabelecer um procedimento claro com instruções sobre quais áreas devem ser limpas, quais equipamentos devem ser usados e com que frequência a limpeza deve ser realizada.
3. Padronização da instalação de equipamentos: a instalação de equipamentos no estaleiro de obras pode ser perigosa e requer habilidades específicas. Para garantir a segurança dos trabalhadores e a eficiência da instalação, pode-se padronizar o processo de instalação, com instruções claras sobre as etapas a serem seguidas e as precauções de segurança que devem ser tomadas.
8. Padronização da movimentação de materiais: a movimentação de materiais no estaleiro de obras pode ser uma atividade perigosa e demorada. Para tornar esse processo mais eficiente e seguro, pode-se padronizar o processo de movimentação, com instruções claras sobre as etapas a serem seguidas, as ferramentas e equipamentos necessários e as precauções de segurança que devem ser tomadas.

A pesquisa de Simões (2013) traz evidências de que a filosofia *Standard Work* cumpre seu objetivo de propor normalizar procedimentos de trabalho e assim trazer redução do desperdício de tempo nas atividades em estaleiro de obra.

#### 2.4.5.10. Overall Equipment Effectiveness

Segundo *TheLeanthinker* (2014), Overall Equipment Effectiveness (OEE) é uma métrica de desempenho amplamente utilizada na indústria para medir a eficiência e a produtividade de máquinas e equipamentos. O OEE é calculado com base em três fatores principais: disponibilidade, desempenho e qualidade. Ele fornece uma visão geral de como um equipamento está funcionando e ajuda a identificar áreas de melhoria na produção. Em resumo, o OEE quantifica a eficácia global de um equipamento, expressa como uma porcentagem, onde 100% representariam o máximo de eficiência possível.

O *Overall Equipment Effectiveness* pode ser utilizado por exemplo para medir a eficiência de equipamentos como retroescavadeiras, betoneiras, guindastes e empilhadeiras, podendo-se acompanhar indicadores como tempo de funcionamento, o tempo de parada programada e o tempo de parada não programada. Com base nesses dados, pode-se calcular o OEE da máquina e identificar oportunidades de melhorias,

como reduzir o tempo de parada não programada por meio de manutenções preventivas e otimizar o processo de produção.

#### 2.4.5.11. Resumo das ferramentas Lean

Após descrever de maneira sintetizada algumas das ferramentas do *Lean*, a Tabela 5 reúne exemplos práticos das ferramentas *Lean* aplicadas em estaleiro de obra.

**Tabela 5:** Resumo de exemplos práticos das ferramentas *Lean* em estaleiro de obra.

<b>Ferramenta <i>Lean</i> <i>Construction</i></b>	<b>Exemplo prático</b>
<b>Cinco S (5S)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiais de construção pesados, como blocos de concreto, podem ser empilhados em áreas específicas e marcados com sinais de advertência para alertar os trabalhadores sobre os riscos de segurança.</li> <li>- Ferramentas e equipamentos podem ser organizados em armários ou prateleiras para que estejam disponíveis para o trabalho sem perda de tempo na sua procura disponíveis para trabalho sem perda de tempo na sua procura.</li> </ul>
<b>Gestão Visual</b>	Um quadro pode ser utilizado para mostrar informações como o cronograma de execução, o número de trabalhadores no local, a quantidade de material disponível e outras informações importantes para a gestão da obra.
<b>Last Planner System</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enfatizar a importância do envolvimento da equipe de trabalho na execução do projeto, permitindo que todos os envolvidos tenham uma compreensão clara dos objetivos e metas do projeto.</li> <li>- No estaleiro de obras, o envolvimento da equipe pode ser obtido por meio da definição clara das tarefas, a atribuição de responsabilidades específicas e o estabelecimento de metas e objetivos comuns.</li> </ul>
<b>Kaizen</b>	- Identificar processos que geram desperdícios em um estaleiro de obras, como falta de organização de ferramentas, uso excessivo de materiais ou atrasos causados por planejamento insuficiente.
<b>Instruções de Trabalho</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observar e analisar o procedimento de execução das tarefas que foram identificadas.</li> <li>- Essa atividade pode ser realizada por meio de observação direta ou pela gravação de vídeos ou fotos do processo.</li> </ul>
<b>Value Stream Mapping</b>	- Identificar os desperdícios presentes no processo, como movimentação desnecessária de materiais, retrabalho, espera e excesso de estoque. Esses desperdícios devem ser registrados em um mapa específico.
<b>Processos cíclicos</b>	- Ciclo de gestão de materiais: Esse processo envolve o controle e gestão dos materiais utilizados na obra. Inicia-se com o levantamento das necessidades de materiais, seguido pela solicitação de compras e aquisição dos materiais. Posteriormente, ocorre o recebimento, armazenamento e distribuição dos materiais nos locais de trabalho. Ao final do ciclo, é feita uma análise do estoque, ajustes são realizados e um novo ciclo tem início.
<b>Kanban</b>	- Gerenciar os equipamentos: criar um cartão para cada equipamento, contendo informações como o nome do equipamento, a data de entrega, a data de devolução e a equipe responsável.
<b>Standard Work</b>	- Padronização da montagem de estruturas: para garantir a segurança dos trabalhadores e a qualidade da estrutura, o processo de montagem das estruturas pode ser padronizado, com instruções claras sobre as etapas a serem seguidas e as ferramentas necessárias.

<b><i>Overall Equipment Effectiveness</i></b>	- Empilhadeira: para medir a eficiência da empilhadeira, pode-se acompanhar indicadores como o tempo de movimentação, o tempo de espera e o tempo de parada não programada. Com base nesses dados, pode-se calcular o OEE da máquina e identificar oportunidades de melhorias, como reduzir o tempo de espera por meio de otimização do layout do estaleiro de obras e reduzir o tempo de parada não programada por meio de manutenções preventivas.
---	--

Autoria própria, 2023.

A revisão bibliográfica das ferramentas *Lean* nos fornece uma base sólida de conhecimento sobre seus princípios e ferramentas, e como as mesmas são utilizadas para melhorar a eficiência operacional e a qualidade em diversas áreas. Com base no conhecimento adquirido, foi elaborado uma estrutura metodológica para a aplicação das ferramentas *Lean* em estaleiros de obra. Em essência, a revisão bibliográfica serviu como um reforço para a construção de uma metodologia de pesquisa e orientada para a ação, que permite investigar quais ferramentas são melhor aplicadas no cenário da construção, como é feito essa aplicação e seus benefícios.

### 3. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

#### 3.1 Contextualização metodológica da pesquisa

De acordo com Moresi (2003), a investigação científica é conduzida quando se pretende encontrar respostas para um problema que ainda não dispõe de informações suficientes para ser resolvido. A realização de uma investigação implica a aplicação de um conjunto de procedimentos técnicos e racionais que cumpram os critérios científicos de coerência, consistência, originalidade e objetividade.

Segundo os autores Marconi e Lakatos (2021), os procedimentos formais escolhidos para a realização da investigação devem estar adequados ao problema, às suas hipóteses e à população estudada, de modo a favorecer a descoberta da realidade ou de verdades parciais.

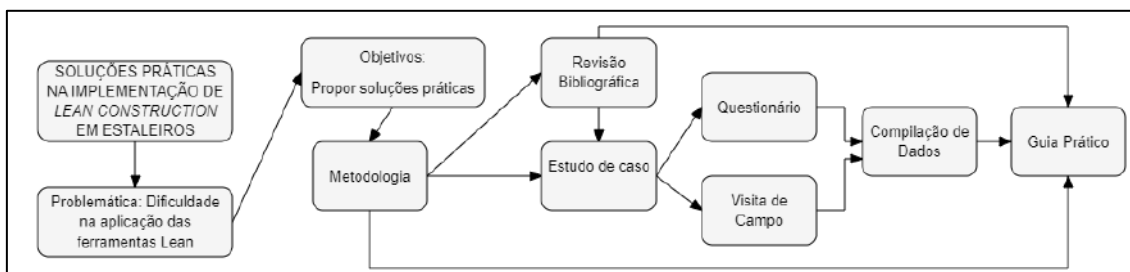
De acordo com Silva e Menezes (2005), na metodologia, descrevem-se os instrumentos e procedimentos que serão utilizados para atingir os objetivos da investigação. Nesta fase, são definidos o tipo de investigação, a população analisada, a amostragem, os instrumentos para a recolha de informações e a forma de análise dos dados obtidos.

Este trabalho foi realizado em 3 etapas:

A primeira etapa baseia-se numa ampla pesquisa bibliográfica acerca da filosofia *Lean Construction*, com o objetivo de compreender os princípios desta filosofia e também as ferramentas utilizadas para os colocar em prática, esta pesquisa foi realizada com base em dados dispostos em banco de pesquisa brasileira, portuguesa e ainda internacionais.

A segunda etapa consiste em um estudo de caso. Segundo Yin (2011), um estudo de caso tem a finalidade de aprofundar a compreensão de um tema, aplicando na prática as ideias estudadas numa revisão bibliográfica. O estudo de caso apresentado neste trabalho foi realizado em uma empresa de construção sediada em Portugal, onde primeiramente foi realizado um questionário para avaliar o grau de conhecimento dos funcionários da empresa sobre a filosofia e ferramentas *Lean*, se a empresa aplica seus princípios e ferramentas, entender as dificuldades para a implementação, e avaliar se os funcionários teriam interesse em conhecer mais sobre a filosofia e as ferramentas *Lean*, e em seguida foi realizada uma visita técnica ao estaleiro de uma obra da empresa, que possibilitou a análise visual, onde foi observado e feito registros fotográficos de como as ferramentas *Lean* estava sendo empregada e possíveis pontos de melhoria.

A terceira etapa consiste no desenvolvimento de um guia prático que auxilia na aplicação dos pressupostos da *Lean Construction* em estaleiros de obra, trazendo soluções práticas para problemas frequentes afim de otimizar os processos, a gestão de recursos e que traz benefícios seguindo os pressupostos definidos nos pilares da sustentabilidade. Na **Figura 16** temos a representação esquemática da metodologia de pesquisa.



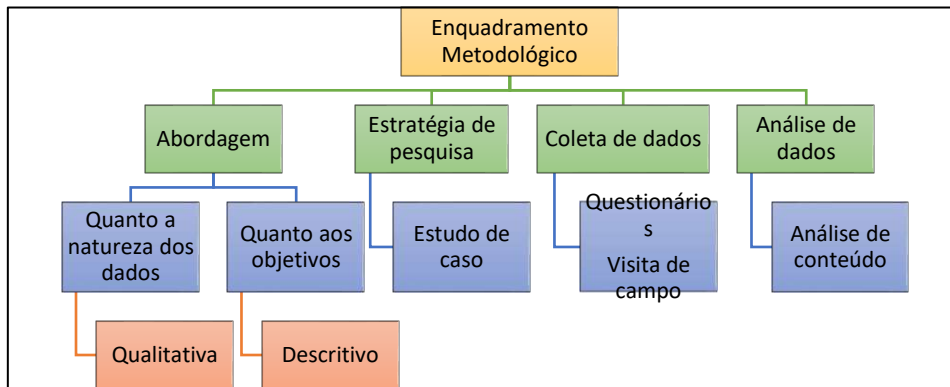
**Figura 16:** Metodologia de pesquisa esquemático.  
Autoria própria, 2023.

A correta interpretação e condução das abordagens e estratégias de pesquisa científica fornecem aos pesquisadores coerência e validade de seus apontamentos científicos. Para responder às questões de pesquisa é preciso entender o tipo de pesquisa quanto à natureza dos dados e objetivos. É necessário ainda escolher uma estratégia, os meios de coleta e análise de dados adequados às fontes de evidência que a pesquisa dispõe e a natureza de seus objetivos propostos.

O presente trabalho pode ser classificado como tendo uma abordagem qualitativa. De acordo com Prodanov & Freitas (2013) a abordagem qualitativa tem o ambiente como fonte direta dos dados, sendo os dados coletados de forma descritiva, retratando o maior número possível de elementos existente no ambiente estudado, não havendo necessidade de dados numéricos. Segundo Creswell & Creswell (2021), o estudo qualitativo é caracterizado pelo método de investigação, coleta de dados e interpretação de dados, havendo 5 abordagens de investigação: narrativa, fenomenologia, etnografia, estudo de caso e teoria fundamental.

A pesquisa de investigação do presente estudo foi destinada à um estudo de caso. É dada essa classificação, uma vez que o estudo utilizou de dados de natureza qualitativa, compreendendo informações textuais e ilustrativas, coletadas por meio de questionário e capturas fotográficas.

Na **Figura 17** podemos observar em resumo o enquadramento da metodologia de pesquisa aplicada ao presente trabalho.



**Figura 17:** Enquadramento metodológico da pesquisa.  
 Autoria própria, 2023.

### 3.2. Estudo de caso

O estudo de caso vem sendo uma metodologia utilizada com frequência pelos pesquisadores, visto servir a pesquisas com diferentes propósitos, tais como:

- A. Explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
- B. Descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação; e
- C. Explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Para o estudo de caso foram utilizadas duas técnicas de investigação: questionário e visita de campo. A empresa objeto de aplicação do estudo é a Teixeira, Pinto & Soares as, com sede em Amarante, Portugal. Contudo, a mesma possui presença em diversas obras localizadas em diferentes regiões do país. A empresa está consolidada com mais de 25 anos no mercado e possui sua sede em Amarante, faturando no último ano 100 milhões de euros. Contudo, grande porcentagem das obras atuais encontra-se situadas em Lisboa.

A empresa tem cerca de 170 colaboradores, contando com 35 técnicos engenheiros. A empresa apresenta notório desenvolvimento nos últimos anos e tem como um dos objetivos a expansão de novas obras para o Sul do país. A visita de campo aconteceu numa das obras que está nas etapas iniciais, na região do Algarve.

#### 3.2.1. Questionário

Lakatos e Marconi (2003) afirmam que o questionário é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador. Em geral, o pesquisador

envia o questionário ao informante, pelo correio ou por um portador; depois de preenchido, o pesquisado devolve-o do mesmo modo. Junto com o questionário deve-se enviar uma nota ou carta explicando a natureza da pesquisa, sua importância e a necessidade de obter respostas, tentando despertar o interesse do recebedor, no sentido de que ele preencha e devolva o questionário dentro de um prazo razoável.

Em média, os questionários expedidos pelo pesquisador alcançam 25% de devolução.

Selltiz *et al* (1975) aponta alguns fatores que exercem influência no retorno dos questionários: "O patrocinador, a forma atraente, a extensão, o tipo de carta que o acompanha, solicitando colaboração; as facilidades para seu preenchimento e sua devolução pelo correio; motivos apresentados para a resposta e tipo de classe de pessoas a quem é enviado o questionário."

A realização do questionário é fundamental para os objetivos a que se propõe este estudo, sendo um instrumento utilizado com o intuito de averiguar o grau de conhecimento e implementação da filosofia *Lean Construction* pelos funcionários nos estaleiros de construção, comprovando para compreensão de quais ferramentas são usadas, bem como estão implementadas, entre outras questões que ajudam a perceber a aplicação do *Lean Construction* na empresa.

O questionário é constituído por perguntas de nível técnico no qual é possível analisar o grau de conhecimento a quem o responde. A configuração do questionário se baseia em: identificação da pessoa/setor de trabalho, questões relativas aos conhecimentos da *Lean Construction* e as ferramentas utilizadas por esta filosofia.

O questionário foi elaborado através da ferramenta *Google Docs* e enviado por meio de correio eletrônico para diferentes funcionários da empresa em estudo, sendo obtidas 40 respostas.

### 3.2.1.1. Desenvolvimento do Questionário

No estudo em questão o Questionário foi idealizado com o propósito de realizar uma análise do conhecimento sobre a filosofia *Lean Construction*, bem como a sua aplicação em obras.

De acordo com Chagas (2000), a escolha do formato das respostas mais adequado deve levar em conta as vantagens e desvantagens de cada tipo para o objetivo da pesquisa. As questões podem ser:

- Abertas – onde os respondentes ficam livres para responderem com suas próprias palavras, sem se limitarem a escolha entre um rol de alternativas.
- Múltipla escolha - onde os respondentes optarão por uma das alternativas, ou por determinado número permitido de opções.
- Dicotômicas - São as que apresentam apenas duas opções de respostas, de caráter bipolar, do tipo: sim/não; concordo/não concordo; gosto/não gosto. Por vezes, uma terceira alternativa é oferecida, indicando desconhecimento ou falta de opinião sobre o assunto.

Segundo Chagas (2000), quando se aplica um questionário fechado (múltipla escolha ou dicotômico) pretende-se medir aspectos como atitudes ou opiniões do público-alvo, e isso geralmente é possível com a utilização de escalas.

Segundo Marcos *et al* (2016), a escala Likert é uma escala psicométrica das mais conhecidas e utilizadas em pesquisas quantitativas, já que pretende registrar o nível de concordância ou discordância com uma declaração dada, podendo ser utilizada como metodologia nas pesquisas.

De acordo com Chagas (2000), o autor diz que, a escala de Likert apresenta uma série de cinco proposições, das quais o respondente deve selecionar uma, podendo estas ser: concorda totalmente, concorda, sem opinião, discorda, discorda totalmente. É efetuada uma cotação das respostas que varia de modo consecutivo: +2, +1, 0, -1, -2 ou utilizando pontuações de 1 a 5. É necessária atenção quando a proposição é negativa. Nestes casos a pontuação atribuída deverá ser invertida.

A Tabela 6 descreve segundo Mattar (1994), as principais vantagens e desvantagens de cada formato das respostas.

**Tabela 6:** Vantagens x Desvantagens para cada tipo de questão

<b>Tipo de Questões</b>	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Abertas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimulam a cooperação;</li> <li>• Permitem avaliar melhor as atitudes para análise das questões estruturadas;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dão margem à parcialidade do entrevistador na compilação das respostas, já que não há um padrão claro de respostas possíveis. Assim, é difícil a codificação das respostas e sua conseqüente compilação;</li> <li>• Há grande dificuldade para codificação e possibilidade de interpretação subjetiva de cada decodificador;</li> </ul>
Múltipla Escolha	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilidade de aplicação, processo e análise;</li> <li>• Facilidade e rapidez no ato de responder;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exigem muito cuidado e tempo de preparação para garantir que todas as opções de respostas sejam oferecidas;</li> <li>• Se alguma alternativa importante não foi previamente incluída, fortes vieses podem ocorrer, mesmo quando esteja sendo oferecida a alternativa "Outros. Quais?";</li> </ul>
Dicotômicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapidez e facilidade de aplicação, processo e análise;</li> <li>• Facilidade e rapidez no ato de responder;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polarização de respostas e/ou possibilidade de forçar respostas em relação a um leque de opiniões;</li> <li>• Podem levar a erros de medição, se o tema foi tratado de forma dicotômica, quando na verdade apresenta várias alternativas;</li> </ul>

Mattar, 1994

Para o estudo, elaborou-se um questionário com perguntas dos três tipos mencionados, representado no Anexo B. A realização de um questionário permite que um conjunto de diferentes pessoas, a nível técnico de obra (Diretores de Obra, Produção, Adjuntos, Técnico em Segurança do Trabalho), respondam a um conjunto de questões organizadas previamente (De Vaus, 2002).

O questionário foi aplicado aos inquiridos através da ferramenta do *Google Docs*.

### 3.2.1.2. Questões do Questionário

Com o intuito de fornecer um entendimento abrangente sobre cada uma delas, cada objetivo será devidamente explicado, oferecendo um roteiro claro do que foi abordado. Aliás, para uma análise mais aprofundada e acesso facilitado, todas as questões estarão disponíveis no Anexo B.

