

**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal de Ouro Preto**  
**Escola de Minas**  
**Departamento de Engenharia de Produção, Administração e Economia**

**ANA BEATRIZ FREITAS DE OLIVEIRA**

**Análise Integrada da Distribuição de Materiais e Leiaute de Canteiros de Obras sob as perspectivas do Planejamento e Controle da Produção e da filosofia Construção Enxuta**

Ouro Preto  
2024

Ana Beatriz Freitas de Oliveira

**Análise Integrada da Distribuição de Materiais e Leiaute de Canteiros de Obras sob as perspectivas do Planejamento e Controle da Produção e da filosofia Construção Enxuta**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Produção.

Universidade Federal de Ouro Preto

Orientador: Prof. Me. Irce Fernandes Gomes Guimarães

Ouro Preto

2024



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
REITORIA  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,  
ADMINISTRAÇÃO E ECON



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Ana Beatriz Freitas de Oliveira**

**Análise Integrada da Distribuição de Materiais e Leiaute de Canteiros de Obras  
sob as perspectivas do Planejamento e Controle da Produção e da filosofia  
Construção Enxuta**

Monografia apresentada ao Curso de engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira de Produção

Aprovada em 01 de Março de 2024

### Membros da banca

Dr<sup>a</sup> Irce Fernandes Gomes Guimarães- Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP)

Dr - Jorge Luiz Brescia Murta (Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP)

MSc - Samantha Rodrigues de Araújo (Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG)

Dr<sup>a</sup> Irce Fernandes Gomes Guimarães - Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP , orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 01/04/2024



Documento assinado eletronicamente por **Irce Fernandes Gomes Guimaraes, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 01/04/2024, às 21:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0693761** e o código CRC **9908D21E**.

## **DEDICATÓRIA**

À minha amada mãe Rita, que mesmo ausente fisicamente, permanece presente em cada conquista e em cada passo que dou. E a Deus, fonte de toda a força e sabedoria, que guiou meus passos e iluminou meu caminho, permitindo que eu chegasse até aqui. Este trabalho é dedicado a vocês, com todo meu amor e gratidão.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha amada família, cujo amor e apoio inabaláveis foram a luz que iluminou cada passo desta jornada acadêmica. Agradeço a Deus pela força e orientação divina em todos os momentos. Ao meu querido pai Elmar e à minha avó Odila, cujo amor e sabedoria moldaram meu caráter e inspiraram minha busca pelo conhecimento. À minha mãe Rita, que partiu cedo demais, mas cujo amor e memória continuam vivos dentro de mim.

Expresso minha profunda gratidão à minha orientadora, Prof. Me. Irce Fernandes Gomes Guimarães, por sua orientação valiosa, paciência e incentivo ao longo deste processo. Aos professores da graduação, cujo conhecimento e dedicação foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Não posso deixar de agradecer aos amigos que estiveram ao meu lado, tanto nos momentos de alegria quanto nos desafios. Àqueles que caminharam comigo ao longo da vida e também aos que conheci durante esta jornada na graduação, vocês foram essenciais.

E por fim, minha gratidão à UFOP por oferecer um ensino gratuito de qualidade, permitindo que eu pudesse trilhar este caminho de aprendizado e crescimento pessoal. Que este trabalho possa ser uma pequena homenagem a todos aqueles que contribuíram para a minha jornada acadêmica. Muito obrigada!

*“Buscai em primeiro lugar o Reino de Deus e a sua justiça, e todas as demais coisas vos serão acrescentadas.”*

*Mateus 6:33*

## RESUMO

Há muitos anos, a engenharia utiliza o conhecimento científico e tecnológico para ajudar a solucionar problemas práticos da sociedade. Por muito tempo, as pessoas usaram seu conhecimento para criar ferramentas e máquinas que tornassem suas vidas mais fáceis e eficientes e, hoje, colhemos os frutos desse desenvolvimento nas mais diversas áreas, como nas indústrias, na área da saúde, na área da energia e na área das infraestruturas. Este estudo aborda o Planejamento e Controle da Produção (PCP), área desenvolvida no curso de Engenharia de Produção, aplicado à Engenharia Civil. Através dele busca-se compreender e contribuir para a disseminação da prática dos princípios da Construção Enxuta para o planejamento e desenvolvimento de leiautes de canteiro de obras. Serão apresentados os principais desafios enfrentados dentro dos canteiros e as práticas e ferramentas mais adequadas para aqueles que buscam melhoria contínua, otimização, segurança, qualidade e competitividade no mercado. A pesquisa levanta, através de análise bibliográfica e questionário aplicado, as principais práticas utilizadas nos canteiros de obras, considerando os meios de transporte, os equipamentos utilizados, os deslocamentos internos e externos, ferramentas utilizadas para controle de estoque, planejamento de movimentações, organização dos canteiros e tecnologias aplicadas. Por fim, são apresentadas as práticas mais relevantes para utilização dentro dos canteiros de obras e como elas podem se tornar soluções para problemas que envolvem desperdício de tempo e dinheiro, baixa produtividade, falta de segurança, descumprimento de prazos e insatisfação dos clientes.

**Palavras-chave:** Canteiro de Obra, Gestão de Estoque, Construção Enxuta, Distribuição de Materiais, *Layout* de canteiros de obras, Planejamento e Controle da Produção.

## **ABSTRACT**

For many years, engineering has used scientific and technological knowledge to help solve practical problems in society. For a long time, people used their knowledge to create tools and machines that made their lives easier and more efficient and, today, we reap the harvest of this development in the most diverse areas, such as industries, healthcare, energy, and in the area of infrastructures. This study addresses Production Planning and Control (PCP), an area developed in the Production Engineering course, applied to Civil Engineering. Through it, we seek to understand and contribute to the dissemination of the practice of Lean Construction principles for the planning and development of construction site layouts. The main challenges faced within construction sites and the most appropriate practices and tools for those seeking continuous improvement, optimization, safety, quality and competitiveness in the market will be presented. The research will survey, through bibliographical analysis and applied questionnaire, the main practices used on construction sites, considering the means of transport, the equipment used, internal and external movements, tools used for stock control, movement planning, organization of construction sites and applied technologies. Finally, the most relevant practices for use on construction sites will be presented and how they can become solutions to problems involving waste of time and money, low productivity, lack of safety, failure to meet deadlines and customer dissatisfaction.

**Keywords:** Construction Site, Inventory Management, Lean Construction, Material Distribution, Construction Site Layout, Production Planning and Control.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	<i>BUILDING INFORMATION MODELING</i>
CLT	CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS DE TRABALHO
DDS	DIALOGO DIÁRIO DE SEGURANÇA
ERP	<i>ENTERPRISE RESOURCE PLANNING</i>
FEFO	<i>FIRST EXPIRE FIRST OUT</i>
FIFO	<i>FIRST IN FIRST OUT</i>
LIFO	<i>LAST IN FIRST OUT</i>
NR	NORMA REGULAMENTADORA
OC	ORDEM DE COMPRA
PC	PEDIDO DE COMPRA
PCP	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
PP	PONTO DE PEDIDO