As questões 1 a 3 foi realizada para conhecer o perfil do funcionário, respectivamente, seu departamento, área e tempo de atuação na empresa.

A questão 4 avalia se o funcionário conhece a filosofia Lean e suas ferramentas, em caso de resposta negativa, passará automaticamente para a pergunta questão 16. Portanto, as questões 5 a 15 foram aplicadas para os funcionários que conhecem a filosofia e ferramentas Lean.

A 5 a 12 foram pensadas para avaliar o seu grau de conhecimento dos funcionários, e entender se a empresa aplica as mesmas, além de avaliar, pela opinião dos funcionários, quais as dificuldades de implementação e quais os impactos esperados com a aplicação das ferramentas.

Para entender quais as ferramentas *Lean* os funcionários de fato conhecem, foi realizada a questão 5, com uma lista de 10 ferramentas mais usuais da *Lean Construction*. Já a questão 6, questiona se a empresa aplica os princípios e ferramentas Lean, e a questão 7 nos permite perceber se o inquirido consegue identificar quais das ferramentas *Lean* mais usuais são aplicadas na empresa.

Na sequência, foram realizadas duas questões subjetivas, com o objetivo de dar liberdade ao inquirido de descrever quais e como as ferramentas são aplicadas na empresa (subquestão 7.1) e se conhece outros exemplos de ferramentas Lean que podem ser aplicados no estaleiro de obra (subquestão 7.2). Desta forma, o inquirido tem liberdade de descrever sobre o assunto, não se limitando apenas as ferramentas listadas.

A questão 8, tem como finalidade perceber quais os fatores que os funcionários consideram base da decisão na aplicação dos princípios e ferramentas *Lean*, assumindo que, 1 nada importante e 5 muito importante. Este método de resposta foi utilizado nas questões 8, 10, 11, 12 e 14.

A questão 9 foi escolhida para ter uma resposta subjetiva, para que os funcionários descrevam sua opinião se acredita ou não que os custos são uma barreira para a aplicação da *Lean Construction*. As questões 10 e 11 são importantes para entender os principais impactos que as ferramentas *Lean* causam nas pessoas e nos

processos. E a questão 12 para compreender quais os inquiridos consideram as principais dificuldades para implementação da filosofia.

A pergunta 13 avaliou se o funcionário conheceu a empresa antes ou depois da adoção das práticas *Lean* implementadas.

A questão 14 foi realizada para que os inquiridos classifiquem o grau de importância dos principais campos de benefícios do *Lean*.

A questão 15 foi novamente uma questão aberta para que os funcionários opinem qual eles consideram ser o futuro do *Lean Construction*.

A questão 16 é questionado se o funcionário considera importante a publicação interna na empresa de um guia com as práticas do *Lean* em estaleiros, questão que nos permitiu avaliar a aceitação do material que este trabalha se propôs a elaborar.

E última questão, número 17, é questionado se o funcionário teria a disponibilidade em contribuir mais com a pesquisa, através de uma entrevista online. A partir das respostas dessa questão, foi selecionado um dos funcionários que deram resposta positiva, e invés de entrevista online, sua obra foi selecionada para uma visita de campo.

### 3.2.1.3. Aplicação do questionário

O uso de questionários é uma estratégia útil para coletar informações e opiniões de um grupo específico de pessoas. No contexto de uma obra, é comum aplicá-los para o corpo técnico, que é formado por profissionais como diretor de obra, diretor de produção e adjuntos.

Como mencionado anteriormente, a empresa estudada é composta por aproximadamente de 170 colaboradores, porém foram selecionados 50 funcionários que trabalham diretamente com os estaleiros de obras. O questionário foi aplicado para esse grupo de 50 pessoas (amostra), entretanto, obteve-se resposta de colaboradores.

Além de questões objetivas, a aplicação do questionário também proporcionou uma oportunidade para ouvir as opiniões e sugestões dos profissionais envolvidos na obra, através de questões subjetivas.

### 3.2.2 Visita de campo

A técnica de visita de campo em um estaleiro de obras consistiu em visitar um local de obra onde a construção está sendo realizada, para inspecionar aspectos

técnicos e observar o andamento do projeto. Esta visita surge com intuito de complementar a informação obtida a partir dos resultados de aplicação do questionário.

A visita de campo foi realizada em 03 de março de 2023 a um dos estaleiros de obra da empresa TPS em Vilamoura – Algarve, com o propósito de melhorar e perceber a filosofia *Lean* utilizada nesse estaleiro de obras. Neste local foi realizada uma análise visual e feito registos fotográficos que contribuíram para entender como as ferramentas *Lean* estavam sendo aplicadas e pontos de melhoria que podem ser explorados com o uso de mais princípios e ferramentas *Lean*.

Durante a visita de campo, foi possível observar a área da obra e escritório da equipe de gestão de obra, sendo possível observar condições de trabalho, desde organização a segurança dos funcionários, identificando onde havia aplicação de ferramentas *Lean* e onde não haviam, mas poderiam ser aplicadas.

### 3.3. Técnicas de Coleta e Análise de Dados para Implementação *Lean* na Construção

Para reunir os resultados de um questionário sobre *Lean Construction* e uma visita de campo em um estaleiro de obras, é necessário realizar uma análise integrada dos dados coletados em ambas as atividades.

Primeiramente, é importante compilar e organizar as informações coletadas no questionário, identificando os pontos mais relevantes para o projeto em questão. Em seguida, a visita de campo pode ser realizada para validar as informações coletadas no questionário e também para identificar novos aspectos que não foram abordados nas perguntas do questionário.

Durante a visita de campo, os aspectos técnicos e práticos do estaleiro de obra podem ser observados e registrados, como a organização do local, a qualidade dos materiais utilizados, a produtividade dos trabalhadores e o nível de desperdício de recursos.

Com base nos dados coletados no questionário e na visita de campo, é possível realizar uma análise integrada, identificando os pontos fortes e fracos da gestão do projeto, bem como as oportunidades de melhoria. Essa análise pode ser utilizada para melhorar um plano de ação com o objetivo de implementar os princípios *Lean* na gestão do projeto, visando melhorar a eficiência e reduzir os custos.

Em resumo, a combinação dos dados coletados por meio de um questionário e uma visita de campo pode fornecer informações valiosas para a gestão de um

projeto de *Lean Construction*. A análise integrada desses dados pode ajudar a identificar oportunidades de melhoria.

## 4. ANÁLISE DE DADOS E RESULTADOS

### 4.1. Generalidades sobre a aplicação do estudo de caso

O questionário tem como objetivo qualificar o grau de conhecimento dos trabalhadores de uma empresa de construção sediada em Portugal sobre as ferramentas *Lean*. A partir das repostas é possível analisar o nível de informação sobre o conhecimento da filosofia *Lean Construction*, e seus benefícios, bem como a possível facilidade da sua implementação prática nos processos da empresa.

O inquérito foi elaborado para que os inquiridos levassem em média 20 minutos para responder todas as questões. Foi selecionado uma amostra de 50 funcionários, divididos entre Diretores de produção, Diretores de obra, Adjuntos de direção de obra, Técnicos de segurança do trabalho, Técnicos de qualidade e Orçamentistas da empresa Teixeira Pinto & Soares. Foram obtidas apenas 40 respostas representando um percentual de retorno de 80% . O tempo que decorreu entre o envio dos inquéritos e o seu recebimento foi de 20 dias.

A visita técnica à obra foi uma experiência esclarecedora, onde a obra em questão foi cuidadosamente selecionada para realização da análise e registro fotográfico, afim de compreender onde as ferramentas *Lean* estavam sendo aplicadas e, identificar áreas onde essas práticas poderiam ser implementadas de maneira a trazer melhorias para o estaleiro.

Os resultados obtidos por meio do questionário é complementado com a visita de campo. Em conjunto, essas metodologias de coleta de dados oferecem uma percepções detalhadas acerca dos princípios e ferramentas *Lean* na empresa.

### 4.2. Questionário

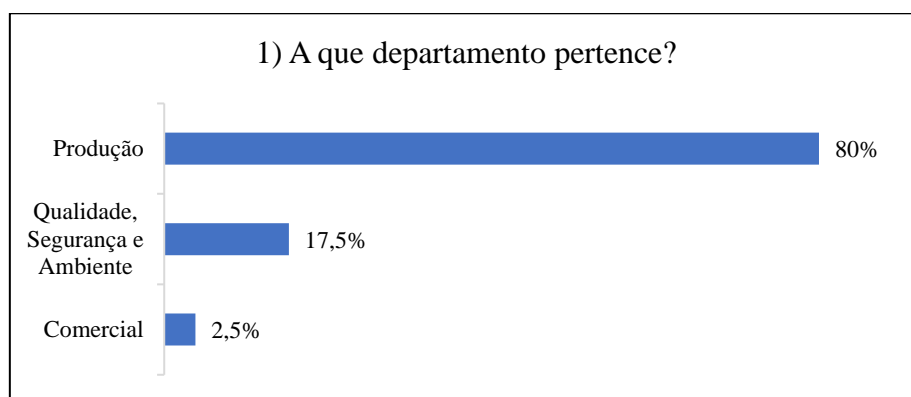
No subcapítulo subsequente, será dedicado uma seção específica à análise pormenorizada de cada uma questão do questionário e a sua resposta.

#### 4.2.1 Resultados obtidos com o questionário

##### 4.2.1.1. Conteúdo e resultados com a Questão 1

A **Figura 18** mostra a percentagem referente a resposta da questão 1, onde se pergunta sobre o setor em que o funcionário trabalha. Relacionado ao setor/departamento onde os entrevistados desempenham suas atividades profissionais, obtendo-se a seguinte distribuição: 80% (32 pessoas) estão envolvidos

na produção, 17,5% (7 pessoas) no setor de qualidade, segurança e ambiente, e 2,50% (1 pessoa) no setor comercial.

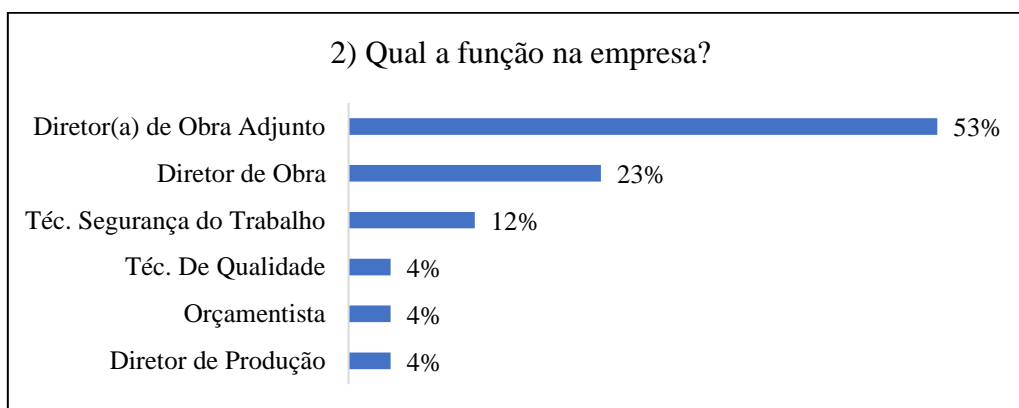


**Figura 18:** Setorialização dos inquiridos.  
Autoria própria, 2023.

É possível identificar que grande parte dos inquiridos trabalham diretamente com a obra, observando que a grande porcentagem dos funcionários que responderam ao questionário faz parte da equipe de produção do estaleiro.

#### 4.2.1.2. Conteúdo e resultados com a Questão 2

Já a **Figura 19** nos mostra a porcentagem das respostas da questão 2, referente a que função o inquirido exerce. Em relação às funções na empresa, observa-se que aproximadamente 54% (19 pessoas) ocupam cargos de diretores adjuntos de obra, 23% (9 pessoas) são diretores de obra, 12% (6 pessoas) são técnicos de segurança, e há uma porcentagem igual de 4% (2 pessoas para cada) para técnicos de qualidade, orçamentistas e diretores de produção.

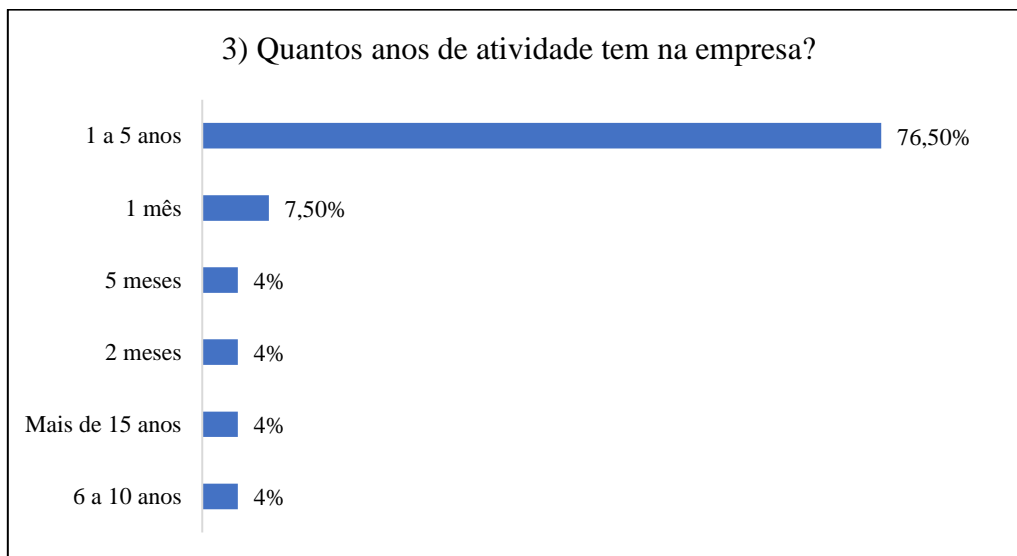


**Figura 19:** Funções exercidas pelos inquiridos.  
Autoria própria, 2023.

É notório que a maior parte dos funcionários que responderam o questionário estão diretamente relacionados a funções de direção de obra.

#### 4.2.1.3. Conteúdo e resultados com a Questão 3

As porcentagens das respostas referentes a questão três são apresentadas na **Figura 20**, a questão é para entender o tempo de trabalho prestado a empresa, sendo que a maioria dos colaboradores entrevistados, 76,5% (29 pessoas) tem uma experiência de 1 a 5 anos na empresa. É observado que 4% (2 pessoas) trabalham entre 6 e 10 anos na empresa, enquanto a mesma porcentagem tem mais de 15 anos de serviço na empresa. No entanto, cerca de 16% dos colaboradores estão atuando na empresa há menos de 1 ano.

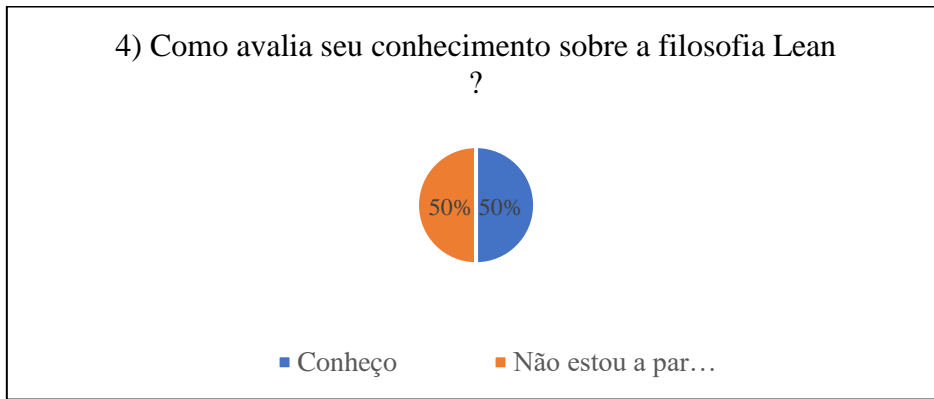


**Figura 20:** Tempo em atividade na empresa.  
Autoria própria, 2023.

É notório que mais de 75% que respondeu ao inquérito possui entre 1 a 5 anos dentro da empresa. Esse resultado representa um período de tempo relativamente considerável para que o funcionário possa perceber o quanto a empresa aplica alguma das ferramentas *Lean*. Sendo, entretanto, a próxima questão realizada para entender, quantos desses funcionários conhece a filosofia *Lean*.

#### 4.2.1.4. Conteúdo e resultados com a Questão 4

Pode-se observar na **Figura 21**, a questão 4, a qual avalia o conhecimento dos funcionários da filosofia *Lean Construction*, onde apenas 50% (20 pessoas) das respostas obtidas corresponde que se tem conhecimento da mesma. Esse resultado é preocupante, uma vez que metade dos funcionários sequer possuem conhecimento da *Lean Construction*, impossibilitando até mesmo sua aplicação e com isso obter diversos benefícios que a aplicação da filosofia pode trazer.



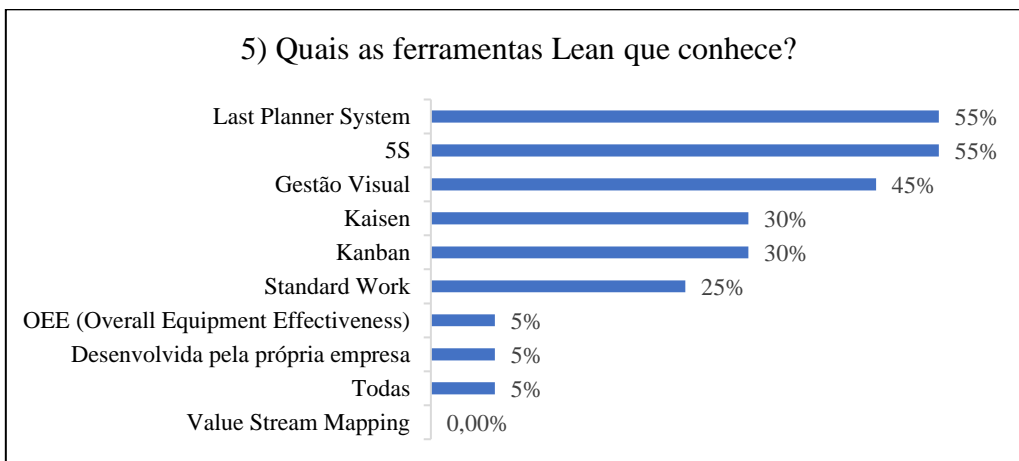
**Figura 21:** Avaliação do conhecimento sobre a *Lean*.  
 Autoria própria, 2023.

Esse resultado também mostrou a necessidade da implementação de formas de trazer o conhecimento da *Lean Construction* para essas pessoas, sendo um guia prático uma das formas de obter esse conhecimento.

Com os 50% (20 pessoas) dos funcionários que responderam que conhecem a filosofia *Lean*, deu-se seguimento com as questões na ordem padrão. Já com os outros 50% que não conhecem a filosofia, seguiram para a questão 16.

#### 4.2.1.5. Conteúdo e resultados com a Questão 5

Seguindo, a questão 5 avalia o conhecimento das ferramentas pelos funcionários que conhecem a filosofia *Lean*. A **Figura 22** mostra as ferramentas conhecidas pelos inquiridos.



**Figura 22:** Quais ferramentas *Lean* os inquiridos conhecem.  
 Autoria própria, 2023.

Em relação às ferramentas que os entrevistados conhecem, observa-se que aproximadamente 55% (22 pessoas) dos entrevistados conhecem o *Last Planner System* e a mesma porcentagem conhece o 5S. Cerca de 45% (18 pessoas) conhecem a Gestão Visual. 30% (12 pessoas) estão familiarizados com o Kaizen. Outros 30% (12 pessoas) conhecem o Kanban. 25% (10 pessoas) estão cientes do *Standard Work*.

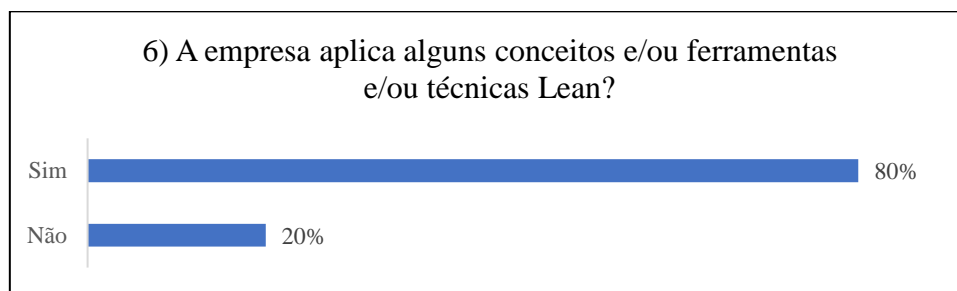
Apenas 5% (2 pessoas) conhecem o *Overall Equipment Effectiveness*. Cerca de 5% (2 pessoas) dos entrevistados estão familiarizados com todas as ferramentas descritas no questionário. Todos os entrevistados desconhecem o *Value Stream Mapping*.

Observamos um destaque, com maiores porcentagens de conhecimento para três ferramentas: *Last Planner System*, 5S e Gestão Visual. Outra avaliação que se destaca é a utilização de ferramentas desenvolvidas pela própria empresa.

Porém, esses resultados também nos mostram que alguns desses funcionários não conhecem ferramentas muito importantes para um estaleiro de obras. Por exemplo, o *Value Stream Mapping*, ferramenta que, quando aplicada em um estaleiro de obra, pode trazer uma série de benefícios significativos. Com uma visão clara do fluxo de valor, os funcionários podem tomar decisões de forma clara, aumentar a produtividade, reduzir custos e entregar projetos com maior qualidade e dentro dos prazos estipulados. Portanto, o desconhecimento dessa ferramenta, é um fator negativo encontrado nesse estudo de caso.

#### 4.2.1.6. Conteúdo e resultados com a Questão 6

Na **Figura 23**, referente a questão número 6, é possível verificar que mais de 80% dos inquiridos responderam que a empresa aplica pelo menos uma ferramenta *Lean*. Aproximadamente 81,3% dos entrevistados afirmaram aplicar os conceitos e técnicas *Lean*, enquanto 18,8% responderam que não o fazem.



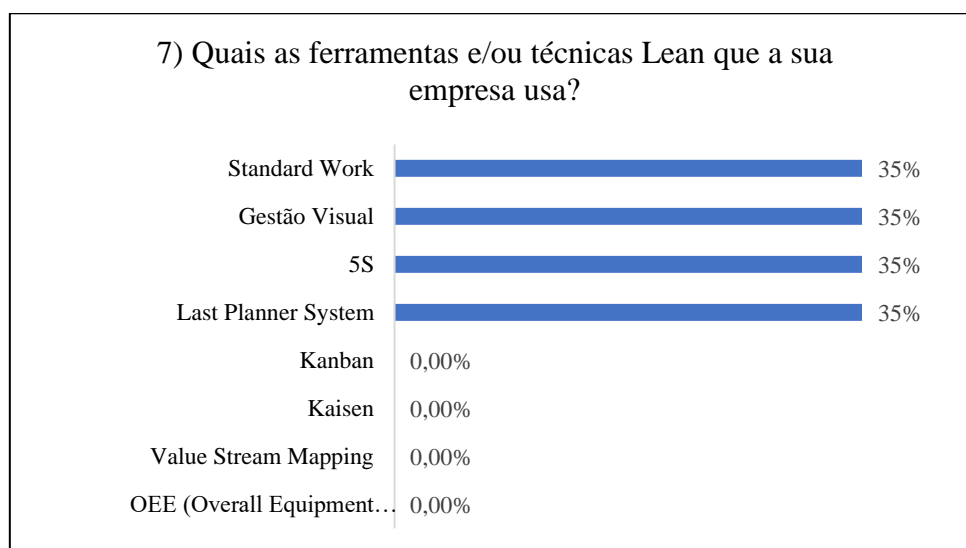
**Figura 23:** Conhecimento sobre aplicação da *Lean* na empresa.  
Autoria própria, 2023.

Ou seja, notamos que a empresa aplica os conceitos da *Lean*, porém 20% (8 pessoas) dos funcionários que conhecem a *Lean*, responderam a questão desconhece sua aplicação na empresa, e com isso, podemos concluir que os mesmos não aplicam esses conceitos no seu dia a dia.

#### 4.2.1.7. Conteúdo e resultados com a Questão 7

A resposta da questão 7 está representada na **Figura 24** na qual mostra que, das 8 ferramentas questionadas, é de conhecimento dos funcionários inquiridos a

aplicação de apenas 4 ferramentas *Lean* na empresa, que são: *Standard Work*, Gestão Visual, 5S e *Last Planner System*.



**Figura 24:** Quais ferramentas a empresa utiliza.  
Autoria própria, 2023.

Quanto às ferramentas e técnicas *Lean* utilizadas pela empresa, obteve-se as seguintes respostas:

- Para 35% (14 pessoas) dos entrevistados, a empresa utiliza o *Standard Work*.
- Outros 35% (14 pessoas) mencionaram a utilização da Gestão Visual.
- A mesma porcentagem de 33,3% relatou o uso do 5S.
- Além disso, o *Last Planner System* também é utilizado por 35% (14 pessoas) dos entrevistados.
- Não foram fornecidas respostas para as demais ferramentas e técnicas.

Portanto, através desses resultados é possível destacar que ferramentas do *Lean*, que são relativamente simples de serem aplicadas e como já citado anteriormente, quando aplicadas corretamente trazem grandes benefícios ao estaleiro. E observa-se que há ferramentas que não são utilizadas na empresa.

A não utilização dessas ferramentas do *Lean*, incluem desvantagens como a falta de visibilidade sobre o status do trabalho, dificuldade em identificar obstáculos e desperdícios, ineficiência operacional, falta de melhoria contínua, perda de oportunidades de redução de custos, baixa qualidade do produto/serviço e menor satisfação do cliente.

Outro ponto a se destacar, com base na questão 5, é o conhecimento prévio dos funcionários a respeito dessas ferramentas que não são ainda utilizadas, o que tornaria mais fácil o início da sua aplicação na empresa.

Em sequência, foi realizada a questão 7.1 para entender como é feito a aplicação das ferramentas e 7.2 para identificar se o funcionário saberia como aplicar outras ferramentas.

#### 4.2.1.8. Conteúdo e resultados com a Questão 7.1 e 7.2

Apesar que 40 pessoas responderam ao inquérito, apenas 2 responderam à questão 7.1 como mostra na **Figura 25**, e apenas 3 responderam à questão 7.2 como mostra na **Figura 26**.

7.1) De acordo com a questão anterior, dos itens que foram marcados, descreva como cada filosofia é aplicada na empresa.

2 respostas

Através de Post-its e Calendários para prever planejamento e execução de atividades.

Através de cronogramas de datas de execução de trabalhos com cores para cada tarefa

**Figura 25:** Questão aberta para expressão de opinião dos inquiridos sobre como a filosofia Lean é aplicada.  
Autoria própria, 2023.

A empresa implementa na prática as ferramentas e técnicas descritas na questão 7 utilizando post-its e calendários para planejar atividades. Além disso, são utilizados cronogramas com datas e cores para planejar a execução e acompanhamento das atividades.

7.2) Além dos que indicou, conhece outros exemplos que pode ser aplicados/implementados em obra em que aplique a filosofia Lean?

3 respostas

Não.

Não

Não tive nenhum contacto

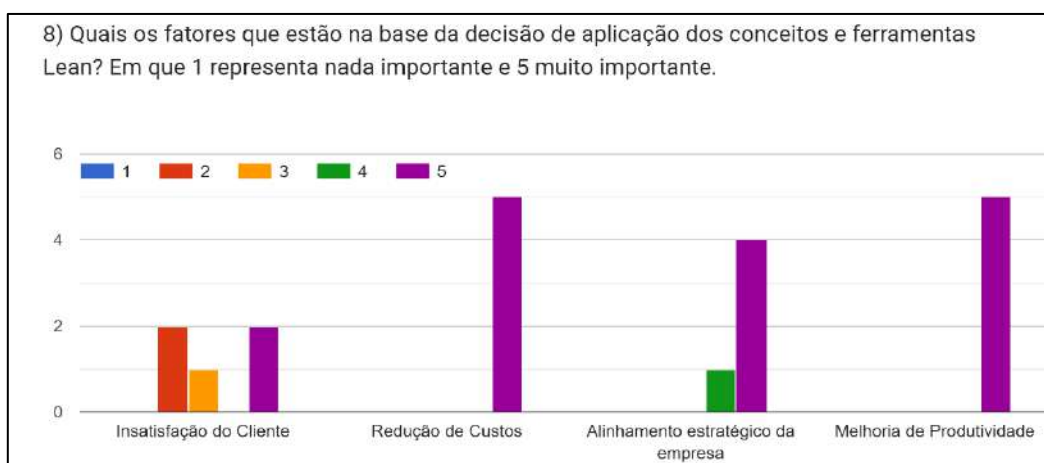
**Figura 26:** Questão aberta para expressão de opinião dos inquiridos sobre o conhecimento de outros exemplos de conceitos *Lean*.  
Autoria própria, 2023.

Observa-se que os funcionários não conheciam como aplicar outras ferramentas do *Lean Construction*, outro resultado que nos mostra a necessidade de

um material fácil e didático que possa estar presente em estaleiro de obras para que os funcionários conheçam as ferramentas e entenda como aplica-las. Portanto, o guia prático que este trabalho se propôs a desenvolver pode ser de grande ajuda para os trabalhadores perceberem a importância e como aplicar as técnicas *Lean*.

#### 4.2.1.9. Conteúdo e resultados com a Questão 8

A questão 8 pergunta sobre os fatores que estão na base de decisão dos conceitos *Lean* e é possível observar os itens que se destacam como: Redução de custos e Melhoria de produtividade, como mostra na **Figura 27**.



**Figura 27:** Fatores de decisão da aplicação dos conceitos e ferramentas *Lean*.  
Autoria própria, 2023.

A questão aborda os fatores que estão na base da descrição da aplicação dos conceitos e ferramentas *Lean*, com três opções fornecidas. Os resultados são os seguintes:

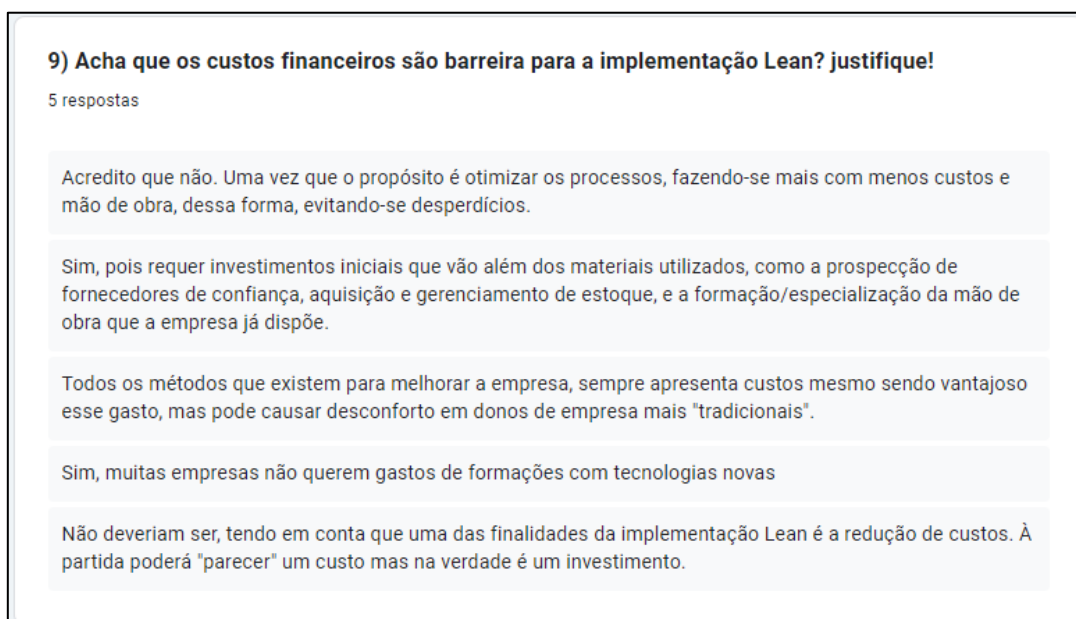
- Cerca de 5 entrevistados responderam "redução de custos" como um fator importante, classificando-o com um nível de Likert 5 (muito importante).
- Outros 5 entrevistados responderam "melhoria de produtividade" como um fator importante, também classificando-o com um nível de Likert 5 (muito importante).
- 4 entrevistados escolheram "alinhamento estratégico da empresa" como um fator importante, classificando-o com um nível de Likert 5 (muito importante).
- A opção "insatisfação do cliente" foi escolhida por aproximadamente 5 entrevistados, distribuindo-se as respostas nos níveis de Likert 2, 3 e 5, respectivamente.
- Um dos entrevistados respondeu "alinhamento estratégico da empresa", porém com um nível de Likert 4.

Em resumo, a maioria dos funcionários entendem como muito importante os fatores de decisão para aplicação das ferramentas *Lean*, nomeadamente, insatisfação

do cliente, redução de custo, alinhamento estratégico da empresa, melhoria da produtividade.

#### 4.2.1.10. Conteúdo e resultados com a Questão 9

Apesar que 40 pessoas responderam ao inquérito, apenas 5 responderam à questão 9 como mostra na **Figura 28**. Com esta questão pretende-se saber se o inquirido acredita que os custos financeiros são barreira para implementação do *Lean*, justificando sua resposta.



**Figura 28:** O custo financeiro é uma barreira?  
Autoria própria, 2023.

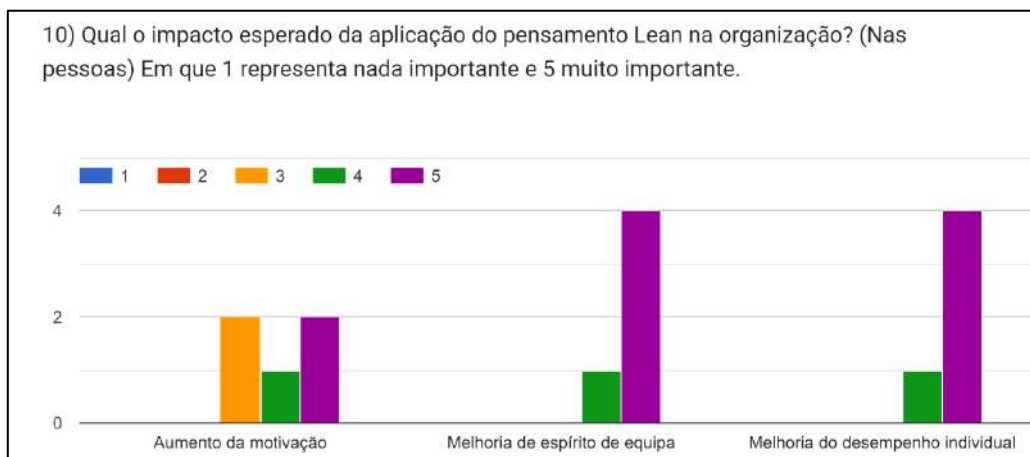
Na questão aberta sobre se os custos financeiros são considerados uma barreira para a implementação de práticas e soluções *Lean*, as respostas indicam que, de um modo geral, embora existam custos associados à adoção dessas medidas, eles são vistos como um investimento estratégico que contribui para a redução de despesas a médio e longo prazo. As organizações compreendem que a eficiência e a otimização de processos, elementos-chave do *Lean*, tendem a resultar em poupanças substanciais ao longo do tempo.

No entanto, é relevante sublinhar que, sobretudo nas pequenas empresas, os custos financeiros podem ser um desafio significativo. Estas organizações frequentemente operam com recursos mais limitados e, portanto, a alocação de capital para implementar práticas *Lean* pode ser mais restrita. Isso pode exigir uma avaliação cuidadosa dos benefícios esperados em relação aos custos imediatos, bem como a procura por estratégias de implementação mais graduais e adaptadas à realidade financeira dessas empresas. O equilíbrio entre os investimentos necessários

e as limitações orçamentais pode ser um desafio específico que as pequenas empresas enfrentam ao adotar o *Lean*.

#### 4.2.1.11. Conteúdo e resultados com a Questão 10

A questão 10 pergunta sobre qual impacto esperado da aplicação do pensamento *Lean* nas pessoas e é possível observar os itens que se destacam como: Melhoria de espírito de equipe e Melhoria do desempenho individual, como mostra na **Figura 29**.



**Figura 29:** Impactos esperados da aplicação do pensamento *Lean* na organização. Autoria própria, 2023.

A questão aborda o impacto esperado da aplicação do pensamento *Lean* na organização. Os resultados são os seguintes:

- Cerca de 5 entrevistados selecionaram "melhoria do espírito da equipe". Desses, 4 responderam com um nível de Likert 5 e 1 com nível 4.
- O mesmo padrão ocorreu para a opção "melhoria do desempenho individual", com 5 respostas distribuídas entre os níveis de Likert 5 e 4.
- Quanto à opção "aumento de motivação", foram registradas 5 respostas variando entre os níveis de Likert 3 a 5.

Em resumo, os dados revelam que a maioria dos funcionários compreende a importância dos impactos resultantes da implementação de práticas que visam o aumento da motivação, a melhoria do espírito de equipe e o aprimoramento do desempenho individual no ambiente de trabalho.

A valorização da motivação no local de trabalho é crucial, uma vez que funcionários motivados tendem a ser mais produtivos e comprometidos com suas tarefas. Isso pode resultar em um aumento no rendimento da empresa como um todo. Além disso, a melhoria do espírito de equipe é igualmente vital, pois um ambiente de trabalho harmonioso e colaborativo tende a estimular a criatividade, a comunicação eficaz e a resolução conjunta de problemas. Quando os funcionários se

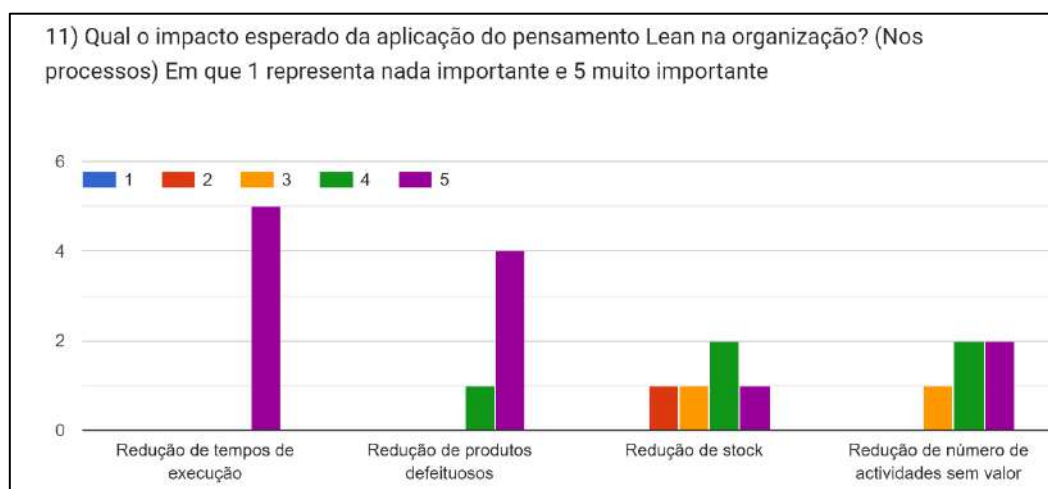
sentem parte de uma equipe coesa, isso pode levar a um ambiente mais agradável e produtivo, além de promover relações interpessoais positivas.