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Comparação entre STP e o sistema tradicional.....	18
Figura 2: Princípios da produção enxuta.....	19
Figura 3: Fluxograma de etapas da filosofia enxuta.....	19
Figura 4: Pensamento Convencional versus Pensamento Enxuto.....	20
Figura 5: A Casa do Pensamento Enxuto.....	22
Figura 6: Modelo conceitual de Construção Enxuta.....	25
Figura 7: O planejamento e seus desdobramentos.....	26
Figura 8: O controle e seus desdobramentos.....	26
Figura 9: questões para implementação do leiaute no canteiro de obras.....	28
Figura 10: Exemplo de posicionamento dos elementos em um canteiro de obras.....	30
Figura 11: Mapofluxograma.....	35
Figura 12: Diagrama de Espaguete.....	36
Figura 13: Classificação de estoque ABC.....	39
Figura 14: Diagrama Dente de Serra.....	39
Figura 15: Gráfico da distribuição do gênero.....	43
Figura 16: Idade.....	44
Figura 17: Cargo ocupado.....	44
Figura 18: Nível de escolaridade.....	45
Figura 19: Tempo de atuação no mercado.....	45
Figura 20: Áreas que compõem o canteiro de obras.....	46
Figura 21: Parâmetros para definição do local de carga e descarga de materiais.....	47
Figura 22: Parâmetros para definição do local de armazenamento de materiais.....	47
Figura 23: Equipamentos utilizados no transporte de materiais.....	48
Figura 24: Sinalização do canteiro.....	48
Figura 25: Coleta e descarte de resíduos.....	49
Figura 26: Periodicidade de recebimento de materiais.....	50
Figura 27: Parâmetros utilizados para estruturação do canteiro.....	51
Figura 28: Ferramentas utilizadas para controle de materiais necessários para cada etapa da obra.....	52
Figura 29: Ferramentas utilizadas para controle de estoque.....	53
Figura 30: Softwares utilizados para simulação da realidade.....	54
Figura 31: Dimensões do BIM.....	55

Figura 32: Ferramentas BIM utilizadas.....	56
Figura 33: Etapas para o planejamento de mudanças devido a evolução da obra.....	56
Figura 34: Ferramentas da filosofia enxuta.....	57
Figura 35: Ferramentas utilizadas no planejamento do canteiro.....	58
Figura 36: Avaliação da organização do canteiro de obras.....	58
Figura 37: Recursos humanos disponíveis.....	59
Figura 38: Treinamentos recebidos pela equipe.....	60
Figura 39: Satisfação acerca do trabalho realizado pela equipe.....	62
Figura 40: Materiais científicos selecionados.....	64
Figura 41: Mapa dos locais onde foram realizados os estudos selecionados.....	66
Figura 42: Ano de publicação.....	66

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Tipos de desperdícios na filosofia Enxuta.....	22
Tabela 2: Dimensionamentos das instalações dentro dos canteiros.....	31
Tabela 3: Exemplo de orçamento para implantação de canteiro de obras.....	36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
1.1 Considerações Iniciais .....	14
1.2. Objetivo Geral.....	15
1.3. Objetivos específicos .....	15
1.4. Hipóteses.....	15
1.5. Relevância do Estudo.....	16
1.6. Metodologia .....	16
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 Construção Enxuta .....	16
2.2. Planejamento e Controle da Produção .....	26
2.2.1 Planejamento de Canteiros de obras .....	27
2.3. Logística e leiaute do canteiro de obras .....	28
2.3.1. Movimentação de pessoas e materiais em canteiro de obras .....	30
2.3.2. Estruturação de canteiro de obras e metodologias.....	36
2.4. Gestão de estoque para canteiros de obras.....	38
2.4.1 O uso da Construção Enxuta para o controle de estoque em canteiro de obras.....	39
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>41</b>
<b>4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
4.1 Resultados obtidos através do questionário aplicado .....	43
4.2 Resultados obtidos através da revisão bibliométrica .....	63
<b>5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>69</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Considerações Iniciais

Esta pesquisa tem como foco principal mostrar como o PCP (Planejamento e Controle da Produção) pode auxiliar no processo de distribuição de materiais e na organização de canteiros de obras, considerando as perspectivas de uma análise bibliográfica de materiais científicos e de uma pesquisa entre pessoas que atuam em canteiros de obras.

De acordo com Chiavenato (2022), a finalidade do PCP é aumentar a eficiência e a eficácia do processo produtivo da empresa. Portanto, ele possui uma dupla finalidade: atuar sobre os meios de produção para aumentar a eficiência e cuidar para que os objetivos de produção sejam plenamente alcançados a fim de aumentar a eficácia. Sendo assim, para que empresas se mantenham competitivas no mercado e atendam às expectativas dos clientes, o planejamento e controle da produção se torna fundamental, visto que a utilização de seus conceitos contribui com melhorias internas e externas para as empresas.

Discutir sobre distribuição de materiais para canteiros de obras e a organização de planejamento de seu leiaute justifica-se através da evolução tecnológica e das crescentes exigências de qualidade no ramo. A logística se torna cada dia mais importante para garantir que as obras sejam concluídas dentro do tempo e do orçamento previstos. Os canteiros de obras são ambientes onde geralmente os prazos são apertados e os custos elevados (SANTOS; STARLING; ANDERY, 2015), por isso é de desejo das construtoras a economia de tempo, dinheiro e redução dos desperdícios. Uma gestão eficiente capaz de analisar cada processo produtivo de forma estratégica contribui para esses fatores e ainda aumenta a produtividade e competitividade no mercado, além da segurança e sustentabilidade das obras.

Para conquistar resultados eficientes, o gerenciamento de estoques é primordial, pois a falta de materiais e insumos durante o processo produtivo, ou sua excessiva acumulação, podem causar atrasos e custos adicionais. Para contribuir com essa gestão eficiente, a aplicação dos princípios da Construção Enxuta em cada etapa do processo leva a uma melhor utilização dos recursos e redução de custos (SANTOS; STARLING; ANDERY, 2015).

Sendo assim, esse estudo estabelece como problema de pesquisa o seguinte questionamento: Quais são as principais vantagens da aplicação dos princípios da Construção Enxuta e do PCP na distribuição de estoque e organização do leiaute de canteiros de obras? O presente estudo consiste em uma pesquisa aplicada de caráter exploratório, que visa analisar a distribuição de estoque e organização de canteiros de obras. Nesse sentido, para responder o problema de pesquisa, os resultados serão apresentados de forma quantitativa, a partir da coleta

de informações de fontes primária e secundária, incluindo produções acadêmicas e conteúdos publicados por especialistas e pesquisadores. A planificação da pesquisa inclui, em primeiro lugar, o levantamento dos dados secundários, para posterior contato com as fontes primárias, a fim de promover a coleta de dados sobre o que é realizado em campo. Como instrumentos da pesquisa exploratória, foram aplicados: análise dos dados e entrevista com pessoas que atuam diretamente em canteiros de obras.

## 1.2. Objetivo Geral

Analisar de forma integrada a distribuição de materiais e o leiaute de canteiros de obras sob as perspectivas do Planejamento e Controle da Produção e da filosofia da Construção Enxuta, identificando através de uma análise bibliográfica e de questionário aplicado no ambiente estudado as práticas mais utilizadas e as melhorias observadas, de forma que cada estratégia utilizada possa se adaptar à realidade que é vivenciada.

## 1.3. Objetivos específicos

- I. Fazer uma revisão da literatura sobre os assuntos que servirão de base para essa pesquisa.
- II. Analisar os princípios da Construção Enxuta para a distribuição de materiais para o canteiro de obras.
- III. Entrevistar através de questionário digital pessoas que vivenciam rotinas em canteiros de obras e tabular as informações.
- IV. Analisar a distribuição de materiais praticada em canteiros de obras.
- V. Analisar as ferramentas mais utilizadas e quais as contribuições para a eficiência e organização do canteiro de obras.

## 1.4. Hipóteses

1. A aplicação da Construção Enxuta nos canteiros de obras reduz os custos e desperdício de materiais que são causados pela compra em excesso e pelo armazenamento em local inadequado.

2. A organização do canteiro de obras torna o processo mais eficiente, contribuindo para o cumprimento de prazos e diminuição do retrabalho.

### 1.5. Relevância do Estudo

Assim, esta pesquisa acadêmica se justifica, pois uma análise detalhada sobre as práticas mais eficientes poderá ajudar nas tomadas de decisão de empresas do ramo e contribuir para o estabelecimento de um padrão de procedimento para o gerenciamento dos fluxos físicos dos materiais. Esse assunto se torna relevante, uma vez que as análises aprofundadas sobre o tema podem proporcionar importantes contribuições para o crescimento sustentável da indústria da construção civil. Todas essas atividades interligadas contribuem para identificar gargalos, evitar acidentes de trabalho e também na redução de impactos ambientais pela atividade realizada.