A ênfase no aprimoramento do desempenho individual também é de grande relevância. Funcionários que estão cientes de como seu desempenho individual impacta a organização tendem a se esforçar para melhorar seu trabalho, adquirir novas habilidades e contribuir de maneira mais eficaz para os objetivos da empresa. Isso pode resultar em um aumento da qualidade dos produtos ou serviços oferecidos e, em última instância, em um impacto positivo nos resultados financeiros da organização.

Portanto, a compreensão da importância desses impactos por parte dos funcionários destaca a necessidade de as empresas investirem em estratégias que promovam a motivação, o espírito de equipe e o desenvolvimento individual como parte fundamental de suas práticas de gestão e cultura organizacional.

#### 4.2.1.12. Conteúdo e resultados com a Questão 11

Com a questão 11 pretende-se saber qual impacto esperado da aplicação do pensamento *Lean* nos processos (**Figura 30**).



**Figura 30:** Impacto esperado da aplicação do pensamento *Lean* nos processos. Autoria própria, 2023.

Ao questionar o impacto esperado da aplicação *Lean* na organização em termos de processos, obteve-se o seguinte resultado:

- Cerca de 5 entrevistados responderam "redução de tempos de execução" com um nível de Likert 5.
- Outros 5 entrevistados indicaram "redução de produtos defeituosos", sendo que 4 deles deram uma classificação de Likert 5 e 1 de Likert 4.
- Aproximadamente 5 entrevistados mencionaram "redução de estoque", enquanto outros 5 mencionaram "redução do número de atividades sem

valor". As respostas foram distribuídas em níveis de Likert variando de 2 a 5, respectivamente.

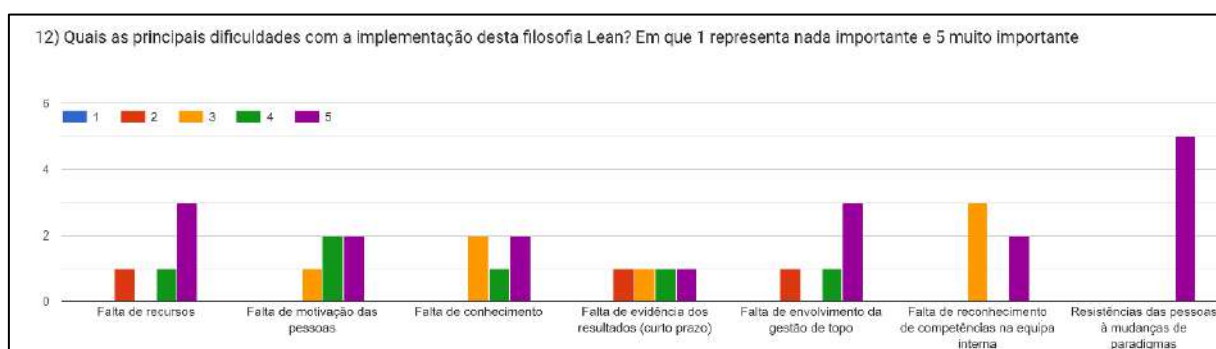
Os fatores que se destacam, ou seja, a redução do tempo de execução e a minimização de produtos defeituosos, estão intrinsecamente ligados aos princípios e objetivos do *Lean Construction*, uma abordagem que visa a maximização do valor e a minimização do desperdício em projetos de construção. A redução do tempo de execução é alcançada através da eliminação de desperdícios, otimização de fluxos de trabalho e um planeamento rigoroso. O resultado é a entrega de resultados mais eficientes e no prazo, o que pode gerar economias substanciais.

A redução de produtos defeituosos está alinhada com o foco na qualidade do *Lean Construction*. A deteção precoce de problemas, a padronização de processos e a formação adequada ajudam a prevenir erros e defeitos. Além disso, a melhoria contínua é fundamental para aprimorar a qualidade e minimizar retrabalho, resultando numa construção mais eficaz e menos desperdício de recursos.

Em resumo, a busca por esses fatores no *Lean Construction* não apenas contribui para a eficiência da construção, mas também proporciona vantagens competitivas ao reduzir custos e aprimorar a satisfação do cliente. Essa abordagem se destaca como uma estratégia eficaz no ambiente altamente competitivo da indústria de construção.

#### 4.2.1.13. Conteúdo e resultados com a Questão 12

A questão 12 pergunta sobre quais as principais dificuldades com a implementação da filosofia *Lean*, como mostra na **Figura 31**.



**Figura 7:** Principais dificuldades com a implementação da filosofia *Lean*.  
Autoria própria, 2023.

Ao abordar as principais dificuldades com a implementação da filosofia *Lean*, foram obtidos os seguintes resultados:

- Cada grupo de 5 entrevistados mencionou as seguintes dificuldades: "resistência das pessoas às mudanças de paradigmas", "falta de

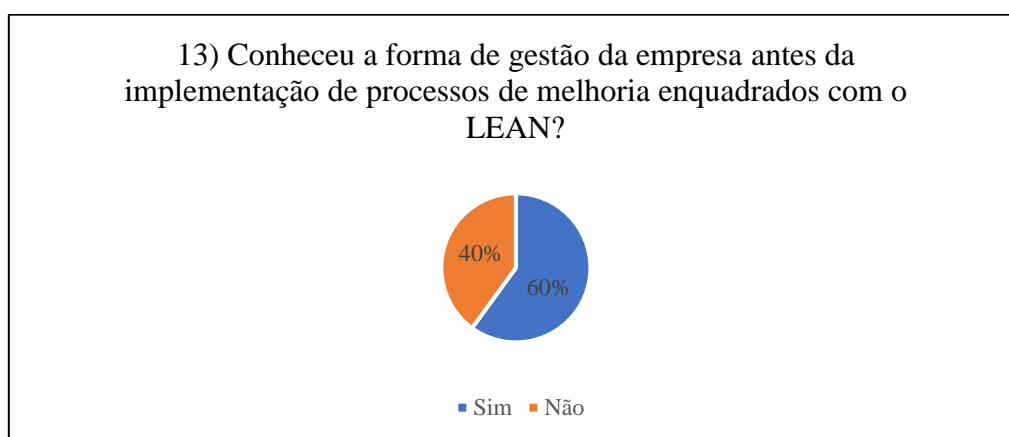
conhecimento de competências na equipe interna", "falta de conhecimento", "falta de motivação das pessoas" e "falta de recursos". Essas respostas foram classificadas com níveis de Likert variando de 2 a 5, no entanto, a primeira opção mencionada recebeu a classificação máxima de Likert 5 em todas as respostas.

- Além disso, apenas 4 entrevistados mencionaram a "falta de evidência dos resultados" como uma dificuldade, também classificando-a em níveis de Likert variando de 2 a 5.

É possível observar o item que se destacam: Resistência das pessoas à mudanças de paradigma. Essa é uma questão já discutida anteriormente, Johansen & Walter (2007), assim como Ferrer (2021), em seus trabalhos afirmam que pessoas que fazem o trabalho na construção civil igual a anos são resistentes a mudança, sendo esse uma das principais problemáticas em aplicar o *Lean Construction*. Além da falta de conhecimento, falta de envolvimento da gestão, entre os outros fatores questionados.

#### 4.2.1.14. Conteúdo e resultados com a Questão 13

Na questão 13 é questionado se o inquirido conheceu a forma de gestão da empresa antes da implementação e uso do *Lean* (**Figura 32**).



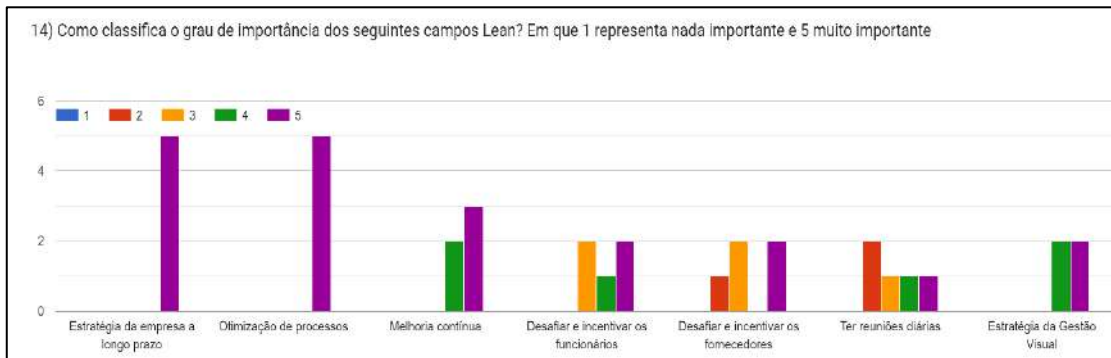
**Figura 32:** Conhecimento sobre a gestão da empresa antes da implementação da *Lean*.  
Autoria própria, 2023.

A questão aborda se os entrevistados tinham conhecimento da forma de gestão da empresa antes da implementação de melhorias com base no *Lean*, onde 60% responderam afirmativamente, enquanto os restantes 40% (16 pessoas) responderam negativamente. Ou seja, 60% (24 pessoas) dos funcionários passaram pela transição, onde não havia a aplicação do *Lean*, para os tempos atuais onde a empresa aplica algumas ferramentas. Essa questão nos mostra que uma boa parcela

dos funcionários está acostumada a passar por essas mudanças, sendo positivo para adaptar novas ferramentas.

#### 4.2.1.15. Conteúdo e resultados com a Questão 14

A questão 14 nos auxilia a classificar o grau de importância de alguns campos da *Lean* para os funcionários (**Figura 33**).



**Figura 8:** Grau de importância para os campos *Lean*.  
Autoria própria, 2023.

Com base na classificação de importância em diversos campos *Lean*, os resultados são os seguintes:

- Cerca de 5 entrevistados responderam que a "estratégia da empresa a longo prazo" é de extrema importância, atribuindo um nível de Likert 5. O mesmo ocorreu para a opção "otimização de processos".
- As demais opções de resposta obtiveram 5 respostas cada. Isso inclui "melhoria contínua", "desafiar e incentivar os funcionários", "desafiar e incentivar os fornecedores" e "ter reuniões diárias".
- A opção "estratégia de gestão visual" recebeu 4 respostas, distribuídas nos níveis de Likert 3 a 5.

É possível observar os fatores que se destacam, são: estratégia da empresa a longo prazo, otimização de processos e a melhoria contínua.

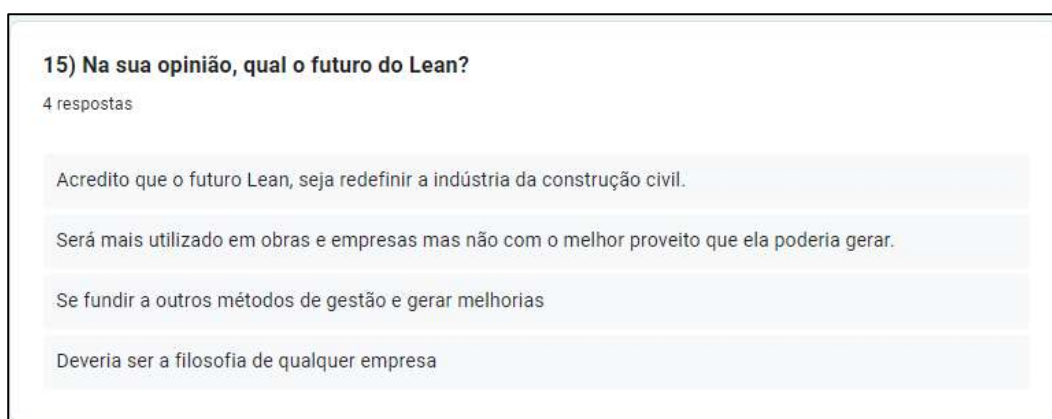
Esses são campos de fato importantes, e que são beneficiados com a utilização das ferramentas *Lean*. Ter uma estratégia clara e alinhada é essencial, uma estratégia bem definida para orientação a alocação de recursos, tomada de decisões, por exemplo, a partir do uso do Kanban, que permite gerenciar de forma mais eficientes os fluxos de trabalho, podendo ter uma visão mais clara dos status das tarefas, identificação de problemáticas, e com isso a redução de tempo de espera de execução, resultando em maior produtividade e otimização do processo produtivo.

Assim como o *Value Stream Mapping* que auxilia na visualização de todo o fluxo de valor de um processo e com isso, pode-se identificar as atividades que não agregam valor, oportunidades de redução de tempo e desperdícios e elimina-las,

resultando em fluxos mais eficientes e com redução de custos. E ainda a ferramenta Keizen, que auxilia para criar essa cultura de melhoria contínua, a criar planos táticos, incluindo cursos e treinamento, que traz envolvimento e aumento da satisfação do funcionário, trazendo maior qualidade e eficiência para a equipe. Porém, como já vimos nas questões anteriores, essas ferramentas que forneceriam esses benefícios que se destacam, sendo considerados muito importantes para equipe, ainda não são aplicadas na empresa.

#### 4.2.1.16. Conteúdo e resultados com a Questão 15

Seguindo com os resultados do questionário, a questão 15, se refere ao que os funcionários esperam ser o futuro do *Lean*, e apesar que 40 pessoas responderam ao inquérito, apenas 4 responderam a esta questão, como mostra na **Figura 34**.



**Figura 9:** Opinião sobre o futuro do *Lean*.  
Autoria própria, 2023.

Embora em número reduzido, as respostas que foram coletadas indicam que os funcionários consideram a filosofia *Lean* como benéfica e reconhecem o seu potencial para ser aplicada de forma mais eficaz nas empresas. As opiniões expressas nas respostas enfatizam que o *Lean* tem o poder de redefinir a indústria da construção, e sugerem que essa filosofia deveria ser adotada em diversas outras áreas empresariais. É evidente que os colaboradores percebem o valor da abordagem *Lean* e reconhecem o seu papel na melhoria dos processos e resultados.

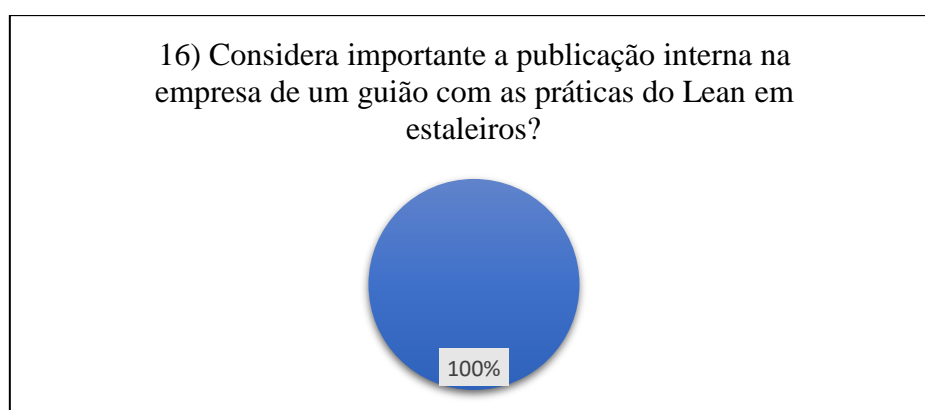
Além disso, uma das sugestões destacadas pelas respostas é que, para maximizar os benefícios, o *Lean* pode ser combinado com outros métodos de gestão. Essa ideia reflete a compreensão de que o *Lean* não precisa ser adotado isoladamente, mas pode ser integrado a outros sistemas e estratégias, criando sinergias que ampliam a eficácia e os resultados positivos.

Em resumo, embora as respostas sejam limitadas em número, elas revelam um reconhecimento por parte dos funcionários de que a filosofia *Lean* é valiosa e

pode ser uma força transformadora nas empresas. Além disso, a sugestão de combinar o *Lean* com outras abordagens demonstra uma abordagem holística para a gestão, que visa extrair o melhor de diversas metodologias para alcançar resultados superiores.

#### 4.2.1.17. Conteúdo e resultados com a Questão 16

Na questão 16, é questionado se o inquiridos considera importante a publicação interna na empresa de um guia prático do *Lean* em estaleiros. A **Figura 35** nos mostra as respostas, onde se destaca que todos que responderam ao questionário acredita na importância de um guia prático para estaleiro.



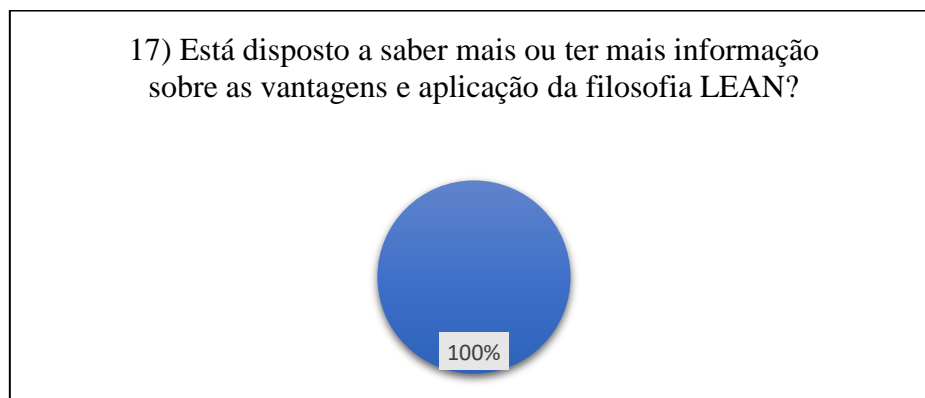
**Figura 35:** Importância da publicação interna na empresa de um guia com as práticas *Lean*.

Autoria própria, 2023.

As respostas dos inquiridos é unânime, todos indicaram ser importante ter um documento que reúna e apresente as práticas *Lean* específicas para o ambiente de estaleiros, indicando a relevância do guia que este presente trabalho se propôs a elaborar.

#### 4.2.1.18. Conteúdo e resultados com a Questão 17

Assim como a questão 17, onde novamente todos os inquiridos indicaram estar disposto a obter mais informações da filosofia *Lean*, como mostra a **Figura 36**.

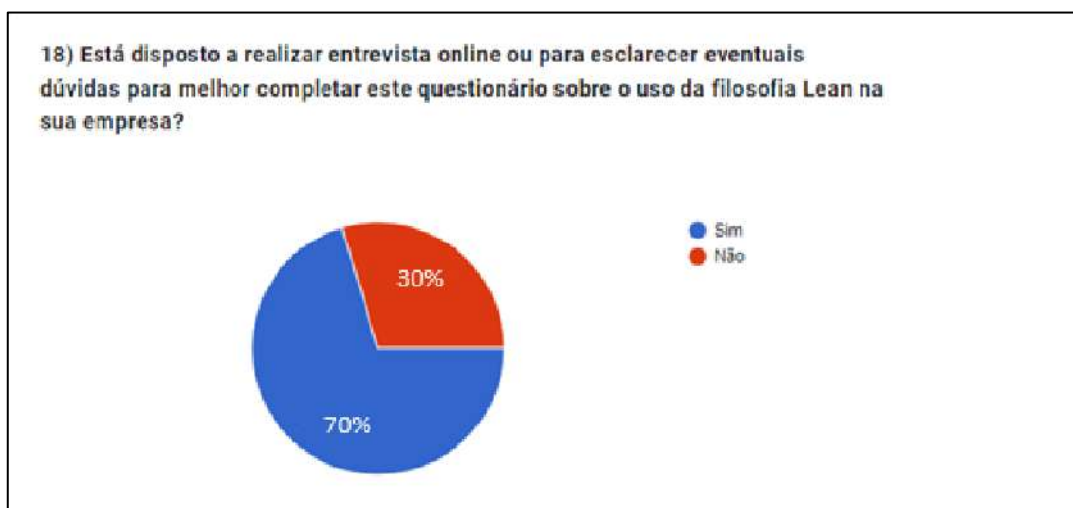


**Figura 36:** Disponibilidade para adquirir mais informações sobre a *Lean*.  
 Autoria própria, 2023.

Todos os entrevistados mostraram disposição em saber mais e receber mais informações sobre as vantagens e aplicação da filosofia *Lean*, mostrando o interesse em aprofundar o conhecimento sobre os benefícios e as formas de implementação do *Lean*. É reforçado, portanto, o quanto seria bem aceito a aplicação de um guia com soluções práticas em estaleiro, evidenciando novamente a relevância do guia que este presente trabalho se propôs a elaborar.

#### 4.2.1.19. Conteúdo e resultados com a Questão 18

Por fim, a questão 18 foi inserida no questionário afim de entender qual funcionário estaria disposto a realizar uma entrevista online para esclarecer eventuais dúvidas para complementar este questionário, onde 70% (28 pessoas) responderam que sim, como mostra a **Figura 37**.



**Figura 37:** Disponibilidade para entrevista para completção do questionário.  
 Autoria própria, 2023.

Com base nas respostas, foi selecionado um dos funcionários que se disponibilizou para uma possível entrevista, para realizar com o investigador uma visita de campo numa das obras da empresa.

### 4.3. Visita de Campo

No dia 3 de março de 2023, foi conduzida uma visita técnica às instalações do empreendimento Domitys Vilamoura, localizado na região de Vilamoura, no Algarve. A equipe presente na visita era composta por um diretor de produção, um diretor de obra, um adjunto de obra, um encarregado e uma técnica de segurança do trabalho. A obra se destaca tanto pela sua localização privilegiada quanto pela sua vasta infraestrutura, compreendendo um estaleiro que abrange mais de 10.000 metros quadrados. Além disso, é relevante mencionar que o valor adjudicado para a realização deste projeto alcançou o valor de 23 milhões de euros.

É importante destacar que para a obra mencionada foi anteriormente enviado o inquérito para três colaboradores e todos responderam, sendo eles o diretor de produção, o diretor de obra e a técnica de segurança do trabalho.

Durante a visita foi possível observar a aplicação da ferramenta do *Lean Construction* no estaleiro. A **Figura 38**, por exemplo, mostra-nos a aplicação de conceitos da ferramenta 5S, onde os atados de aço que chegam no estaleiro através de fornecedores são devidamente identificados.



**Figura 10:** Identificação de atados de aço.  
Autoria própria, 2023.

A devida identificação contribui para que o momento de corte e dobragem do material seja facilitado, comprovando para otimização do tempo, onde pode ser mais rápido e fácil a identificação do diâmetro exato que se pretende utilizar.

A **Figura 39** mostra as baias separadoras do aço, sendo mais uma vez a ferramenta 5S aplicada. De acordo com o projeto do estaleiro visitado, existe a possibilidade de uma variedade de diâmetros diferentes serem usados na execução

da estrutura, portanto, a devida separação contribui para a redução de tempo no momento do manuseamento para a bancada de corte/dobragem.



**Figura 39:** Baias separadoras de aço.  
Autoria própria, 2023.

A **Figura 40** mostra um exemplo, onde o calendário de obra com a identificação dos principais prazos a serem cumpridos (é marcado no calendário com caneta marca texto uma data importante com sua respectiva atividade identificada). Assim, é possível planejar as atividades e ter uma percepção das atividades que irão acontecer.



**Figura 40:** Calendário de obra.  
Autoria própria, 2023.

Porém, além do calendário de obras, a utilização de um quadro Kanban, que ainda não se é utilizado neste estaleiro, facilitaria ainda mais os processos. O quadro Kanban colaboraria para um planejamento mais eficiente e com otimização de tempo, onde além do prazo, o quadro traria informações relevantes para o cumprimento das atividades, status da etapa do processo e a ordem de prioridade. O Kanban proporcionaria uma visão clara do status do projeto, identificando rapidamente obstáculos, atrasos ou tarefas acumuladas. Dessa forma, é possível tomar ações

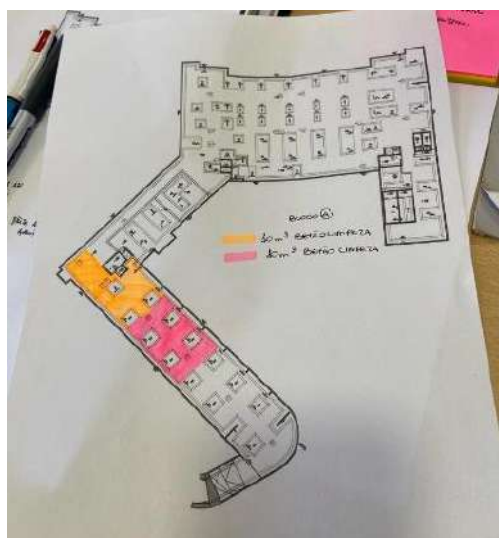
corretivas de forma ágil, realocando recursos, reorganizando prioridades ou resolvendo problemas que estejam afetando o fluxo de trabalho.

A **Figura 41** representa o espaço interno do escritório utilizado pela empresa dentro do estaleiro. É possível perceber que existem espaços que poderiam ser usados para implementação de um quadro Kanban sendo assim um ponto que poderia ser melhorado pela empresa na aplicação da ferramenta *Lean*.



**Figura 41:** Espaço interno do escritório em estaleiro.  
Autoria própria, 2023.

Outro exemplo de ferramenta própria para otimização dos processos da empresa são pormenores feitos nos projetos do estaleiro. A **Figura 42** mostra um pormenor que auxilia na identificação de regiões que serão betonadas. Tal marcação é importante pois contribui para registrar as medições necessárias, cada cor representa um dia diferente de betonagem. Através dessa identificação é possível planejar e quantificar as próximas áreas que serão executadas. Esse artifício contribui para uma melhor organização.



**Figura42:** Pormenor de medição.  
Autoria própria, 2023.

No entanto, foi possível identificar algumas situações que poderiam ser evitadas com a aplicação das ferramentas *Lean*.

A **Figura 43** mostra o ambiente de trabalho dos operários. É possível identificar materiais de obra misturado com embalagens plásticas. Portanto, como já visto em algumas situações a empresa aplica a 5S, mas não em toda a obra. Neste caso, faltou a organização dos materiais. É importante que esses materiais não comprometam a livre circulação dos colaboradores pois dificultaria a execução de serviços próximo ao perímetro. As embalagens plásticas que não fazem mais uso devem ser descartadas em um ambiente apropriado e posteriormente recolhido. Além da 5S, pode-se implementar os fundamentos de melhoria contínua através do Kaizen recolhendo e armazenando em lugar devido o material.



**Figura 43:** Ambiente de trabalho do estaleiro em estudo.  
Autoria própria, 2023.

Ao aplicar o Kaizen, os trabalhadores estabelecem uma padronização do trabalho, sendo possível identificar e eliminar desperdícios. A equipe, desde os serventes a líderes, pode propor e implementar pequenas melhorias diárias em seus processos de trabalho. Isso pode incluir a simplificação de tarefas, redução de tempos de espera ou identificação de áreas onde a eficiência pode ser aumentada.

Em resumo, das várias ferramentas *Lean* existentes foi observado visualmente na visita a obra a aplicação apenas da técnica 5S. Contudo, outras ferramentas poderiam ser aplicadas para otimizar melhor ainda os recursos de materiais e redução do tempo de execução de algumas atividades. O Kanban e o Kaizen são duas das ferramentas que seriam de grande valia na obra visitada. É importante reforçar que as equipes precisam de formação para aplicação das ferramentas, tornando-as ainda mais eficientes.

#### 4.4 Guia com práticas *Lean*

A criação do guia com ferramentas práticas do *Lean Construction* em estaleiros de obra surgiu devido a vários motivos que visam aperfeiçoar a eficiência e a eficácia no estaleiro de construção. Inicialmente, para desenvolver este guia, realizou-se um processo abrangente que incluiu a aplicação de um questionário e uma visita a um estaleiro de obra.

O questionário desempenhou um papel fundamental no processo, uma vez que permitiu recolher informações diretas e percepção dos profissionais que trabalham na área da construção. As respostas ao questionário forneceram informações valiosas sobre as necessidades, os desafios e as áreas de melhoria dentro do contexto do estaleiro de obra. Isso ajudou a identificar as áreas em que as práticas *Lean* poderiam ser mais eficazes e relevantes.

A visita ao estaleiro de obra foi um passo essencial para obter uma compreensão prática e visual das operações. Essa experiência permitiu identificar oportunidades para a aplicação de ferramentas *Lean*.

Com base nos dados recolhidos por meio do questionário e das observações feitas durante a visita ao estaleiro de obra, o guia prático foi criado. Este guia oferece uma coleção de ferramentas e abordagens do *Lean Construction* específicas para o contexto de estaleiros de obra, visando otimizar processos, reduzir desperdícios e melhorar a eficiência geral. Em suma, a criação deste guia foi um processo orientado por dados e práticas, com o objetivo de fornecer orientações valiosas e práticas para profissionais da construção que procuram implementar o *Lean* nas suas operações diárias. Um guia sobre *Lean Construction* em um estaleiro é de extrema importância por vários motivos.

Descrevem-se seguidamente algumas razões pelas quais um guia sobre *Lean Construction* é relevante com base no questionário:

1. Orientação: O guia serve como uma fonte de orientação clara e concisa sobre os princípios e práticas do *Lean Construction*. Ele fornece diretrizes detalhadas sobre como implementar a filosofia *Lean* em um estaleiro de obra, destacando os passos necessários e as melhores práticas a serem seguidas. Isso ajuda os profissionais a entenderem o que é necessário para aplicar o *Lean Construction* em seu ambiente de trabalho específico.
2. Padronização: O guia estabelece um conjunto de padrões e processos padronizados que devem ser seguidos para implementar o *Lean Construction*. Ele

define os procedimentos recomendados, os métodos de trabalho e as ferramentas a serem utilizadas. A padronização é essencial para garantir a consistência e a uniformidade nas práticas de *Lean Construction* em todo o estaleiro, facilitando a comunicação e a colaboração entre as equipes.

3. **Treinamento e capacitação:** O guia serve como uma ferramenta de treinamento para os colaboradores do estaleiro. Ele fornece informações detalhadas sobre os princípios e técnicas do *Lean Construction*, permitindo que os funcionários aprendam e compreendam melhor os conceitos e apliquem-nos em seu trabalho diário. O guia também pode ser usado para capacitar novos funcionários, ajudando-os a se familiarizar rapidamente com os princípios e práticas do *Lean Construction*.
4. **Melhoria contínua:** O guia sobre *Lean Construction* destaca a importância da melhoria contínua e fornece diretrizes sobre como alcançá-la. Ele enfatiza a necessidade de monitorar o desempenho, identificar oportunidades de melhoria, implementar mudanças e avaliar os resultados. O guia incentiva os colaboradores do estaleiro a adotarem uma mentalidade de melhoria contínua, estimulando-os a buscar constantemente maneiras de otimizar processos, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência.
5. **Comunicação e alinhamento:** O guia funciona como uma referência comum para todos os envolvidos no estaleiro de obra. Ele estabelece uma linguagem comum e facilita a comunicação entre os membros da equipe. Além disso, o guia ajuda a alinhar as expectativas e as práticas de trabalho, garantindo que todos estejam na mesma página e trabalhando em direção aos mesmos objetivos.

Em resumo, o guia sobre *Lean Construction* para estaleiros de obras é crucial para fornecer orientação, padronização, treinamento, capacitação e melhoria contínua. Este auxilia a estabelecer uma base sólida para a implementação eficaz da filosofia *Lean Construction*, promovendo a eficiência, a colaboração e a excelência na construção.

As ferramentas *Lean* abordados nesse presente Guia Prático foram selecionadas devido à sua capacidade de serem aplicadas em estaleiros de obras, trazendo benefícios como a otimização de processos, alcançar maior rentabilidade, segurança, buscar a melhoria contínua, uma melhor coordenação e organização de materiais e equipamentos, e assim diminuindo desperdícios.

A Tabela 7 apresenta o agrupamento do que se refere as ferramentas *Lean*, se foi observada na visita de campo, se é possível de ser aplicada, e em qual página do guia prático encontra-se seu modo de aplicação.

**Tabela 7:** Ferramentas x Visita de Campo x Guia Prático

<b>Ferramenta <i>Lean</i></b>	<b>Aplicado na visita de campo?</b>	<b>Possibilidade de aplicação</b>	<b>Como aplicar? (<i>Guia Prático</i>)</b>
<b>Kanban</b>	Não	Sim	Página 2
<b>Kaizen</b>	Não	Sim	Página 4
<b>5S</b>	Sim	Sim	Página 6
<b>Gestão Visual</b>	Não	Sim	Página 9
<b>Standard Work</b>	Não	Sim	Página 12
<b>Last Planner System</b>	Não	Sim	Página 14
<b>Instruções de trabalho</b>	Não	Sim	Página 17
<b>Value Stream Mapping</b>	Não	Sim	Página 19
<b>Processos cíclicos</b>	Não	Sim	Página 21
<b>Overall Equipment Effectiveness</b>	Não	Sim	Página 23

Autoria própria, 2023.

A análise dos resultados obtidos no contexto da *Lean Construction* representou um passo fundamental para compreender como os princípios e ferramentas *Lean* eram aplicados efetivamente no estaleiro de obra. As conclusões permitiram avaliar o impacto das práticas *Lean* na gestão do estaleiro de obra, identificaram áreas de melhoria e destacaram os pontos fortes dessa abordagem específica.

Além disso, as conclusões ajudaram a contextualizar a importância da *Lean Construction* em um setor que frequentemente enfrentava desafios como prazos apertados, complexidade e orçamentos restritos. Ao fazê-lo, contribui-se não apenas para uma compreensão aprofundada da *Lean Construction*, mas também para a melhoria da eficiência, qualidade e sustentabilidade das operações no estaleiro de obra.

O guia elaborado e compilado pelo autor, encontra-se no Anexo C.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 Conclusões

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que os objetivos propostos foram alcançados de forma satisfatória. A elaboração da Tabela 4 proporcionou uma visão clara e concisa dos benefícios das ferramentas *Lean*, permitindo uma rápida percepção de como elas podem afetar positivamente a produtividade da empresa de construção.

Além disso, a identificação dos pontos de melhoria por meio da aplicação das ferramentas *Lean* demonstrou que a empresa tem a oportunidade de otimizar os seus processos e alcançar resultados mais produtivos. As ferramentas *Lean* fornecem um conjunto de práticas e princípios que, quando aplicados corretamente, têm o potencial de melhorar a eficiência, reduzir desperdícios e maximizar a produção.

Por meio do inquérito realizado, foi possível avaliar o grau de conhecimento *Lean* dos colaboradores, o que é fundamental para o sucesso da implementação dessas práticas. Compreender o nível de conhecimento existente permite identificar lacunas e direcionar esforços para a capacitação e treinamento adequados, fortalecendo a cultura *Lean* na empresa.

Portanto, com base nos resultados obtidos e nas análises realizadas, conclui-se que a aplicação das ferramentas *Lean* na empresa pode trazer benefícios significativos em termos de produtividade e eficiência. A conscientização do potencial das ferramentas *Lean*, combinada com o desenvolvimento do conhecimento dos colaboradores, oferece uma base sólida para impulsionar a melhoria contínua e o sucesso operacional da empresa no longo prazo.

Além disso, é importante ressaltar a importância do guia prático que foi desenvolvido como parte deste trabalho. O guia servirá como um recurso valioso para o estaleiro, fornecendo orientações claras e passo a passo sobre a aplicação das ferramentas *Lean* na prática.

O guia será uma ferramenta essencial para capacitar os colaboradores e garantir uma implementação eficaz das práticas *Lean*. Ele fornecerá instruções detalhadas sobre como utilizar cada ferramenta, como identificar oportunidades de melhoria, como analisar e otimizar processos, e como envolver os colaboradores no processo de transformação *Lean*.

Além disso, o guia servirá como um material de referência contínuo, permitindo que os colaboradores revisitem e reforcem o conhecimento adquirido

durante a implementação. Ele contribuirá para a criação de uma cultura de melhoria contínua, na qual as ferramentas *Lean* se tornam parte integrante do dia a dia no estaleiro.

A aplicação prática das ferramentas *Lean*, com o apoio do guia, trará benefícios tangíveis para o estaleiro. Ao identificar e eliminar desperdícios, reduzir tempos de espera, melhorar a eficiência e envolver os colaboradores em um processo colaborativo de solução de problemas, podendo assim alcançar resultados mais produtivos, maior satisfação do cliente e uma base sólida para a competitividade no mercado.

Foi possível chegar às conclusões baseadas nos objetivos propostos. Destacam-se as principais conclusões obtidas no estudo:

- Ao longo do trabalho realizado foi desenvolvida uma metodologia *Lean Construction*, sendo possível compreender a sua origem, seus conceitos e princípios, baseado nas pesquisas de Koskela, (1992). Assim como se dá a apresentação da metodologia *Lean Construction*, junto aos seus conceitos, princípios e ferramentas práticas de implementação, apresentando as suas vantagens, principalmente a minimização ou mitigação de desperdícios em projeto;
- A pesquisa possibilitou compreender a utilização prática da metodologia *Lean Construction* em estaleiro de obra, abordando dez técnicas enquadrada no estaleiro de obra: 5S, Gestão Visual, *Last Planner System*, Kaizen, Instrução de trabalho, *Value Stream Mapping*, Processos cíclicos, Kanban, *Standard Work e Overall Equipment Effectiveness*, aumentando a eficiência dos trabalhos do estaleiro;
- Analisa-se o grau de conhecimento de uma empresa de construção com relação as ferramentas *Lean* através do inquérito aplicado. É possível verificar que existe um conhecimento significativo das metodologias *Lean* mas é preciso aplica-las de fato. Destaca-se o conhecimento para as seguintes ferramentas: *Last Planner System*, 5S, Gestão Visual, sendo as ferramentas que obtiveram maiores porcentagens de conhecimento por parte dos inquiridos. Apesar disso, é válido reforçar que todos os entrevistados (40 pessoas) demonstraram interesse em desenvolver conhecimento sobre as demais ferramentas.
- O estudo foi desenvolvido com um quadro de ferramentas para implementação *Lean Construction* em estaleiro de obra e compilado em

um guia prático para uso em obras. O guia prático se encontra disponível no Anexo C.

Em resumo, o guia prático desenvolvido neste trabalho será uma ferramenta fundamental para uma implementação eficaz das ferramentas *Lean* no estaleiro. Ele fornecerá diretrizes claras, orientações passo a passo e um recurso de referência contínuo para capacitar os colaboradores e impulsionar a melhoria contínua. Combinado com o comprometimento da equipe e a liderança adequada, o guia se tornará um instrumento valioso para transformar a cultura e os resultados operacionais do estaleiro por meio da aplicação prática das ferramentas *Lean*.

## 5.2 Desenvolvimento Futuros de investigação

Esta pesquisa ressaltou a importância da construção enxuta e as suas contribuições na indústria da construção civil, ao mesmo tempo, em que destacou a necessidade de inspirar investigadores a aprofundar os seus estudos nessa área. O intuito é ampliar o uso das ferramentas *Lean* em estaleiros de obras, promovendo maior eficiência, redução de desperdícios e melhoria na qualidade dos projetos.