### 1.6. Metodologia

O presente estudo consiste em uma pesquisa aplicada de caráter exploratório, que visa analisar a distribuição de estoque e organização de canteiros de obras. Nesse sentido, para responder o problema de pesquisa, os resultados serão apresentados de forma quantitativa, a partir da coleta de informações de fontes primária e secundária, incluindo produções acadêmicas e conteúdos publicados por especialistas e pesquisadores. A planificação da pesquisa inclui, em primeiro lugar, o levantamento dos dados secundários, para posterior contato com as fontes primárias, a fim de promover a coleta de dados sobre o que é realizado em campo. Como instrumentos da pesquisa exploratória, foram aplicados: análise dos dados e entrevista com pessoas que atuam diretamente em canteiros de obras.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados conceitos chave, pelo ponto de vista de diferentes autores, e que servirão de base para o desenvolvimento desta pesquisa e atingimento do objetivo geral.

### 2.1 Construção Enxuta

A Construção Enxuta é uma filosofia que tem como objetivo principal melhorar os processos da construção civil, além de ajudar as empresas a elaborar, planejar, gerenciar e monitorar todas as etapas do projeto da forma mais eficiente possível (PERDIGÃO, REINERT JUNIOR, 2022). Através dela, é possível reduzir etapas desnecessárias, aumentar a

produtividade e gerar economia de custos e recursos. Esta filosofia se assemelha à Manufatura Enxuta, mas se aplica à indústria de construção civil.

De acordo com Dennis (2011), esse tipo de abordagem envolve a redução de desperdícios, aumentando a eficiência e a satisfação dos clientes, podendo ser alcançada através de menos tempo, espaço, equipamentos, materiais e recursos humanos, ou seja, a produção enxuta garante mais resultados com menor gasto de recursos.

Para Liker e Ross (2019), a mentalidade enxuta iniciada pela Toyota nos anos 90 é utilizada para enviar produtos de alta qualidade aos seus clientes de forma eficiente. Pequenos grupos e equipes trabalham juntos para que cada etapa da produção possa ser concluída rapidamente e com sucesso. Se algo der errado, os líderes agem imediatamente para resolver o problema. Isso significa que pequenos ajustes podem ser feitos durante a produção para manter a segurança e a qualidade em alto nível e padrão.

A Manufatura Enxuta também pode nos ajudar a entender melhor essa forma de pensamento. Para Gupta (2013) a manufatura enxuta ajuda a melhorar os processos de produção e a aumentar a satisfação no trabalho dos funcionários. Esta filosofia tem como foco melhorar os processos de fabricação para ajudar a criar produtos de maior qualidade e menor custo para o consumidor, eliminando o desperdício, ou seja, tudo aquilo que não adiciona valor ao produto. Se a Manufatura Enxuta é bem implementada, ela pode aumentar a produtividade por pessoa e reduzir a quantidade de produtos acabados que ficam em estoque.

Liker e Ross (2019) dizem que, líderes que se preocupam em melhorar a experiência do cliente, procuram estudar as variáveis do processo para melhorá-lo, além de realizarem análises para rastrear e reduzir gastos e problemas. Para ter sucesso nos resultados, é importante criar um plano e verificá-lo regularmente, garantindo que as metas sejam atingidas. Também é essencial ouvir a opinião dos clientes, estipulando entregas claras e definindo responsabilidades.

Em geral, nas organizações tradicionais, os administradores ditam as soluções e esperam grandes resultados. No entanto, na filosofia enxuta, em vez de soluções específicas, a Toyota incentiva seus membros a procurar o processo de melhoria mais eficaz para os problemas diários. Isso significa que as equipes focam mais na busca de um bom processo, em vez de tentar encontrar resultados imediatos (SOUSA et al., 2005).

Figura 1: Comparação entre STP e o sistema tradicional.

Sistema administrativo	Solução	Como desenvolver uma solução
Toyota	Deixa em aberto	Especificada, guiada, com treinamento
Tradicional	Dada/dirigida	Deixa em aberto
A Toyota ensina um padrão comum para desenvolver soluções		

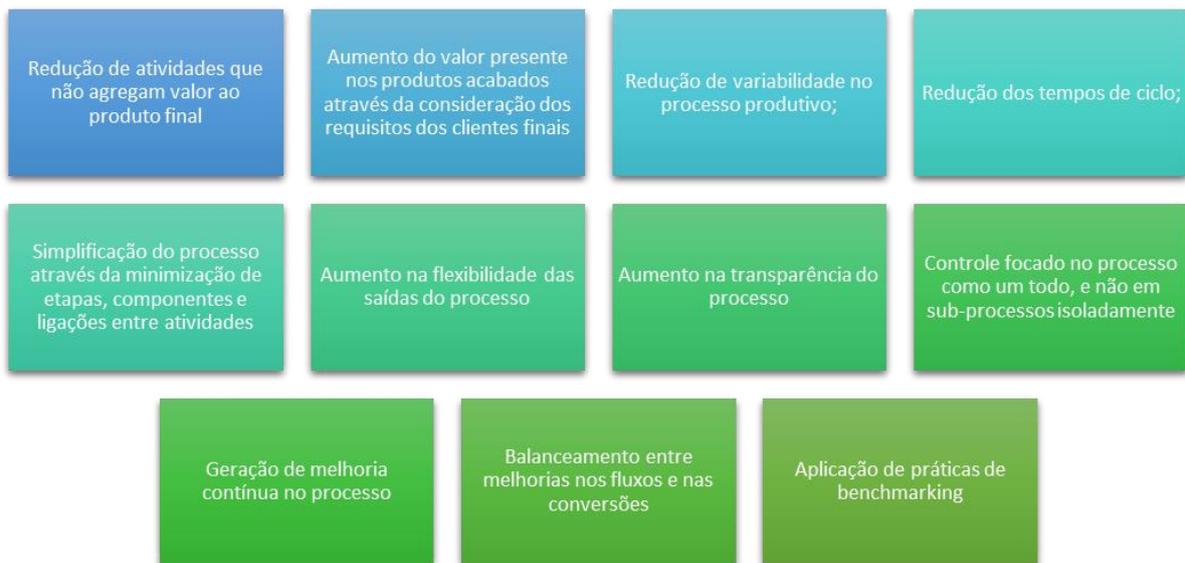
**Fonte:** Adaptado de Liker e Ross (2019).

Kurek et al. (2013), afirmam que o Pensamento Enxuto é uma estratégia para aperfeiçoamento da produtividade muito utilizada por empresas de diferentes setores que buscam mais eficiência na produção. Ainda de acordo com os autores, pensando na área da construção civil, a Construção Enxuta é uma filosofia para orientar as empresas construtoras para que possam produzir com qualidade, produtividade e eficiência. Uma das técnicas para isso é o planejamento e controle da produção, que ajuda a tomar decisões melhores quanto à produção de bens e serviços.

O desafio da construção enxuta é eliminar tudo que não agrega valor, reduzindo assim os custos e gerando maior lucro. Encontra-se na construção civil, muitas atividades entendidas como não geradoras de valor, tais como movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, entre outros (Ferreira et al, 2020).