Para que futuras pesquisas possam obter resultados mais precisos, é fundamental aumentar a amostra de entrevistados, permitindo uma análise mais abrangente e representativa das percepções e experiências relacionadas à construção enxuta. Além disso, a realização de visitas técnicas num número maior de obras possibilitará uma análise mais detalhada das áreas onde as ferramentas *Lean* podem ser aplicadas com maior efetividade.

É fundamental destacar a importância de promover programas de formação abrangentes para a implementação bem-sucedida das ferramentas *Lean* em qualquer contexto. O treinamento adequado desempenha um papel crucial na capacitação das equipes e na garantia de que todos compreendam plenamente os princípios e práticas subjacentes à filosofia *Lean*. Isso não apenas auxilia na superação da resistência à mudança, mas também capacita os colaboradores a aplicarem as ferramentas *Lean* de forma eficaz e consistente.

A formação contínua não apenas prepara as equipes para adotar as melhores práticas, mas também cria uma cultura de melhoria contínua na da organização. Ao investir na capacitação de funcionários, as empresas estão construindo uma base sólida para o sucesso a longo prazo, promovendo a adoção bem-sucedida das ferramentas *Lean* e garantindo que os benefícios desse sistema sejam plenamente realizados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4Lean. (2014). OEE – Overall Equipment Efficiency . 4Lean.

Agopyan, V., & John, V. M. (2011). O desafio da sustentabilidade na construção civil (1st ed.). Blucher.

Alarcon, L. F., & Loreto Seguel. (2002, September). Developing incentive strategies for implementation of *Lean Construction*. ResearchGate; unknown.

Almeida, E. L. G. de, & Picchi, F. A. (2018). Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. *Ambiente Construído*, 18(1), 91–109.

Aomar. (2012). Analysis of *Lean Construction* practices at Abu Dhabi construction industry.

Aparício P.P., “Estado atual, Desafios e Técnicas prioritárias a aplicar em Portugal,” em Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil - Técnico Lisboa, 2016.

Arantes, PCFG (2008). *Lean Construction: filosofia e metodologias* (Dissertação de doutoramento, Universidade do Porto, Portugal).

Araujo, Pedro Jorge Martins de – *Lean Management – aplicação a uma pequena empresa de construção civil*. Lisboa: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2015. Dissertação de mestrado.

Babalola, O., Ibem, E. O., & Ezema, I. C. (2019). *Lean Construction: an approach to achieving sustainable built environment in Nigeria*. In *Journal of Physics: Conference Series*. Journal of Physics: Conference Series, 1299(1).

Ballard, H. (2000). The last planner system of production control acknowledgements.

Barreto, N. Aracaju -2005 Aracaju -Gestão de resíduos gestão de resíduos na construção civil.

Blog Ploomes, disponível em: <<https://blog.ploomes.com/sistema-toyota-de-producao/>> acessado em dezembro 2023.

Branco, P. (1996). Organização de Estaleiros na Construção Civil. In *Wook.pt*. E. P. Gustave Eiffel. <https://www.wook.pt/livro/organizacao-de-estaleiros-na-construcao-civil-paz-branco/118008>

Camera, E. U. (2015, June 30). Lean Construction como estratégia para melhorias em canteiros de obras: uma revisão sistemática na literatura nacional.; Universidade Estadual Paulista (Unesp).

Campos, E. F. D. S. (2017). Construção *Lean* – desenvolvimento de um guia de diagnóstico para empresas construtoras [Doctoral dissertation, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto].

CAMPOS, V. F. Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia. Belo Horizonte: Editora Fundação Christiano Ottoni, 1996

Canepa, C. (2006). Cidades sustentáveis: a concretização de um comando constitucional - o município: “locus” da sustentabilidade. *Pucsp.br*.

Chagas, A. T. R. (2000). O questionário na pesquisa científica. *Administração on line*, 1(1), 25.

Clemente, J. M. D. (2012). *Sinergias BIM-Lean na redução dos tempos de interrupção de exploração em obras de manutenção de infraestruturas de elevada utilização—um caso de estudo* (Doctoral dissertation, Faculdade de Ciências e Tecnologia).

Concha, M., Fernando Alarcón, L., Mourgues, C., & Luis Salvatierra, J. (2015). Using Organizational Modeling to Assess the Impact of *Lean Construction* Principles on Project Performance. 711–721.

Costa, J. (2018). *FEUP - Qualidade na Construção*. Sigarra.up.pt.

Costa, J., Hamzagic, M., & Cardozo, U. T. (2023, June 5). *LEAN CONSTRUCTION TRAINING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW*. ResearchGate; Revista de Ensino em Engenharia.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2021). Projeto de pesquisa-: Métodos qualitativo, quantitativo e misto. Penso Editora.

Cristina, S., Gomes, J., Professora, O., Maria, D., & Roseira, C. (2009). As Práticas de Sustentabilidade Estratégica nas Empresas Portuguesas Estudo de Caso: Corticeira Amorim.

Cunha, F. X. M. Aplicação de estratégias *LEAN* em obra e a resistência à mudançaUm caso de estudo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). FEUP – Faculdade de Engenharia do Porto, Portugal, 2017.

Dallasega, P., Rauch, E., & Linder, C. (2018). Industry 4.0 as an enabler of proximity for *Construction* supply chains: A systematic literature review. *Computers in Industry*, 99, 205–225.

Daly, H. E. (1996). Beyond Growth: The Economics of Sustainable Development. *Population and Development Review*, 22(4), 783.

*De Vaus, D. (2002) Surveys in Social Research. 5th Edition, Routledge, London. - References - Scientific Research Publishing. (2014).*

Elkington, J. (1997). Accounting for the Triple Bottom Line. *Measuring Business Excellence*, 2(3), 18–22.

Felipe, Mendes, R., & Izabel Cristina Zattar. (2018). Produção Enxuta e Construção Enxuta: um paralelo entre técnicas. *Exacta*.

Ferrer, P. A. M. (2021). Análise das contribuições da construção enxuta identificadas no planejamento de uma construção utilizando BIM 4D e metodologia LPS.

Alves, J. F., Filho, A. M. B., & Lapa, R. P. (1997). *5s Praticando Os Cinco Senso* (1st ed.). Qualitymark.

Fonseca, F. M. A. L. C. d. (2018). Aumento de produtividade através da aplicação da ferramenta VSM [Doctoral dissertation, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto].

Francis, A., & Thomas, A. (2020). Exploring the relationship between *Lean Construction* and environmental sustainability: A review of existing literature to decipher broader dimensions. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119913–119913.

Freitag, A. E. B. (2015). Fatores críticos de sucesso para adoção da gestão “Enxuta” pela indústria da construção civil do Estado do Rio de Janeiro [Doctoral dissertation, Universidade Federal Fluminense].

Genestretti, B. (2018). *Lean Construction* em Estaleiros [Doctoral dissertation, Instituto Superior de Engenharia do Porto].

Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*.

Gonçalves, E. V. (2019). Aplicação do programa 5S no canteiro de obra.

- Grenho, L. F. S. (2009). Last planner system e just-in-time na construção [Doctoral dissertation, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto].
- Hasan, Z., & Md. Sanowar Hossain. (2018). Improvement of Effectiveness by Applying PDCA Cycle or Kaizen: An Experimental Study on Engineering Students. *Journal of Scientific Research*, 10(2), 159–173.
- Heuser, C. (2007). Identificação de Aspectos e Impactos Ambientais em uma empresa de pequeno porte do setor Metalmeccânico. Universidade do Estado de Santa Catarina: Centro de ciências tecnológicas departamento de engenharia de produção e sistemas. Joinville-SC.
- Holweg, M. (2007). The Genealogy of *Lean* Production. ResearchGate; Wiley.
- Howell, G. (1999). What is lean construction - Lean Construction, Lean production, Production management.
- Htun, A., & Khaing, C. (2019). *Lean Manufacturing, Just in Time and Kanban of Toyota Production System (TPS)*.
- Imai, M. (1986). *Kaizen The Key to Japan's Competitive Success* [McGraw-Hill Education].
- IMPIC - Instituto dos Mercados Públicos do Imobiliário e da Construção. Relatório do setor da construção em Portugal, 2022.
- INE. (2021). Recenseamento da Geral da População e o IV Recenseamento Geral da Habitação [Www.ine.pt](http://www.ine.pt).
- Johansen, E., & Walter, L. (2007, May). *Lean Construction: Prospects for the German construction industry*. ResearchGate; unknown.
- Kim, D. Y., Park, J., & Morrison, A. M. (2008). A model of traveller acceptance of mobile technology. *International Journal of Tourism Research*, 10(5), 393–407.
- Koskela, L. J. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. ResearchGate; unknown.
- Koskela, L. J. (2000). An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction. ResearchGate; unknown.

- Koskela, L. J., Ballard, G., Howell, G. A., & Tommelein, I. (2002). The foundations of *Lean Construction*. ResearchGate; unknown.
- Krijnen, A. (2007). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. (2023). Taylor & Francis.
- Kristen Donovan Balinski, & Grantham, K. (2013). Quantifying the Carbon Footprint of *Lean Waste*. *Engineering*, 05(01), 80–91.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. d. A. (2010). *Fundamentos da metodologia científica* (2nd ed.). Atlas.
- Lean Construction* Blog. (2023). 3rd Annual Last Planner System® Conference March 22-23, 2023. Retrieved September 24, 2023, from *Leanconstructionblog.com* website:
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer* (1st ed.). Colina McGraw.
- Lobo, N. M. d. C. (2019). *Implementação de práticas de gestão visual visando a melhoria contínua em obras* [Dissertação de mestrado, Universidade da Bahia].
- Lu, J.-C., & Yang, T. (2015). *Implementing Lean standard work to solve a low work-in-process buffer problem in a highly automated...* ResearchGate; Taylor & Francis.
- Marconi, M. d. A., & Lakatos, E. M. (2011). *Fundamentos de metodologia científica* (9th ed.). Atlas.
- Marcos, F., Camila Santos Canholato, & Ribeiro, M. (2016). Escala de likert como metodologia nas pesquisas sobre educação. *Semana Das Licenciaturas*, 4.
- Marhani, M. A., Jaapar, A., & Bari, N. A. A. (2012). *Mohd Arif Marhani, Aini Jaapar, & Bari, A. (2012). Lean Construction: Towards Enhancing Sustainable Construction in Malaysia. Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 68, 87–98.
- Martins, I. (2016). *Lean e sua aplicabilidade na indústria da construção*.
- Mastroianni, R., & Abdelhamid, T. (2014). *The Challenge: The Impetus for Change to Lean Project Delivery*.
- Mattar, F. N. (1994) *Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise*, 2a. ed. São Paulo: Atlas, 2v., v.2.

- Moreira, F. (2014). portal-gestao.com. Obtido em 14 de Maio de 2014.
- Moresi, E. Metodologia da pesquisa. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2003. Disponível em:
- Nielsen, A. (2008) Getting Started with Value Stream Mapping. Gardiner Nielsen Associated Inc., Salt Spring Island. - References - Scientific Research Publishing. (2014). Scirp.org.
- Ohno, T. (1988). O Sistema Toyota de Produção.
- Ohno, T., & Bodek, N. (2019). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production, 1–143.
- ONU. (1991). Nosso futuro comum (2nd ed.). FGV.
- Patrão, C., de, T., Fonseca, P., & Moura, P. S. (2005). Manual de Boas Práticas de Eficiência Energética – Implementar o Desenvolvimento Sustentável nas Empresas... ResearchGate; BCSD Portugal.
- Paz, F. J., & Kipper, L. M. (2016). Sustentabilidade nas organizações: vantagens e desafios. Revista Gestão Da Produção Operações E Sistemas, 11(2), 85.
- Peneirol, N. L. S. (2007). *Lean Construction* em Portugal Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner [Master's thesis, Universidade Técnica de Lisboa].
- Pinto, F. (2012). *LEAN CONSTRUCTION* Proposta de Metodologia de Avaliação de Projetos de Construção Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL - ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES CIVIS. Retrieved October 2023.
- PNUD. (2012). Buildings: investing in energy and resource efficiency. In: Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. de. (2013). Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico (2a edição).
- Queijo, T. C. (2019). Aplicação de kanban ágil na gestão de informações em canteiro de obras [Universidade Tecnológica Federal Do Paraná].

Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). *Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation*. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174–180.

Rajab, O. (2022, September 29). *LEAN CONSTRUCTION*. ResearchGate; unknown.

Roth, C. das G., & Garcias, C. M. (2009). *Construção Civil e a Degradação Ambiental*. 7(13), 111–128.

Santos, A., Powell, J., Sharp, J., & Formoso, C. (1998, August). Principle of transparency applied in construction. In *Proc. Of the Annual Conf.(IGLC-6)* (pp. 16-23).

Selltiz, C., Jahoda, M., Deutsch, M., Cook, S. W., & Leite, D. M. (1975). *Métodos de pesquisa nas relações sociais*. In *Métodos de pesquisa nas relações sociais* (pp. 690-690).

Shingo, S. (1996). *O sistema Toyota de produção*. Bookman Editora.

Silva, E. L.; Menezes, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. Disponível em:

Silveira, M. A. (2013). Strategic Management of Innovation Towards Sustainable Development of Brazilian Electronics Industry. *Journal of Technology Management & Innovation*, 8, 89–90.

Simões, J. T. da C. B. (2013). *Implementação do Standard Work e outras ferramentas Lean Production numa empresa de máquinas-ferramentas*. Uminho.pt.

Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of *Lean Construction* and *Lean* tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465–471.

Sousa, B. B. D. (2019). *Melhoria de processos através de ferramentas Lean Construction e outras ferramentas, numa empresa de construção civil*. Uminho.pt.

Temple, Stanley, Interview Remarks (1992) Old Issue, New Urgency Wisconsin Environmental Dimension, 1, 1. - References - Scientific Research Publishing. (2015).

TheLeanthinker. (2014, July 20). OEE – OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS.

Thomas, R., Marosszeky, M., Karim, K., Davis, S., & McGeorge, D. (2002). Tel +61 (2) 9385 6767 4 Professor of The Built Environment, Faculty of the Built Environment.

Valporto, Mariana Sousa; Azevedo, Patrícia Silva. Gestão do design na identificação dos fatores de impactos ambientais da construção civil. Estudos em Design, v. 24, n. 1, 2016.

Venturini, J. S. (2015). Proposta de ações baseadas nos 11 princípios *Lean Construction* para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria. Ufsm.br.

Wolbert, D. (2007). Utilization of Visual Metrics to Drive Intended Performance [Master's thesis, University of Michigan].

Womack, J., & Jones, D. (1996). Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection Harvard Business Review.

Yin, R. K. (2005). Estudo de caso Planejamento e Métodos (2nd ed.). Booksman.

Yin, R. K. (2011). Applications of case study research (3rd ed.). SAGE.

## 7. ANEXOS

### Anexo A - Correio eletrónico enviado.

Inquérito Tese Mestrado

 firminolima@  
Para

  Responder  Responder a Todos  Reencaminhar 

Ex.mo(a) Sr.(a),

Venho por este email pedir a vossa colaboração para o preenchimento de um inquérito que tem como base a análise e conhecimento da filosofia *Lean Construction*, no qual está inserido no âmbito da dissertação de mestrado do Instituto Politécnico de Bragança, curso Engenharia da Construção tem como tema:  
**"SOLUÇÕES PRÁTICAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE LEAN CONSTRUCTION EM ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO".**

Agradeço desde já a sua colaboração para o preenchimento do inquérito on-line.

Firmino Lima  
Aluno Mestrado Eng. da Construção do IPB

Link para o inquérito:  
<https://forms.gle/HTGmfrt9bVsYryIXA>

Com os melhores cumprimentos,

**Firmino Lima, Engº**  
Adjunto de Diretor de Obra

Anexo B - Soluções práticas na implementação de *Lean Construction* em estaleiros de construção: estudo de caso.

26/02/2023, 12:45

Tema: SOLUÇÕES PRÁTICAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE LEAN CONSTRUCTION EM ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO...

**Tema: SOLUÇÕES PRÁTICAS NA IMPLEMENTAÇÃO DE LEAN CONSTRUCTION EM ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO: ESTUDO DE CASO.**

Este estudo tem por objetivo a análise e conhecimento da filosofia *Lean Construction*, bem como a sua possível aplicação em obra. É um estudo académico que permite avaliar o grau e a implementação de conteúdos ou soluções enquadráveis na filosofia *Lean Construction* na empresa de construção Teixeira, Pinto & Soares, SA. Os dados serão usados único e exclusivamente para fins deste estudo, prevalecendo anonimato de cada resposta.

**\*Obrigatório**

**1) A que departamento pertence? \***

*Marcar apenas uma oval.*

- Administração
- Produção
- Comercial
- Financeiro
- Recursos Humanos
- Qualidade, Segurança e Ambiente
- Outro: \_\_\_\_\_

**2) Qual a função na empresa? \***

\_\_\_\_\_

[https://docs.google.com/forms/d/1i-IC\\_7Qf7e\\_SORAZlDitHzjFICsC4I8hf-69nPNSGE/edit](https://docs.google.com/forms/d/1i-IC_7Qf7e_SORAZlDitHzjFICsC4I8hf-69nPNSGE/edit)

**3) Quantos anos de atividade tem na empresa?**

*Marcar apenas uma oval.*

- 1 a 5
- 6 a 10
- 11 a 15
- mais de 15
- Outro: \_\_\_\_\_

**4) Como avalia seu conhecimento sobre a filosofia Lean ? \***

Se respondeu "Não estou a par dessa filosofia" passe para a pergunta 16.

*Marcar apenas uma oval.*

- Conheço
- Não estou a par dessa filosofia

### 5) Quais as ferramentas *Lean* que conhece?

Ferramenta: Aplicação prática

*Marque todas que se aplicam.*

- Last Planner System: É usado um cronograma, para instalação de esquadrias representados com papeis do tipo "post-it", de várias cores, para uma fácil leitura e ajuste temporal das atividades por pavimento.
- Standard Work: Estabelecer as operações de forma sequenciada e cronometrada para cada atividade; processo de execução de lajes (forma/escoramento)
- OEE (Overall Equipment Effectiveness): Painel que indica e monitoriza o desempenho dos equipamentos pesados, informando o tempo em que o equipamento está disponível, mede a performance do equipamento e mede perdas de produção por falta de qualidade dos resultados produzidos.
- Gestão Visual: Disponibilização de painéis informativos com esquemas; Controlo da arrumação de ferramentas, de equipamentos e de materiais; Estado de cumprimento dos objetivos.
- Kaisen: Substituição da armadura de projeto – Foi pedida uma alteração dos projetos no que diz respeito à armadura dos muros exteriores. Assim passou-se de um processo que levava o triplo do tempo a executar para peças já pré-fabricadas.
- Kanban: Identificação dos suprimentos através de cartões coloridos na qual será definido stock com folga, que necessitam de atenção para reposição e suprimentos que lote mínimo em estoque.
- 5S: Na ferramentaria, os materiais são dispostos de forma organizada o que torna mais fácil a localização de qualquer ferramenta ou equipamento necessário e uma economia de tempo. Todos os equipamentos são sujeitos a inspeções periódicas permitindo assim uma redução de custos de reparações e um aumento de segurança.
- Value Stream Mapping: Mapear o estado atual da pintura de apartamentos dos "n" pavimentos, de forma visual (através de símbolos), com regras gráficas específicas, nas suas diferentes etapas.
- Todas
- Outro: \_\_\_\_\_

### 6) A empresa aplica alguns conceitos e/ou ferramentas e/ou técnicas *Lean*?

Se respondeu NÃO, passe para a pergunta 17.