Para Machado (2015), obtém-se a produção enxuta quando são praticados os seguintes princípios:

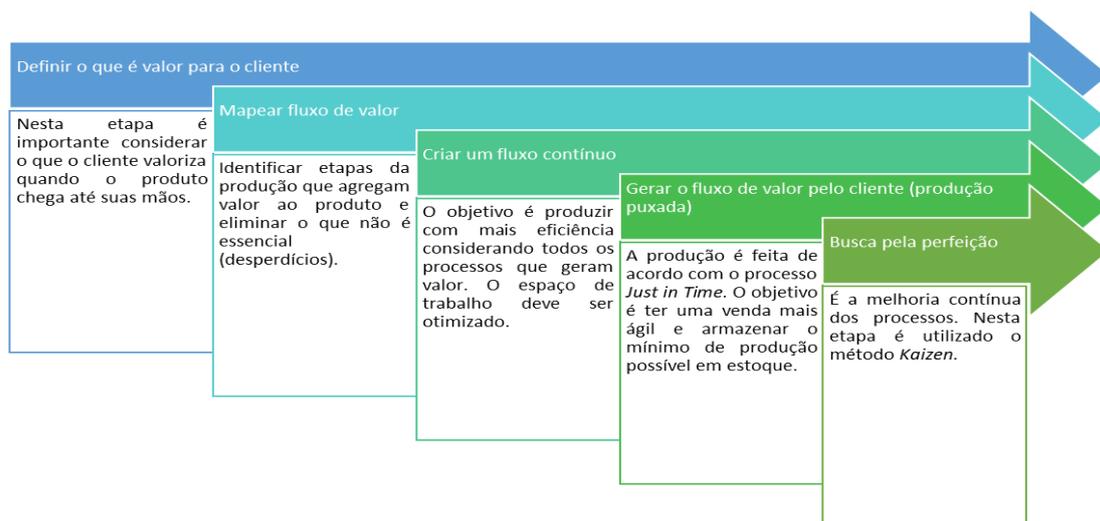
Figura 2: Princípios da produção enxuta.



**Fonte:** Machado (2015).

Além desses princípios, Gupta (2013) também diz que a filosofia enxuta é definida como um processo que inclui cinco etapas, representadas na Figura 3.

Figura 3: Fluxograma de etapas da filosofia enxuta.



**Fonte:** Gupta (2013).

Resumidamente pode-se comparar os pensamentos convencionais e enxutos da seguinte forma, representada na Figura 4.

Figura 4: Pensamento Convencional versus Pensamento Enxuto.

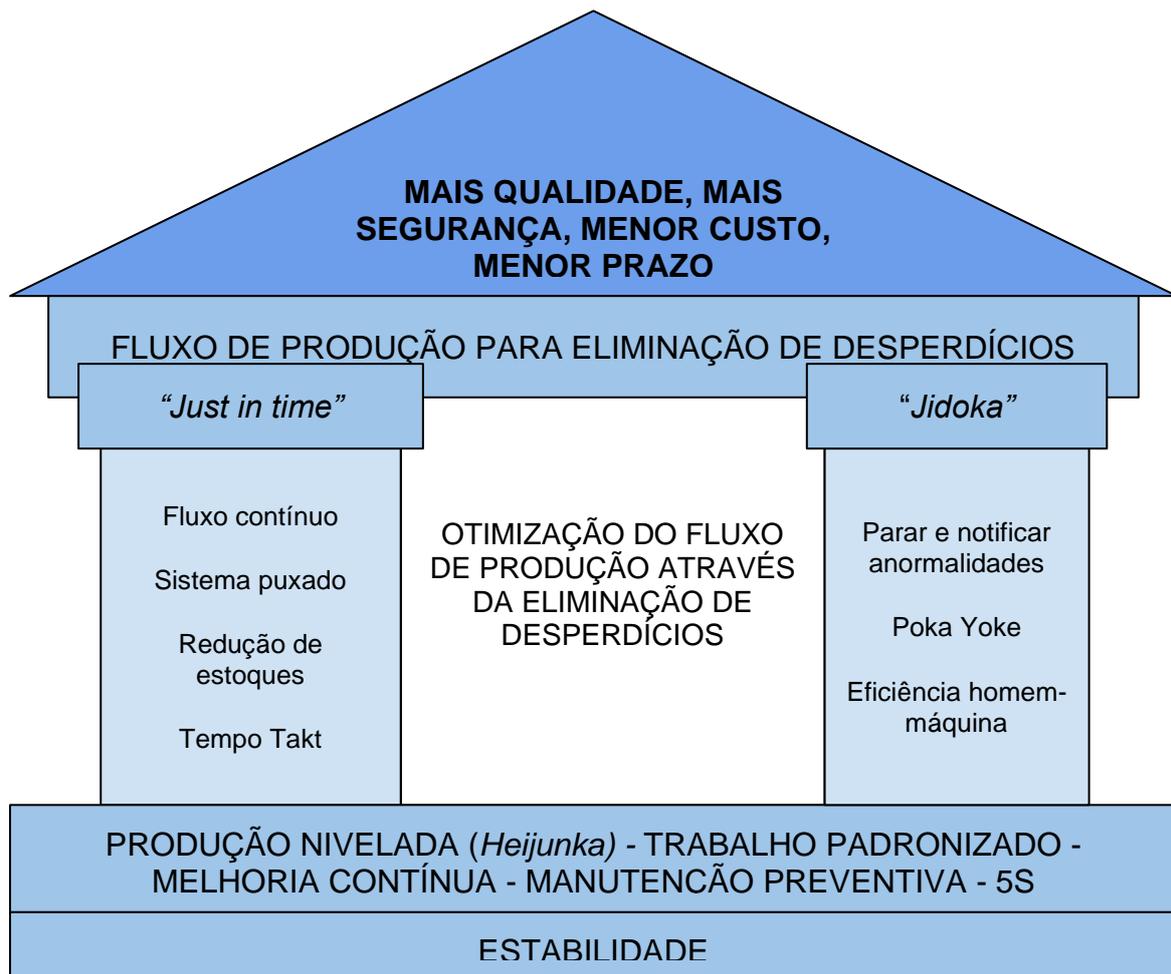
Pensamento convencional	Pensamento enxuto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mova o metal! Cumpra os números</li> <li>• Produza quanto puder. Vá o mais rápido possível (produção empurrada).</li> <li>• Produza lotes grandes e mova-os lentamente pelo sistema (lote e fila).</li> <li>• Você fará assim! (líder = chefe)</li> <li>• Temos alguns padrões (não tenho certeza de quais sejam ou se são seguidos...)</li> <li>• Engenheiros e outros especialistas criam padrões. O resto faz o que é mandado.</li> <li>• Não seja pego com a mão na botija!</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pare a produção, para que a produção nunca mais tenha que parar! (Jidoka)</li> <li>• Produza apenas o que o cliente pediu (produção puxada)</li> <li>• Produza objetos um de cada vez e mova-os rapidamente pelo sistema (fluxo)</li> <li>• O que você acha? (líder = professor)</li> <li>• Temos padrões visuais simples para todas as coisas importantes.</li> <li>• O pessoal mais próximo do trabalho desenvolve os padrões e chama os especialistas quando for necessário.</li> <li>• Torne os problemas visíveis.</li> </ul>

**Fonte:** Adaptado de Dennis (2011).

Como é possível perceber através da Figura 4, o pensamento enxuto e o pensamento convencional representam diferentes pontos de vista na gestão e solução de problemas. Enquanto o pensamento oriundo da filosofia enxuta tem como pilares fundamentais a eliminação de desperdícios, a melhoria contínua e o valor atribuído pelo cliente em seu produto final, o pensamento convencional tende a ser voltado para a obtenção de lucros e resultados, eficiência em curto prazo e hierarquias. O enxuto incentiva a colaboração entre a equipe, empodera seus funcionários e está sempre em busca da excelência. Através dele, os colaboradores são encorajados a dar opiniões e sugestões durante o processo e a aprenderem através dos próprios erros. Enquanto isso, no modelo convencional a tendência é de que as decisões sejam tomadas nos níveis mais altos da organização, sem levar em conta a perspectiva e o conhecimento daqueles que realizam os trabalhos operacionais.

Na Figura 5 são apresentados os pilares do pensamento enxuto e a base para que os clientes estejam sempre satisfeitos com o produto que lhes é oferecido:

Figura 5: A Casa do Pensamento Enxuto.



**Fonte:** Adaptado de Ramos et al. (2016).

Em contrapartida aos pilares do pensamento enxuto, Werkema (2011) apresenta os principais pontos de desperdícios que devem ser tratados com atenção.

Tabela 1: Tipos de desperdícios na filosofia Enxuta

Nº	TIPO DE DESPERDÍCIO	EXEMPLOS	IMPACTOS
1	Defeitos	Erros em faturas, pedidos, cotações de compra de materiais. Produto sem padrão de qualidade.	Gera resíduos de recursos, diminui a quantidade de produtos/serviços realizados, perda de tempo e maior esforço.
2	Excesso de produção	Processamento e/ou impressão de documentos antes do necessário, aquisição antecipada de materiais, produção de itens sem que haja o pedido.	Custos de armazenamento, excesso de pessoal, transporte deslocamento, entre outros.
3	Estoques	Material de escritório, catálogos de vendas, relatórios.	Estoque de materiais que não serão utilizados em um curto espaço de tempo gera custos de armazenamento, obsolescência e produtos danificados.
4	Processamento desnecessário	Relatórios não necessários ou em excesso, cópias adicionais de documentos, reentrada de dados. Execução de etapas que não tem impacto na produção.	Perda de tempo e desperdício de materiais.
5	Movimento	Caminhadas até a copiadora, ao armário de material de	Perda de tempo.

	desnecessário	escritório ou qualquer movimento em relação a operadores, materiais e equipamentos que não agregam valor à produção.	
6	Transporte desnecessário	Anexos de e-mails em excesso, aprovações múltiplas de um documento, movimentações desnecessárias de recursos.	Desperdício de tempo e recursos.
7	Espera	Sistema fora do ar ou lento, ramal ocupado, demora na aprovação de um documento. Pode ser ocasionada por uma falta de sincronização das tarefas planejadas.	Atraso na entrega de demandas e produtos.
8	Criatividade não utilizada dos funcionários	Não ouvir seus funcionários.	Perda de tempo, ideias, habilidades e oportunidades de melhoria.
9	Making Do	Iniciar uma tarefa sem todas as entradas necessárias.	Desperdício de tempo e desvio do planejamento.
10	Segurança	Acidentes de trabalho.	Interrupção na produção acarretando em baixa produção, custos com seguro, tratamentos médicos, programas de reabilitação e custos administrativos.

**Fonte:** Adaptado de Werkema (2011) e Khalil (2022).

De acordo com a autora, a Manufatura Enxuta é um poderoso antídoto ao desperdício, pois é uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém solicita e realizá-las de modo cada vez mais eficaz.

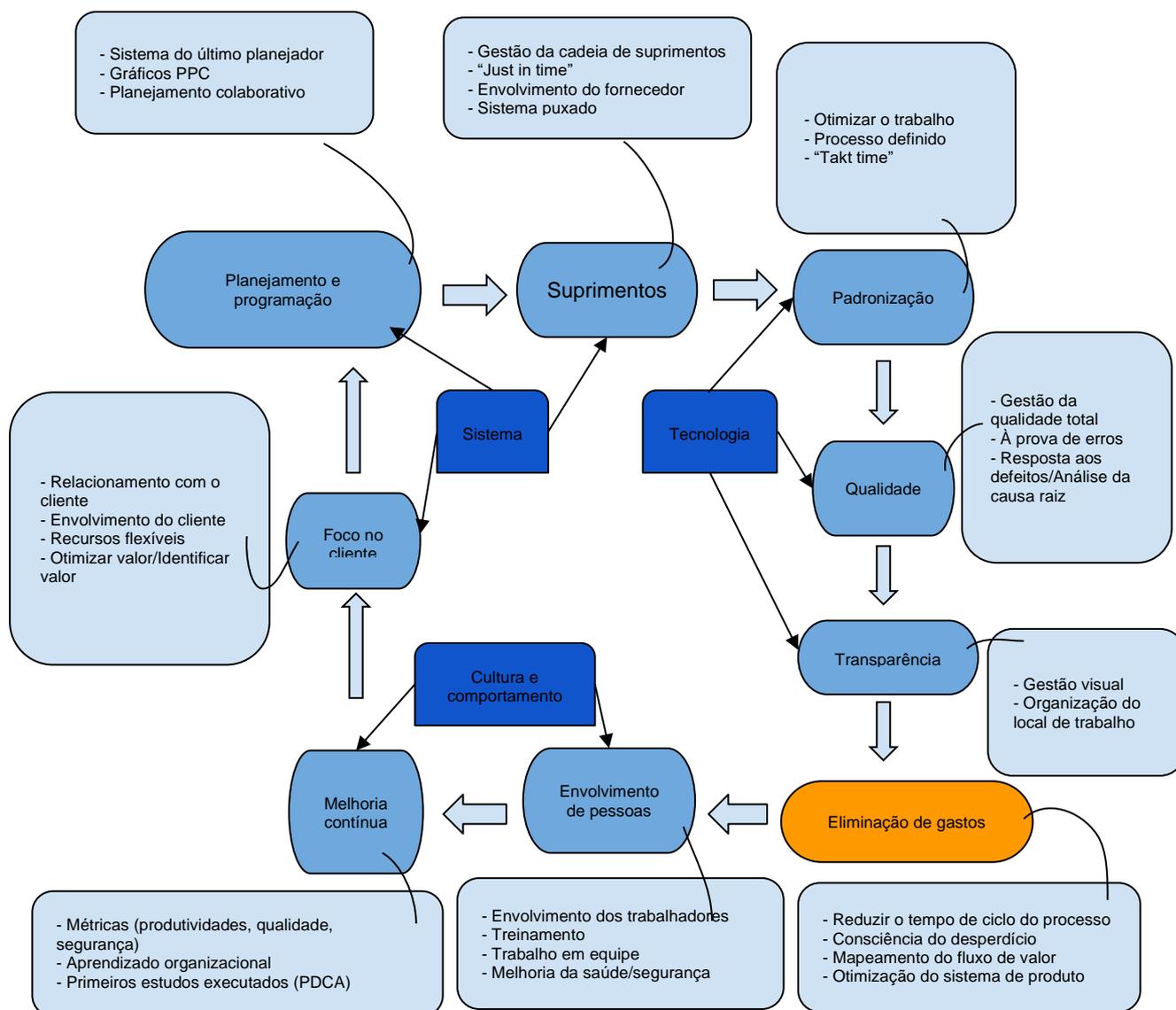
Para Werkema (2011) a busca pelo aperfeiçoamento contínuo em direção a um estado ideal deve nortear todos os esforços da empresa em processos transparentes nos quais todos os membros da cadeia (montadores, fabricantes de diversos níveis, distribuidores e revendedores) tenham conhecimento profundo do processo como um todo, podendo dialogar e buscar continuamente melhores formas de criar valor.

Dentro da Construção Enxuta a geração de valor está diretamente ligada à satisfação do cliente e, em grande parte dos casos, somente as atividades de processamento proporcionam a agregação de valor ao produto, ou seja, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos consumidores. (FERREIRA et al., 2020).

De acordo com Khalil (2023) para colocar em prática a Manufatura Enxuta as ferramentas utilizadas são: Mapeamento do Fluxo de Valor, Métricas Enxutas, *Kaizen*, *Kanban*, Padronização, 5s, Redução de *Setup*, Manutenção Produtiva Total, Gestão Visual e *Poka-yoke* (dispositivo a prova de erros).

Basicamente, a produção enxuta tem como objetivo eliminar qualquer trabalho desnecessário que gera custos sem adicionar valor ao produto ou serviço, chamado de perdas. Para reduzir ou evitar essas perdas é necessário identificar suas causas e realizar ações para reduzir ou eliminar essas causas. (BERNARDES, 2021).