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

**7) Quais as ferramentas e/ou técnicas Lean que a sua empresa usa?**

*Marque todas que se aplicam.*

- Last Planner System
- Standard Work
- OEE (Overall Equipment Effectiveness)
- Gestão Visual
- Kaisen
- Kanban
- 5S
- Value Stream Mapping

**7.1) De acordo com a questão anterior, dos itens que foram marcados, descreva como cada filosofia é aplicada na empresa.**

---

---

---

---

---

**7.2) Além dos que indicou, conhece outros exemplos que pode ser aplicados/implementados em obra em que aplique a filosofia Lean?**

---

---

---

---

---

**8) Quais os fatores que estão na base da decisão de aplicação dos conceitos e ferramentas Lean?**

Em que 1 representa nada importante e 5 muito importante.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Insatisfação do Cliente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução de Custos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alinhamento estratégico da empresa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria de Produtividade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**9) Acha que os custos financeiros são barreira para a implementação Lean? justifique!**

---

---

---

---

---

**10) Qual o impacto esperado da aplicação do pensamento Lean na organização? (Nas pessoas)**

Em que 1 representa nada importante e 5 muito importante.

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Aumento da motivação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria de espírito de equipa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria do desempenho individual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**11) Qual o impacto esperado da aplicação do pensamento Lean na organização? (Nos processos)**

Em que 1 representa nada importante e 5 muito importante

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Redução de tempos de execução	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução de produtos defeituosos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução de stock	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redução de número de actividades sem valor	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**12) Quais as principais dificuldades com a implementação desta filosofia Lean?**

Em que 1 representa nada importante e 5 muito importante

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Falta de recursos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de motivação das pessoas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de conhecimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de evidência dos resultados (curto prazo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de envolvimento da gestão de topo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Falta de reconhecimento de competências na equipa interna	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Resistências das pessoas à mudanças de paradigmas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**13) Conheceu a forma de gestão da empresa antes da implementação de processos de melhoria enquadrados com o LEAN?**

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

**14) Como classifica o grau de importância dos seguintes campos Lean?**

Em que 1 representa nada importante e 5 muito importante

Marcar apenas uma oval por linha.

	1	2	3	4	5
Estratégia da empresa a longo prazo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Otimização de processos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Melhoria contínua	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desafiar e incentivar os funcionários	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Desafiar e incentivar os fornecedores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ter reuniões diárias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estratégia da Gestão Visual	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**15) Na sua opinião, qual o futuro do Lean?**

---

---

---

---

---

**16) Considera importante a publicação interna na empresa de um \*  
guião com as práticas do Lean em estaleiros?**

---

---

---

---

---

**17) Está disposto a saber mais ou ter mais informação sobre as  
vantagens e aplicação da filosofia LEAN?**

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

**18) Está disposto a realizar entrevista online ou para esclarecer  
eventuais dúvidas para melhor completar este questionário sobre o  
uso da filosofia Lean na sua empresa?**

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

[https://docs.google.com/forms/d/1i-IC\\_7Qf7e\\_SORAzIlDitHzjFICsC4l8hf-69nPNSGE/edit](https://docs.google.com/forms/d/1i-IC_7Qf7e_SORAzIlDitHzjFICsC4l8hf-69nPNSGE/edit)

# IMPLEMENTAÇÃO DA *LEAN* *CONSTRUCTION* EM ESTALEIROS DE CONSTRUÇÃO

## GUIA PRÁTICO



Por:  
Firmino Eugênio Campos Lima

## INTRODUÇÃO



Este é um guia prático das ferramentas *Lean* aplicadas a estaleiros de obras, buscando eliminar desperdícios, otimizar processos e agregar valor em todas as etapas de um projeto de construção.

Ao adotar a aplicação das ferramentas abordadas neste guia, as empresas do setor da construção civil podem melhorar a produtividade, obter uma gestão mais eficiente do tempo, materiais e mão de obras, podendo identificar e eliminar atividades que não agregam valor, como atrasos, retrabalho, movimentações desnecessárias e estoques excessivos, resultando em uma execução mais rápida e econômica dos projetos. Além da otimização de processos e aumento da rentabilidade, a aplicação dessas ferramentas também garante maior organização e segurança nos estaleiros, ao mesmo tempo em que contribui para a sustentabilidade, uma vez que permite construir de forma mais responsável.

A seguir são apresentadas algumas ferramentas *Lean*, sua forma de aplicação e exemplos de situações problemáticas que podem ser encontrados em estaleiros e seus impactos, sendo minimizados ou excluídos com o uso destas ferramentas. As ferramentas apresentadas foram selecionadas devido à sua potencialidade de serem aplicadas e utilizadas em estaleiros de obras.

## KANBAN



O Kanban é uma ferramenta utilizada para o gerenciamento e controle visual do fluxo de trabalho, sendo baseado em um sistema de quadros ou painéis, nos quais são registradas as atividades e tarefas

necessárias para a conclusão do projeto.

Cada tarefa é representada por um cartão ou nota adesiva, contendo informações relevantes, como descrição da atividade, responsável, prazo, status, entre outros.

O painel Kanban é dividido em colunas, que representam os estágios do fluxo de trabalho, sendo as colunas intituladas como:

PAINEL KANBAN			
NÃO INICIADO	EM EXECUÇÃO	CONCLUÍDO	URGÊNCIA
		■	■
		■	
	■		
	■		
■			
■			

"Não iniciado", "Em execução", "Concluído" e "Urgência", mas podem ser adaptadas de acordo com as necessidades do projeto. Cada cartão é movido de uma coluna para outra à medida que a atividade avança no processo.

O objetivo principal do Kanban é proporcionar uma visão clara do status do projeto, identificando rapidamente as dificuldades, atrasos ou tarefas acumuladas. Dessa forma, é possível tomar ações corretivas de forma ágil, realocando recursos, reorganizando prioridades ou resolvendo problemas que estejam afetando o fluxo de trabalho.

### **A aplicação do Kanban em fluxos de trabalho de construção pode ser feita da seguinte maneira:**

- 1. Mapear o fluxo de trabalho:** Primeiramente, é necessário entender todas as etapas do fluxo de trabalho em um estaleiro de obras. Isso pode incluir tarefas como preparação do terreno, fundação, estrutura, acabamentos, entre outras.
- 2. Identificar os estágios do fluxo:** Após mapear o fluxo de trabalho, é importante identificar os estágios pelos quais as tarefas passam. Isso pode incluir etapas como "Não iniciado", "Em andamento", e "Concluído".
- 3. Criar o quadro Kanban:** Com base nas etapas identificadas, é possível criar um quadro Kanban, que pode ser um quadro branco, um painel magnético ou uma ferramenta digital. Divida o quadro em colunas representando cada estágio do fluxo de trabalho.
- 4. Mover os cartões Kanban:** À medida que as tarefas progredem no fluxo de trabalho, os cartões Kanban devem ser movidos de uma coluna para a próxima. Isso permite que todos os membros da equipe tenham visibilidade do status das tarefas.

5. Limitar o trabalho em progresso: Uma prática comum no Kanban é limitar a quantidade de trabalho em andamento em cada estágio. Isso evita sobrecarregar a equipe e ajuda a identificar as dificuldades. Por exemplo, pode-se estabelecer um limite de três tarefas em andamento em cada coluna.

6. Melhoria contínua: À medida que a equipe trabalha com o Kanban, é possível identificar oportunidades de melhoria. Por exemplo, se houver constantemente atrasos em uma determinada etapa, pode ser necessário investigar e resolver as causas raiz do problema.

### Situações de problemas e resolução com Kanban

#### 01.

**Descrição do problema:** Tarefas atrasadas – muitas tarefas acumuladas, causando atrasos em todo projeto.

**Resolução:** Realizar uma reunião de sincronização diária para identificar as dificuldades e redistribuir o trabalho. Organizar no quadro Kanban dando ordem de prioridade e limitando o trabalho, por exemplo, 3 atividades por coluna, assim evitando também a sobrecarga.

#### 02.

**Descrição do problema:** Sobrecarga de trabalho – muitas tarefas em andamento ao mesmo tempo, levando à falta de foco e a atrasos.

**Resolução:** Limitar o trabalho em progresso em cada coluna do quadro Kanban para evitar sobrecarga. Equilibrar o fluxo de trabalho distribuindo tarefas de forma equitativa entre a equipe.

**Exemplo prático de Kanban aplicado ao estaleiro de obra:** Gerenciar os equipamentos: criar um cartão para cada equipamento, contendo informações como o nome do equipamento, a data de entrega, a data de devolução e a equipe responsável.

## KAIZEN

O Kaizen significa "**mudar para melhor**". Essa ferramenta se baseia na ideia de que pequenas mudanças incrementais e contínuas podem levar a melhorias significativas ao longo do tempo. O Kaizen é aplicável a todos os aspectos de uma organização, incluindo estaleiros de construção.

### Conceito do Kaizen:

- O Kaizen envolve a mentalidade de buscar constantemente melhorias em todas as áreas e processos da organização.
- Incentivo a participação ativa de todos os membros da equipe, desde trabalhadores no chão de fábrica até gerentes e líderes.
- O foco do Kaizen está em fazer mudanças pequenas e incrementais, em vez de grandes transformações abruptas.



### A aplicação do Kaizen em fluxos de trabalho de construção pode ser feita da seguinte maneira:

1. Envolvimento da equipe: Incentive todos os membros da equipe do estaleiro a participar do processo de Kaizen, compartilhando ideias e sugestões para melhorias.
2. Identificação de oportunidades: Promova a cultura de reconhecer e identificar oportunidades de melhoria em todas as áreas, desde os processos de construção até os fluxos de trabalho administrativos.
3. Eliminação de desperdícios: Use os princípios do Kaizen para identificar e eliminar desperdícios, como excesso de estoque, movimentações desnecessárias, esperas e retrabalho.
4. Padronização de processos: Estabeleça padrões de trabalho claros e bem definidos para garantir a consistência e a qualidade nas atividades do estaleiro.
5. Melhorias incrementais: Encoraje a equipe a propor e implementar pequenas melhorias diárias em seus processos de trabalho. Isso pode incluir a simplificação de tarefas, redução de tempos de espera ou identificação de áreas onde a eficiência pode ser aumentada.
6. Análise de problemas: Utilize ferramentas como análise de causa e efeito, 5 Porquês e diagrama de Ishikawa para investigar e resolver problemas de forma sistemática.
7. Ciclo PDCA: Aplique o ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act) para implementar mudanças, acompanhar os resultados, verificar sua eficácia e agir em conformidade.

A sigla PDCA corresponde às etapas do ciclo: Planejar (Plan), Executar (Do), Verificar (Check) e Agir (Act). Essas etapas são executadas sequencialmente em um processo cíclico para promover a melhoria contínua dos resultados.

## Situações de problemas e resolução com Kaizen

01.

**Descrição do problema:** Tempo de espera excessivo – os processos com dificuldades que resultam em tempos de espera prologados.

**Resolução:** Realizar um mapeamento do fluxo de valor para identificar as dificuldades. Em seguida, aplicar técnicas de Kaizen, como o uso de Kanban ou implementação de células de trabalho para reduzir os tempos de espera e melhorar o fluxo do processo.

02.

**Descrição do problema:** Desperdício de materiais – materiais são frequentemente desperdiçados devido a problemas de estoque, manuseio inadequado ou falta de controle.

**Resolução:** Aplicar os princípios do Kaizen para reduzir o desperdício de materiais, envolvendo a implementação de um sistema de gerenciamento de estoque eficiente, padronização de processos de manuseio de matérias ou a identificação e eliminação de fontes específicas de desperdício.

**Exemplo prático de Kaizen aplicado ao estaleiro de obra:** Identificar processos que geram desperdícios em um estaleiro de obras, como falta de organização de ferramentas, uso excessivo de materiais ou atrasos causados por planejamento insuficiente.

## 5S

A ferramenta 5S é uma prática amplamente utilizada para promover a organização, limpeza e eficiência no ambiente de trabalho, e recebe esse nome por ser composta por cinco princípios que começam com a letra "S", cada um representando uma etapa específica do processo: Seiri (arrumação), Seiton (ordem), Seiso (limpeza), Seiketsu (padronização) e Shitsuke (disciplina).



**A aplicação do 5S em fluxos de trabalho de construção pode ser feita da seguinte maneira:**

**Seiri** (arrumação):

- Identificar e eliminar materiais, equipamentos, ferramentas e documentos desnecessários no estaleiro de obras.
- Classificar os itens em "necessários" e "desnecessários" com base em critérios como frequência de uso e importância.
- Remover os itens desnecessários do local de trabalho para liberar espaço e facilitar o acesso aos itens essenciais.

**Seiton** (ordem):

- Organizar os itens necessários de forma sistemática e eficiente.
- Designar um local específico para cada item e garantir que todos os membros da equipe saibam onde encontrá-los.
- Utilizar sistemas de identificação, etiquetas e racks para facilitar a localização rápida dos itens necessários.

### **Seiso** (limpeza):

- Manter um ambiente de trabalho limpo e livre de sujeira e entulhos.
- Realizar limpeza regular do estaleiro de obras, removendo resíduos, sujeira e obstáculos.
- Promover a conscientização sobre a importância da limpeza e a responsabilidade de cada membro da equipe em manter o ambiente limpo e seguro.

### **Seiketsu** (padronização):

- Estabelecer padrões e procedimentos para manter a organização e a limpeza no estaleiro de obras.
- Criar instruções claras sobre como os itens devem ser organizados, como as tarefas devem ser executadas e como a limpeza deve ser realizada.
- Garantir que todos os membros da equipe sigam os padrões estabelecidos e oferecer treinamento quando necessário.

### **Shitsuke** (disciplina):

- Criar uma cultura de disciplina e hábitos sustentáveis.
- Encorajar a prática regular do 5S e a manutenção dos padrões estabelecidos.
- Realizar auditorias periódicas para garantir a adesão contínua aos princípios do 5S e identificar áreas que precisam de melhorias adicionais.

## **Situações de problema e resolução com 5S**

### **01.**

**Descrição do problema:** Muitas vezes, as ferramentas e materiais necessários para o trabalho não estão devidamente organizados, o que resulta em desperdício de tempo e atrasos na produção.

**Resolução:** Implemente o primeiro S, "Seiri" (Senso de Utilização), para eliminar itens não essenciais do local de trabalho. Identifique as ferramentas e materiais necessários para cada tarefa e designe um local específico para eles. Use etiquetas, cores ou códigos para identificar cada item. Isso facilitará a localização e a redução do tempo perdido procurando coisas.

**02.**

**Descrição do problema:** A sujeira e a desorganização podem criar um ambiente de trabalho inseguro, com riscos de escorregões e quedas.

**Resolução:** Aplique o segundo S, "Seiton" (Senso de Ordenação). Mantenha um programa de limpeza regular para garantir que as áreas de trabalho estejam limpas e organizadas. Forneça equipamento de proteção individual (EPI) adequado, como calçados antiderrapantes, e eduque os funcionários sobre a importância de manter as áreas limpas e seguras.

**Exemplo prático de 5S aplicado ao estaleiro de obra:** Ferramentas e equipamentos podem ser organizados em armários ou prateleiras para que estejam disponíveis para o trabalho sem perda de tempo na sua procura.

## GESTÃO VISUAL

A gestão visual é uma ferramenta que utiliza elementos visuais para tornar informações importantes e processos visíveis e compreensíveis para todos os envolvidos, promovendo a transparência, facilitação da comunicação eficaz e fornece uma representação clara do status, progresso e desempenho do trabalho.

Na construção, a gestão visual pode ser aplicada de diversas maneiras para melhorar os fluxos de trabalho, envolvendo a utilização de gráficos, quadros, diagramas, tabelas, cores e outros elementos visuais para apresentar informações de maneira clara e compreensível.

O objetivo é fornecer uma representação visual do trabalho em andamento, metas, prazos, problemas, padrões, instruções e outros aspectos relevantes para as equipes de construção.

Ao tornar as informações visíveis, a gestão visual promove o alinhamento, a colaboração e a tomada de decisões informadas em todos os níveis da organização.

### **A aplicação da Gestão Visual em fluxos de trabalho de construção pode ser feita da seguinte maneira:**

1. Identifique as informações e processos-chave: determine quais informações e processos são críticos para a gestão e desempenho do estaleiro. Isso pode incluir o acompanhamento de tarefas, cronogramas, recursos, segurança, qualidade, entre outros.
2. Escolha as ferramentas visuais adequadas: selecione as ferramentas visuais mais adequadas para representar as informações identificadas. Isso pode incluir quadros Kanban, gráficos de Gantt, painéis de indicadores, diagramas, etiquetas, placas, entre outros.
3. Defina a estrutura e o layout visual: estabeleça a estrutura visual que melhor se adapte ao estaleiro de obras. Isso pode ser um quadro branco, uma parede com painéis magnéticos, um painel digital ou qualquer outro formato adequado para exibir as informações visualmente.
4. Crie os quadros e painéis ou outras ferramentas visuais de acordo com as necessidades identificadas. Por exemplo, crie um quadro Kanban para acompanhar o progresso das tarefas ou um painel de indicadores para monitorar o desempenho do estaleiro.
5. Organize as informações de forma clara e lógica nas ferramentas visuais, e disponha em áreas visíveis. Por exemplo, nas colunas de um quadro Kanban, coloque os cartões ou notas que representam as tarefas em ordem lógica de fluxo de trabalho.



6. Padronize a utilização das ferramentas visuais: defina regras e padrões claros para a utilização das ferramentas visuais. Garanta que todos os membros da equipe entendam como usar as ferramentas corretamente e que sigam as práticas estabelecidas.
7. Treine a equipe: realize treinamentos para a equipe, explicando a importância da gestão visual e como utilizar as ferramentas implementadas. Certifique-se de que todos compreendam o propósito das ferramentas e saibam como usá-las.
8. Monitore e atualize as informações regularmente para garantir que estejam atualizadas e reflitam a realidade do estaleiro de obras. Atualize as informações conforme necessário e incentive a equipe a manter as ferramentas atualizadas.
9. Realize revisões e melhorias contínuas: realize revisões periódicas para avaliar a eficácia das ferramentas visuais e identificar oportunidades de melhoria. Solicite feedback da equipe e faça ajustes para aprimorar a gestão visual do estaleiro de obras ao longo do tempo.

## Situações problema e resolução com Gestão Visual

### 01.

**Descrição do problema:** Falta de clareza na comunicação de informações importantes – as informações essenciais para o andamento da obra não são comunicadas de forma clara e acessível para toda a equipe.

**Resolução:** Implementar quadris de avisos e painéis visuais que mostrem informações importantes, como metas, indicadores de desempenho, comunicados e informações de segurança, além de utilizar gráficos, cores e ícones para tornar as informações mais visíveis e compreensíveis.



**02.**

**Descrição do problema:** Fluxo de trabalho não otimizado e ineficiente a sequência de atividades em um processo não é clara, resultando em atrasos e confusão.

**Resolução:** Criar fluxogramas para representar os processos e etapas, colocando esses fluxogramas em locais visíveis para que todos possam consultar e entender a sequência correta das atividades. Identificar e demonstrar visualmente as dificuldades e pontos de melhoria para facilitar implementação de soluções.

**Exemplo prático de Gestão Visual aplicado ao estaleiro de obra:** Um quadro pode ser utilizado para mostrar informações como o cronograma de execução, o número de trabalhadores no local, a quantidade de material disponível e outras informações importantes para a gestão da obra.

## STANDARD WORK

A ferramenta Standard Work (Trabalho Padronizado) é uma prática fundamental para estabelecer padrões claros e consistentes de trabalho em um projeto de construção. O objetivo desta ferramenta é maximizar a eficiência, a qualidade e a segurança, reduzindo variações e minimizando desperdícios.