Figura 6: Modelo conceitual de Construção Enxuta.



**Fonte:** Adaptado de Bajjou e Chafi, 2018.

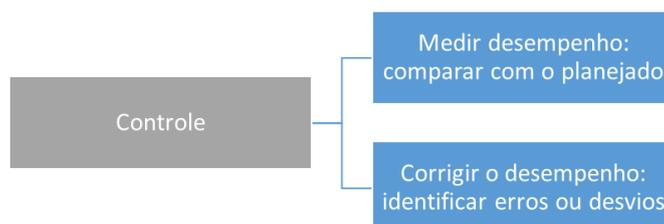
O modelo conceitual apresentado na Figura 6 resume os pilares da Construção Enxuta: o gerenciamento de sistemas, gerenciamento de tecnologias e a cultura e comportamento organizacionais. Pode-se perceber que o gerenciamento de sistemas é focado no relacionamento com clientes, fornecedores e contratados. O gerenciamento de tecnologias é focado em técnicas operacionais utilizadas para melhorar o desempenho da empresa, e a cultura e comportamento organizacionais envolvem práticas que disseminam a melhoria contínua e garantem o uso ideal de recursos humanos disponíveis. Esses três pilares não se ligam a um

dos princípios que é a eliminação de gastos, pois a junção deles com todos os seus princípios e subprincípios se concentram neste mesmo objetivo que é: eliminar desperdícios. Isso representa o núcleo da filosofia da Construção Enxuta (BAJJOU E CHAFI, 2018).

## 2.2. Planejamento e Controle da Produção

Nenhuma empresa produz ao acaso, todas possuem objetivos para atingir e, para isso, a aplicação adequada de seus recursos e o planejamento antecipado se tornam primordiais. Para Chiavenato (2022), o planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente quais os objetivos a serem atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor maneira possível. Ele está voltado para a continuidade da empresa e possui foco no futuro. Por sua vez, o controle é a função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho para assegurar que os planos sejam executados da melhor maneira possível. A tarefa do controle é verificar se tudo está sendo feito de acordo com o planejamento, para identificar os erros ou desvios, a fim de corrigi-los e evitar sua repetição.

Figura 7: O planejamento e seus desdobramentos.



**Fonte:** Adaptado de Chiavenato, 2022.

Figura 8: O controle e seus desdobramentos.



**Fonte:** Adaptado de Chiavenato, 2022.

De forma geral, o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é o setor que determina o que será produzido, em qual quantidade, em que localidade, como e quando. Por possuir interdependência entre áreas e ter a responsabilidade de controlar a produção, deve estar atento

à execução e fiscalizar se ela está conforme as diretrizes e alinhamentos estabelecidos (SOUZA E FORNERO, 2022).

Estender et al. (2017), diz que o PCP tem como objetivo principal gerenciar e conciliar a produção e o fornecimento de produtos e serviços com a demanda. É necessário, portanto, que a organização programe e controle o processo de produção, considerando três horizontes de tempo: curto, médio e longo prazo. Isso significa que em cada um desses três períodos há diferentes demandas que devem ser atendidas. O suporte técnico para que isso aconteça é oferecido pelo PCP, pois isto é uma parte importante na criação de uma organização. Ele ajuda a monitorar e gerenciar as atividades de produção para atender às necessidades dos clientes de maneira eficaz e ainda reduzir os custos. Sem o PCP, pode-se ter problemas com retrabalho, atraso na entrega, falta de matérias-primas e até mesmo perder a confiança dos clientes e fornecedores, resultando em uma grande sobrecarga para os colaboradores.

A avaliação do processo de planejamento ocorre no fim de cada etapa planejada na produção, para que sejam propostas melhorias em empreendimentos futuros, ou ainda durante a execução da obra. Essa avaliação é feita com base nos relatórios de controle de gastos e demais agentes da obra (BERNARDES, 2021).

### 2.2.1 Planejamento de Canteiros de obras

Conforme a Norma Regulamentadora – NR 1 – Disposições Gerais de 1978, o canteiro de obras é onde se realiza os trabalhos fixos ou temporários de uma obra, ou seja, é colocado a prova a execução do projeto destinando as operações de apoio e execução de uma obra que será realizada, sendo composto por áreas de vivência, áreas operacionais e instalação dos equipamentos e de ferramentas indispensáveis para o prosseguimento da obra. Sendo assim, a integração dessas áreas deve ser feita de forma planejada e estratégica para que todo processo ocorra de forma íntegra e com o mínimo de intercorrências possível.

Para Noberto et al. (2020), o planejamento também é uma etapa do processo de construção, que organiza e oferece condições de segurança para os trabalhadores, assegurando também a logística das instalações provisórias, a segurança do sistema de movimentação e do armazenamento de materiais, de forma a reduzir o desperdício de materiais e equipamentos.

Mussoi (2020) diz que o planejamento do canteiro de obras, feito pelo engenheiro responsável pela execução, é dividido em dois níveis. O primeiro é o alto nível que é destinado a motivação dos funcionários, proporcionando boas condições de trabalho com um local limpo, seguro e organizado. O segundo é o baixo nível, ele busca reduzir distâncias no transporte, no

tempo e na movimentação de funcionários e materiais, impedindo movimentos desnecessários. Para este autor, o planejamento do canteiro de obras é essencial para que se crie um projeto criterioso do leiaute, visando o aproveitamento de recursos humanos e materiais da melhor maneira possível, além de prever possíveis problemas relacionados ao arranjo físico e excesso de fluxo, corrigindo-os antes da execução da obra.

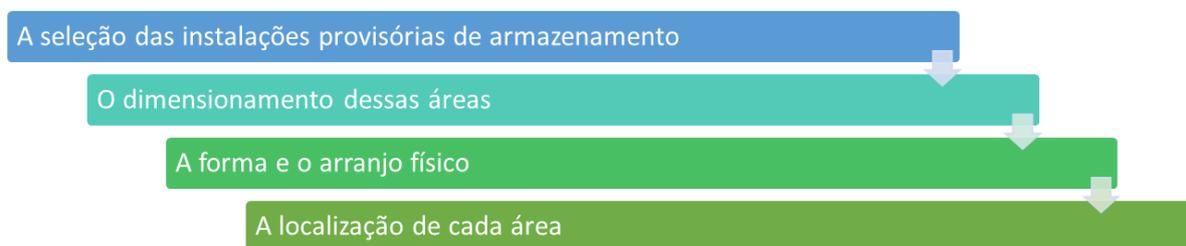
Costa e Ferreira (2019) dizem que a ausência de planejamento pode gerar algumas intercorrências como, por exemplo, interrupção dos fluxos de serviço desnecessariamente, dificuldades para carga e descarga de materiais, gargalos na produção e ociosidade. As obras de Chiavenato (2022) e de Qualharini (2018), por exemplo, fazem as principais análises a respeito da falta de organização do canteiro de obras. Outros trabalhos que revisam a literatura, realizando a análise do canteiro de obras, como Almeida e Campos (2020), mostram como a falta da organização do canteiro de obras pode gerar desperdício e aumentar custos.

### 2.3. Logística e leiaute do canteiro de obras

Segundo NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (NR-18), de 2006, um canteiro de obras pode ser definido como todo e qualquer espaço fixo ou temporário que é destinado para a execução de uma obra. Dessa forma, considerando que cada obra possui suas próprias características e objetivos, é possível dizer que o canteiro de obras possui estrutura flexível e dinâmica. (MARINS E ALVES, 2019)

Para Neto (2014), alguns princípios devem ser respeitados durante a estruturação de um canteiro de obras. São eles: integração de todos os elementos, mínima distância para reduzir ao máximo os transportes, obediência ao fluxo de operações, evitando cruzamentos e interferências, racionalização do espaço, satisfação e segurança do empregado e flexibilidade durante a evolução da obra. De forma complementar, Mussoi (2020) diz que existem quatro questões relevantes ao ser implementado o leiaute no canteiro de obras:

Figura 9: Questões para implementação do leiaute no canteiro de obras.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Os dirigentes da obra devem ter ciência de que o leiaute deve ser otimizado de forma a aumentar a produtividade e reduzir perdas.

De acordo com Maciel (2017), a construtora deve possuir informações suficientes para garantir a organização do canteiro. Essas informações são provenientes dos projetos e cronogramas, que contém dados sobre volumes e quantidades produzidas, armazenadas e transportadas. Também é importante ter acesso às especificações técnicas da obra, conhecer a Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) e a NR-18 que fornecem orientações para o dimensionamento das áreas de vivências no canteiro, possuir dados sobre produtividade dos operários, além da área do terreno e da obra a ser construída. O autor ainda diz que todos esses aspectos devem ser aliados às possíveis interdições temporárias na rua de acesso à obra, fluxo de pedestres na calçada, drenagem pluvial na região do canteiro, serviços fornecidos pela concessionária de energia elétrica, remoção de lixo comum e proximidade de hospitais e postos de saúde.

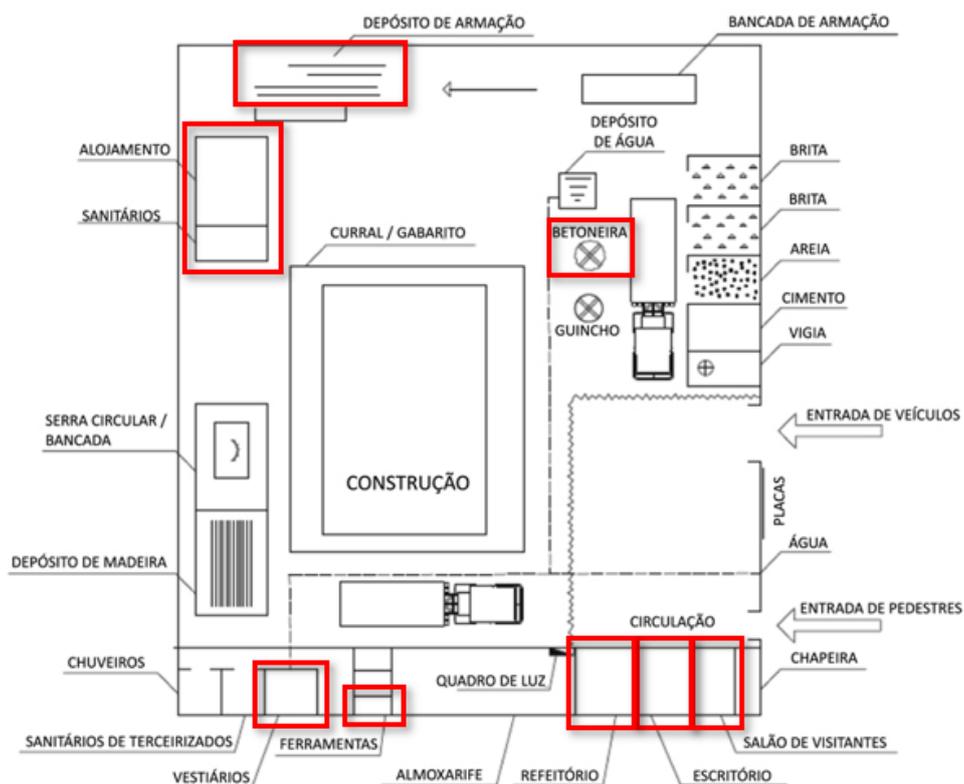
Alguns pontos importantes devem ser considerados durante a execução do projeto, como por exemplo: localização do almoxarifado em local limpo, visível e próximo à entrada da obra para facilitar a entrada e saída de materiais. Além disso, materiais que possuem custo mais elevado devem estar armazenados em depósito próximo ao almoxarifado para evitar furtos. (MARINS E ALVES, 2019).

Dentro do leiaute e projeto do canteiro de obras é essencial considerar os transportes de apoio aos trabalhos que serão realizados e a mobilização de recursos existente na região, para que seja consolidada a logística para desenvolvimento do canteiro (QUALHARINI, 2018).

Figura 10: Exemplo de posicionamento dos elementos em um canteiro de obras.

**PONTOS DE DEVEM SER CONSIDERADOS NA MONTAGEM DOS CANTEIROS:**

- Sala do engenheiro (escritório) junto ao acesso principal
- Sanitários e alojamento ao fundo do terreno
- Depósito de ferramentas próximos ao almoxarifado
- Cantina/refeitório ao lado do escritório
- Misturadores de argamassas e concretos (betoneira) perto de silos (areia/brita)
- Meios de elevação de materiais e pessoal (elevador) perto da posição da betoneira e do escritório;
- Depósitos de ferro beneficiados (armação) em lado oposto às bancadas e ao depósito de madeira (formas)
- Sala de visitantes ao lado ou próximo da sala do engenheiro
- Vestiário ao lado dos sanitários e próximos à chapeira



Fonte: Qualharini, 2018.

A necessidade de um canteiro de obras limpo e organizado ultrapassa as exigências das normas regulamentadoras. É importante que se tenha um leiaute e uma logística funcional, que atenda às normas, às necessidades de armazenamento e estoque de materiais e às necessidades de movimentação de pessoas, materiais e equipamentos (MAZUTTI, 2018).

### 2.3.1. Movimentação de pessoas e materiais em canteiro de obras

Souza e Gomes (2018) dizem que a movimentação de materiais é uma combinação para a melhoria de percurso para que o fluxo de mercadoria seja feito de maneira assertiva, para o local certo, no tempo certo, com o menor tempo trazendo agilidade para o canteiro da obra. De acordo com as autoras existem três formas de transportar materiais:

- I. **MANUAL:** Nada mais é do que serviço executado através da força braçal humana;
- II. **MECANIZADA:** São equipamentos com tecnologias que permitem fazer o serviço substituindo o ser humano;
- III. **AUTOMATIZADA:** Esse serviço é feito através de computadores e facilitam muitos os processos dentro da empresa com as programações, cronogramas, leiautes e etc.

Para as autoras, os equipamentos e máquinas para o armazenamento e movimentação de materiais são importantes, pois reduzem tempo e aumentam o rendimento dentro do canteiro de obras. Ainda no que se trata de pesquisas da mesma linha, o artigo publicado por Tedgue (2023) conclui que, quando os materiais estão mal organizados, a movimentação será maior, enquanto a produtividade é reduzida. Dessa forma, é possível exaltar a importância da melhoria do rendimento provida pelos equipamentos, tornando o fluxo de mercadoria ordenado.

São variados os tipos de equipamentos que podem ser utilizados para transportes dentro dos canteiros. De acordo com Mazutti (2018), para melhor administração dos movimentos e armazenagem de materiais e equipamentos na obra, algumas diretrizes devem ser seguidas, são elas:

- I. **Dimensionamento das instalações:** Saurin e Formoso (2006) definem dimensões usualmente adotadas considerando movimentação e armazenamento de materiais. São elas:

Tabela 2: Dimensionamentos das instalações dentro dos canteiros

<b>EQUIPAMENTO</b>	<b>ORIENTAÇÃO PARA DIMENSÕES</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
Elevador de carga	1,80m X 2,30m (aproximadamente)	N/A
Baias e agregados	3,0m X 3,0m X 0,8m (aproximadamente)	Largura igual ou pouco maior que a caçamba do caminhão que descarrega o

		material. Altura e comprimento devem ser suficientes para estocar volume de uma carga.
Estoques de cimento	0,7m X 0,45m X 0,11m (dimensões do saco)	Estimar com base no planejamento de uso na obra. Altura máxima da pilha: 10 sacos.
Estoque de blocos	1,40m (altura máxima da pilha)	Deve ser estimada com base no planejamento de uso da obra.
Caçamba (entulho)	1,6m X 2,65m (dimensões da caçamba)	N/A
Bancada de fôrmas	Pouco maior que o tamanho da viga ou pilar a ser executado	N/A
Portão de veículos	4m X 4,5m	Considerar o maior veículo que entrará na obra.
Caminhões betoneiras	2,7m X 8m (dimensões do caminhão)	Deve-se considerar também um raio de 5m para curvatura do caminhão