O Standard Work envolve a criação e documentação de um conjunto de instruções detalhadas que descrevem as melhores práticas para a realização de uma determinada tarefa ou atividade. Essas instruções consideram os métodos mais eficientes, ferramentas adequadas, sequência correta de passos e tempos de ciclo esperados.



**A aplicação do Standard Work em fluxos de trabalho de construção pode ser feita da seguinte maneira:**

1. **Observação e Análise:** Inicialmente, é necessário observar e analisar o trabalho existente para entender como as tarefas estão sendo executadas atualmente. Isso envolve a coleta de dados, identificação de problemas e oportunidades de melhoria.
2. **Definição do Padrão:** Com base na análise realizada, é estabelecido um padrão que representa a melhor forma de executar a tarefa. Esse padrão é desenvolvido em colaboração com a equipe e pode incluir instruções passo a passo, diagramas, fotos ou vídeos, dependendo da complexidade da atividade.
3. **Treinamento e Capacitação:** Após a definição do padrão, é importante treinar a equipe para que todos compreendam e sejam capazes de seguir as instruções estabelecidas. O treinamento adequado ajuda a garantir a consistência e a uniformidade na execução das tarefas.
4. **Implementação e Monitoramento:** O Standard Work é implementado na prática, e a equipe é orientada a seguir as instruções e os padrões estabelecidos. É essencial monitorar o trabalho em andamento para verificar se o padrão está sendo seguido corretamente e identificar oportunidades de melhoria.

5. Melhoria Contínua: O Standard Work é revisado e atualizado regularmente com base no feedback da equipe, nas lições aprendidas e nas mudanças nas condições do projeto. A melhoria contínua garante que os padrões sejam atualizados e aprimorados ao longo do tempo.

### Situações problema e resolução com Standard Work

#### 01.

**Descrição do problema:** Falta de padronização nos processos – os processos são executados de maneira diferentes por membros da equipe, causando erros e retrabalho.

**Resolução:** Definir e documentar um padrão de trabalho detalhado, que descreva as etapas e os procedimentos a serem seguidos. Treinar a equipe no padrão e implementar verificações de qualidade para garantir a conformidade.

#### 02.

**Descrição do problema:** Diferentes equipes executam a mesma tarefa de maneiras diferentes.

**Resolução:** Documentar e compartilhar os padrões de trabalho entre as equipes para garantir consistência. Realizar treinamentos interdepartamentais para garantir que todos estejam alinhados.



**Exemplo prático de Standard Work aplicado ao estaleiro de obra:** Padronização da montagem de estruturas: para garantir a segurança dos trabalhadores e a qualidade da estrutura, o processo de montagem das estruturas pode ser padronizado, com instruções claras sobre as etapas a serem seguidas e as ferramentas necessárias.

## LAST PLANNER SYSTEM

O Last Planner System é uma metodologia de planejamento e gestão que busca melhorar a eficiência e a produtividade nas operações do estaleiro, garantindo a entrega de projetos no prazo e com qualidade. Essa abordagem envolve reuniões colaborativas e iterativas para o planejamento, e é particularmente útil em ambientes complexos como estaleiros, onde múltiplas atividades estão em andamento simultaneamente, e a coordenação é fundamental para evitar atrasos e desperdícios.



**A aplicação do Last Planner System em fluxos de trabalho de construção pode ser feita da seguinte maneira:**

1. Definição de Objetivos: Nesta etapa, são definidos os objetivos gerais do projeto e os prazos para sua conclusão. Também são identificadas as principais atividades necessárias para atingir esses objetivos.
2. Planejamento do Projeto: Nesse nível, a equipe de gestão de projetos trabalha em conjunto com as equipes responsáveis pela execução das tarefas para criar um plano detalhado de todas as atividades necessárias. São identificadas as dependências entre as atividades e estabelecidas as datas de início e término.
3. Definição dos *Last Planners*: Com base no planejamento, são designados os "*Last Planners*" para cada fase do projeto, que são profissionais que ficarão responsáveis por detalhar o planejamento de suas respectivas áreas e estabelecer metas realistas.
4. Planejamento Semanal: O planejamento semanal envolve reuniões regulares entre as equipes de execução, onde são definidas as atividades a serem realizadas na semana seguinte. São discutidos os recursos necessários, as potenciais

dificuldades e as soluções para garantir a conclusão das tarefas conforme o planejado.

5. **Controle Diário:** No controle diário, as equipes se reúnem diariamente para revisar o progresso das atividades planejadas para o dia. São discutidos os resultados, os desvios e os impedimentos que possam estar afetando o andamento do trabalho. O objetivo é identificar problemas e tomar ações corretivas rapidamente.
6. **Análise e Melhoria:** Após cada semana de trabalho, é realizada uma análise das atividades executadas e dos resultados alcançados. A equipe identifica os sucessos, os problemas e as oportunidades de melhoria. Essa análise é usada para aprimorar o planejamento e as práticas de trabalho nas próximas semanas.

### Situações problema e resolução com Last Planner System

#### 01.

**Descrição do problema:** Tarefas não concluídas dentro do prazo previsto, causando atrasos no cronograma geral do projeto.

**Resolução:** No Last Planner System, a equipe realiza reuniões regulares para identificar as atividades que serão executadas no curto prazo. Utilizando o conceito de "*Pull Planning*", a equipe define as tarefas que podem ser concluídas em determinado período de tempo e compromete-se a cumprir esses prazos. Além disso, o uso de "*look-ahead planning*" permite identificar possíveis obstáculos e ajustar o plano para evitar atrasos.

O "*Pull Planning*" é uma abordagem colaborativa de planejamento onde as equipes se reúnem para definir atividades que podem ser concluídas em um **curto prazo**, com base no progresso atual e dependências.

No "*look-ahead planning*", as equipes **revisam o plano de curto prazo e também olham adiante** para identificar atividades que estão na iminência de serem executadas, geralmente em um período de uma a quatro semanas.

02.

**Descrição do problema:** Má comunicação entre as equipes, ocasionando a falta de alinhamento, conflitos e retrabalho.



**Resolução:** O Last Planner System promove reuniões colaborativas entre as equipes responsáveis pelas diferentes etapas do projeto. As equipes compartilham informações sobre suas atividades planejadas, identificam possíveis dependências e resolvem problemas de comunicação.

**Exemplo prático de Last Planner System aplicado ao estaleiro de obra:** No estaleiro de obras, o envolvimento da equipe pode ser obtido por meio da definição clara das tarefas, a atribuição de responsabilidades específicas e o estabelecimento de metas e objetivos comuns.

## INSTRUÇÕES DE TRABALHO

A ferramenta Instruções de Trabalho é um componente essencial da abordagem Lean aplicada a estaleiros de obra, que visa garantir a execução consistente e eficiente das tarefas. São documentos detalhados que descrevem os passos necessários para realizar uma determinada atividade ou tarefa de construção.



Esses documentos são projetados para serem claros, concisos e facilmente compreensíveis por todos os membros da equipe de construção, independentemente de sua experiência. O objetivo é proporcionar uma referência confiável e padronizada que minimize erros, ambiguidades e retrabalho.

### Situações problema e resolução com Instruções de Trabalho

#### 01.

**Descrição do problema:** A equipe de construção frequentemente não sabe quais tarefas priorizar ou como proceder, resultando em confusão e atrasos.

**Resolução:** Desenvolver um documento de Instruções de Trabalho detalhadas para cada fase do projeto, destacando a sequência correta de tarefas e as responsabilidades de cada membro da equipe. Essas instruções devem ser visualmente claras e acessíveis a todos, permitindo uma distribuição mais organizada e eficiente das tarefas.

#### 02.

**Descrição do problema:** Diferentes equipes e ofícios nos estaleiros de obras frequentemente colidem ou executam tarefas fora de ordem, levando a retrabalho e atrasos.

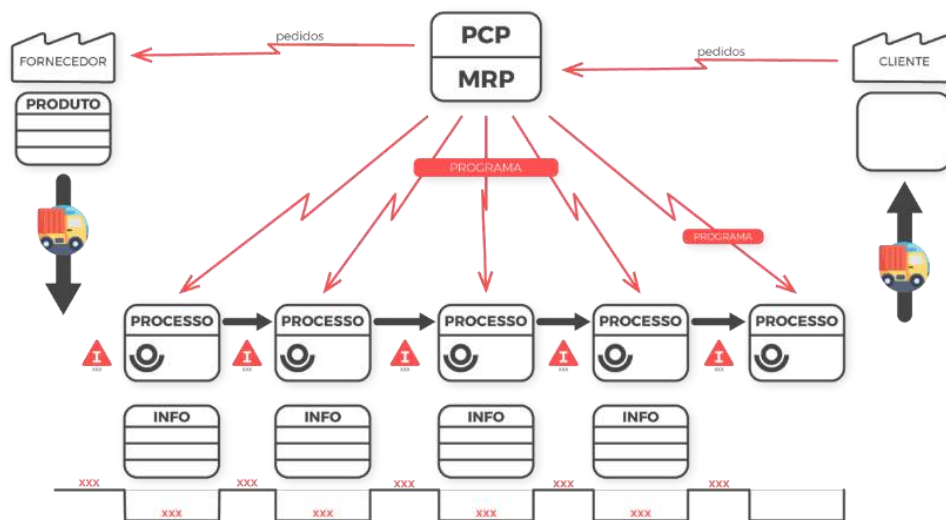
**Resolução:** Criar Instruções de Trabalho colaborativas que abordem as interfaces entre diferentes setores, descrevendo como as tarefas de diferentes equipes se integram, quais são as dependências e como evitar conflitos. Isso ajuda a melhorar a coordenação e a harmonia entre as equipes.

Nessas situações, as *Instruções de Trabalho* desempenham um papel fundamental ao fornecer orientações específicas e detalhadas para abordar os desafios enfrentados no estaleiro de obras. Ao *padronizar* processos, melhorar a coordenação, reduzir desperdícios e garantir a qualidade, as Instruções de Trabalho contribuem para uma execução mais eficiente e eficaz dos projetos de construção.

**Exemplo prático de Instruções de Trabalho aplicado ao estaleiro de obra:** Observar e analisar o procedimento de execução das tarefas que foram identificadas. Essa atividade pode ser realizada por meio de observação direta ou pela gravação de vídeos ou fotos do processo.

## VALUE STREAM MAPPING

O Value Stream Mapping ou mapeamento do fluxo de valor é uma poderosa ferramenta utilizada para mapear e analisar visualmente o fluxo de valor de um processo ou projeto de construção, consiste em criar um diagrama detalhado que representa todas as etapas e atividades envolvidas no processo, desde o início até o final. Esse mapa visual ajuda a identificar as dificuldades, atrasos, ineficiências e oportunidades de melhoria ao longo do fluxo de trabalho.



Há um MRP (planejamento de recursos) para gerar ordens de produção as quais empurram o material para o processo seguinte, o PCP (planejamento e controle da produção), e na linha inferior do mapa localiza-se a linha de tempo com a qual se compara o lead time e o tempo de processamento.

**A aplicação do Value Stream Mapping em fluxos de trabalho de construção pode ser feita da seguinte maneira:**

1. Identificação do Fluxo de Valor: A equipe mapeia todo o fluxo de trabalho envolvido na construção, desde o planejamento inicial, o projeto, aquisição de materiais, movimentação de recursos e equipamentos, até a execução das atividades no estaleiro de obras e a entrega do produto final.
2. Análise de Desperdícios: Com o fluxo de valor mapeado, a equipe identifica desperdícios e atividades que não agregam valor ao cliente. Isso pode incluir estoques excessivos de materiais, transporte desnecessário, esperas, retrabalho e outras ineficiências.

3. **Definição do Estado Futuro:** Com base na análise do fluxo de valor atual e dos desperdícios identificados, a equipe define um estado futuro desejado, com um fluxo de trabalho mais eficiente e menor tempo de ciclo. Essa definição deve considerar a melhoria da gestão de recursos, da logística e da coordenação de tarefas.
4. **Implementação de Melhorias:** Com o estado futuro definido, a equipe trabalha para implementar as melhorias necessárias para alcançá-lo. Isso pode envolver a adoção de práticas Lean, como o uso do Kanban para o controle visual de tarefas, a padronização de processos, a otimização do layout do estaleiro e a redução de desperdícios.
5. **Monitoramento e Aprendizado Contínuo:** Após a implementação das melhorias, a equipe monitora o novo fluxo de valor para avaliar os resultados alcançados. O aprendizado contínuo é incentivado, e ajustes são feitos conforme necessário para aprimorar ainda mais o processo ao longo do tempo.

### Situações problema e resolução com Value Stream Mapping

#### 01.

**Descrição do problema:** Tempo de ciclo longo

**Resolução:** Identificar, através do Value Stream Mapping, as atividades que não agregam valor e eliminá-las ou reduzi-las. Buscar formas de simplificar o fluxo de trabalho, reduzir retrabalho e aumentar a capacidade em áreas com dificuldades.

#### 02.

**Descrição do problema:** Estoques de materiais são mantidos em excesso no estaleiro de obras, levando a desperdício de recursos, espaço e capital.

**Resolução:** Aplicar o Value Stream Mapping para identificar os pontos no fluxo onde estoques excessivos são acumulados. Analisar os tempos de reposição e demanda de materiais. Com base nas análises, ajustar os sistemas de gerenciamento de estoque para permitir o abastecimento justo a tempo, reduzindo o acúmulo desnecessário de materiais. Monitorar continuamente os níveis de estoque e ajustar os processos conforme necessário.

**Exemplo prático de Value Stream Mapping aplicado ao estaleiro de obra:** Identificar os desperdícios presentes no processo, como movimentação desnecessária de materiais, retrabalho, espera e excesso de estoque. Esses desperdícios devem ser registrados em um mapa específico.

## PROCESSOS CÍCLICOS

A ferramenta Lean Construction - Processos Cíclicos é uma abordagem que se concentra na realização de atividades de construção de maneira repetitiva e contínua, buscando a melhoria constante ao longo do tempo. Ela é baseada no conceito de ciclos de aprendizado, nos quais a equipe de construção executa uma tarefa, analisa os resultados, identifica oportunidades de melhoria e ajusta os processos para alcançar maior eficiência e qualidade. Esse ciclo é repetido de forma iterativa para atingir resultados cada vez melhores.



### Situações problema e resolução com Processos cíclicos

#### 01.

**Descrição do problema:** Falhas de qualidade resultam em produtos insatisfatórios para os clientes.

**Resolução:** Usar o ciclo PDCA para desenvolver um plano (Plan) de melhoria da qualidade, implementar as ações (Do) para corrigir as falhas, verificar (Check) se as melhorias tiveram o efeito desejado e, se sim, incorporar essas melhorias como parte do novo padrão (Act).

#### 02.

**Descrição do problema:** Fluxos de trabalho ineficientes levam a atrasos e desperdício de recursos.

**Resolução:** Aplicar o ciclo PDCA para planejar (Plan) a otimização dos processos, executar (Do) as mudanças, verificar (Check) se as melhorias estão gerando resultados positivos em termos de eficiência e, se for o caso, padronizar as melhores práticas (Act).

**Exemplo prático de Processos Cíclicos aplicado ao estaleiro de obra:** Ciclo de gestão de materiais: Esse processo envolve o controle e gestão dos materiais utilizados na obra. Inicia-se com o levantamento das necessidades de materiais, seguido pela solicitação de compras e aquisição dos materiais. Posteriormente, ocorre o recebimento, armazenamento e distribuição dos materiais nos locais de trabalho. Ao final do ciclo, é feita uma análise do estoque, ajustes são realizados e um novo ciclo tem início.

## OVERALL EQUIPEMENT EFFECTIVENESS

O Overall Equipment Effectiveness (OEE) ou Eficiência Global de Equipamentos, é uma métrica e ferramenta importante na filosofia Lean, frequentemente aplicada em contextos industriais, incluindo estaleiros de obras. Essa ferramenta é usada para medir a eficiência de máquinas e equipamentos, identificando oportunidades de melhoria e otimização do uso dos recursos. No contexto de um estaleiro de obras, onde há uma série de equipamentos e máquinas utilizadas para a construção, a aplicação do OEE pode trazer benefícios significativos. Os principais componentes do OEE e sua aplicação são:

- **Disponibilidade:** Este componente mede o tempo em que o equipamento está realmente disponível e pronto para ser usado. As paradas não planejadas, como falhas mecânicas ou problemas elétricos, reduzem a disponibilidade do equipamento. O objetivo é minimizar essas interrupções não planejadas.
- **Desempenho:** O componente de desempenho avalia a velocidade real da máquina em comparação com a velocidade teórica ou esperada. Isso pode incluir paradas programadas, ajustes lentos e outras razões pelas quais a máquina não está operando na sua capacidade máxima.
- **Qualidade:** A qualidade mede a quantidade de produtos de qualidade produzidos em comparação com a quantidade total produzida. Máquinas defeituosas, retrabalho ou produtos não conformes afetam esse componente.

A fórmula geral do OEE é a multiplicação desses três componentes.



Na prática, aplicar o OEE em um estaleiro de obras envolve:

1. **Coleta de Dados:** É necessário coletar dados detalhados sobre a operação das máquinas e equipamentos. Isso pode incluir o tempo de inatividade não planejado, o número de produtos defeituosos ou retrabalhados e a velocidade de produção real.

2. **Análise dos Resultados:** Com base nos dados coletados, o OEE é calculado. Isso permite que a equipe identifique áreas específicas de ineficiência, como máquinas frequentemente paradas, baixa velocidade de produção ou problemas de qualidade.
3. **Identificação de Oportunidades de Melhoria:** Com base nos resultados do OEE, as oportunidades de melhoria podem ser identificadas. Isso pode envolver manutenção preventiva mais eficaz para aumentar a disponibilidade, otimização da programação de produção para melhorar o desempenho ou implementação de práticas de controle de qualidade mais rigorosas.
4. **Implementação de Melhorias:** Com as oportunidades de melhoria identificadas, a equipe pode implementar medidas para aumentar o OEE. Isso pode envolver treinamento da equipe, manutenção mais eficaz, otimização dos processos de produção ou aquisição de equipamentos mais eficientes.

### Situações problema e resolução com *Overall Equipment Effectiveness*

#### 01.

**Descrição do problema:** Equipamentos frequentemente enfrentam paradas não planejadas devido a falhas mecânicas, resultando em atrasos na produção.

**Resolução:** Implementar um programa de manutenção preventiva rigoroso, com inspeções regulares e trocas de peças desgastadas antes que ocorram falhas. Monitorar constantemente os dados de operação dos equipamentos para identificar sinais de problemas iminentes e agir proativamente para evitar paradas não planejadas.

#### 02.

**Descrição do problema:** Equipamentos operam abaixo de sua capacidade máxima, resultando em baixa velocidade de produção e menor eficiência.

**Resolução:** Identificar as dificuldades na produção e implementar melhorias no processo para aumentar a velocidade de operação dos equipamentos. Isso pode envolver treinamento da equipe, ajustes nas configurações dos equipamentos e otimização dos fluxos de trabalho.



**Exemplo prático de Overall Equipment Effectiveness aplicado ao estaleiro de obra:**

Empilhadeira: para medir a eficiência da empilhadeira, pode-se acompanhar indicadores como o tempo de movimentação, o tempo de espera e o tempo de parada não programada. Com base nesses dados, pode-se calcular o OEE da máquina e identificar oportunidades de melhorias, como reduzir o tempo de espera por meio de otimização do layout do estaleiro de obras e reduzir o tempo de parada não programada por meio de manutenções preventivas.