**Fonte:** Adaptado de Saurin e Formoso, 2006.

- II. **Definição do leiaute das áreas de armazenamento:** É importante tentar armazenar os materiais no subsolo, liberando o térreo para a locação de instalações. O subsolo é menos afetado pelas intempéries e facilita a circulação de materiais e trabalhadores (SAURIN; FORMOSO, 2006).
- III. **Posto de produção de argamassa e concreto:** O posto deve estar próximo do elevador de carga, pensando em minimizar os cruzamentos de fluxo e deve ser coberto (SAURIN; FORMOSO, 2006).
- IV. **Vias de circulação:** Deve-se explicitar as vias de circulação no planejamento de leiaute através de linhas de fluxo. Na obra elas devem ser pavimentadas e delimitadas por cones

ou corrimãos. É importante verificar a interferência de escoramentos e sacadas para evitar improvisos (SAURIN; FORMOSO, 2006).

- V. **Disposição do entulho:** A situação ideal é a descarga através de tubos coletores que devem ser de material resistente (madeira, plástico ou metal), com inclinação máxima de 45° e fixadas à edificação em todos os pavimentos. Para depósito do entulho, deve existir um local específico, seja uma caçamba basculante ou uma baia semelhante às baias de armazenamento de agregados. Devem ser construídos depósitos separados para o entulho de materiais e para o lixo orgânico, tendo em vista a coleta de lixo seletiva e seu possível reaproveitamento (SAURIN; FORMOSO, 2006).

VI. **Armazenamento de cimento e agregados (SAURIN; FORMOSO, 2006):**

**CIMENTO:**

1. Deve ser colocado sobre um estrado em área que contenha piso, mantendo uma distância mínima de 0,30 m das paredes e 0,50 m do teto do depósito.
2. Caso não haja possibilidade de mantê-los em local coberto, manter uma lona impermeável sobre os sacos e mantê-los sobre o estrado de madeira.
3. As pilhas devem ter no máximo 10 sacos e é recomendável que em frente ao depósito seja evidenciada a informação sobre a altura máxima da pilha (em sacos) e a distância mínima da pilha em relação às paredes e ao teto.
4. Em caso de temperaturas maiores que 35°C, manter as pilhas com no máximo 5 sacos e afastadas pelo menos 50 cm umas das outras.
5. Recomenda-se em grandes estoques que se adote a estocagem do tipo PEPS (primeiro saco a entrar é o primeiro a sair).

**AGREGADOS:**

1. Recomenda-se a construção de baias com contenções no mínimo em 3 lados, com cerca de 1,20 m de altura.
2. As pilhas devem ter altura até 1,5 m.
3. Caso estejam em local descoberto, deve ser colocado um telheiro de zinco ou uma lona plástica sobre as mesmas.
4. A largura das baias deve ser no mínimo de 3 m e, caso as baias não se localizem sobre uma laje, deve ser construído um fundo cimentado para evitar a contaminação do estoque pelo solo.

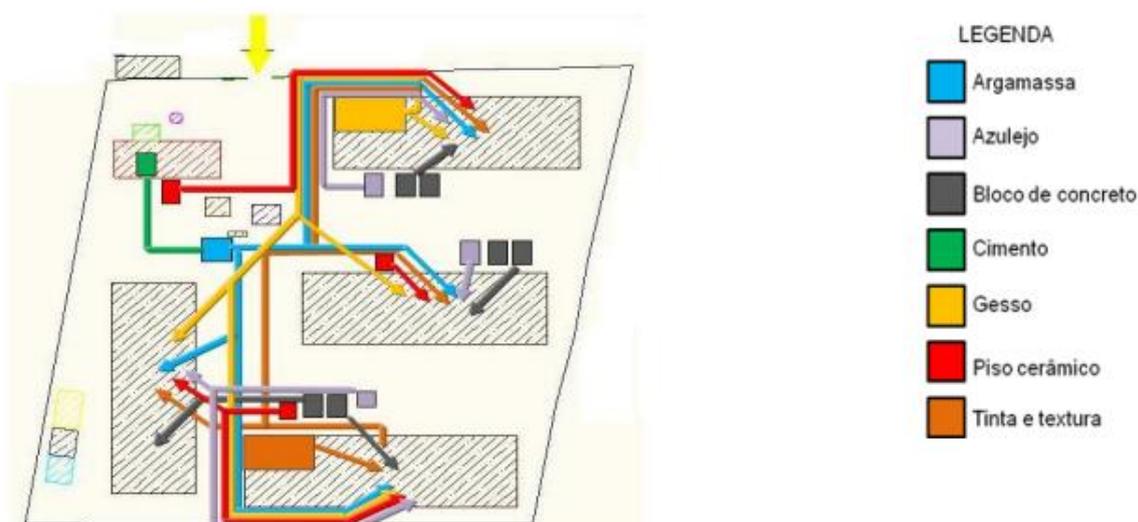
- VII. **Armazenamento de blocos e tijolos:** Deve-se separar blocos e tijolos por tipo. A altura máxima deve ser de 1,40 m, e o estoque deve estar em local coberto preferencialmente, caso contrário deve-se cobri-lo com lona impermeável. Deve estar em local limpo e nivelado e para sua movimentação recomenda-se uso de paletes ou carrinhos portablocos (SAURIN; FORMOSO, 2006).
- VIII. **Armazenamento de aço e armaduras:** Em meios fortemente agressivos (regiões marítimas e industriais) deve-se armazenar o aço e as armaduras pelo menor tempo possível, manter os estoques cobertos e abrigados em galpões. Para meios medianamente e fracamente agressivos (regiões com umidades do ar alta e média), recomenda-se cobrir o estoque com lonas plásticas. Além disso, as barras devem ser separadas por diâmetro e, em obras com pouco espaço, pode-se estocá-las em ganchos nas paredes. Também é importante proteger as pontas horizontais e verticais de vergalhões para evitar acidentes de trabalho (SAURIN; FORMOSO, 2006).
- IX. **Armazenamento de tubos de PVC:** Devem estar, preferencialmente, no almoxarifado ou em lugares sem exposição direta ao sol. Deve-se separar e identificar por bitolas e, para obras com pouco espaço, podem ser armazenadas em ganchos na parede (SAURIN; FORMOSO, 2006).

Através das diretrizes citadas anteriormente, percebe-se a importância do dimensionamento de cada uma dessas áreas para que nenhuma parte seja comprometida e evite imprevistos durante a obra. Cesar et al. (2011), complementam as diretrizes apresentadas e contribuem dizendo que os fluxos físicos dos materiais precisam ser evidenciados através de um fluxograma.

O mapofluxograma é um recurso visual que também é utilizado por engenheiros de produção para analisar sistemas produtivos identificando oportunidades de melhoria nos processos. Nele estão contidos os passos para execução de uma tarefa, com a utilização de símbolos padronizados, linhas representando os fluxos, e cores. Ele é feito sobre a planta (mapa) do edifício ou a área que está sendo estudada e permite melhor visualização dos processos e do fluxo percorrido pelo produto. Pode-se dizer que é um mapeamento descritivo do fluxo de agregação de valor ao produto (TOSTA, et al., 2009).

Cada linha colorida irá representar a movimentação de algum item da obra. Dessa forma é possível analisar melhor quais fluxos estão sendo sobrepostos e quais as melhores alternativas para otimizar o transporte. Na Figura 11 apresenta-se um exemplo de mapofluxograma.

Figura 11: Mapofluxograma.



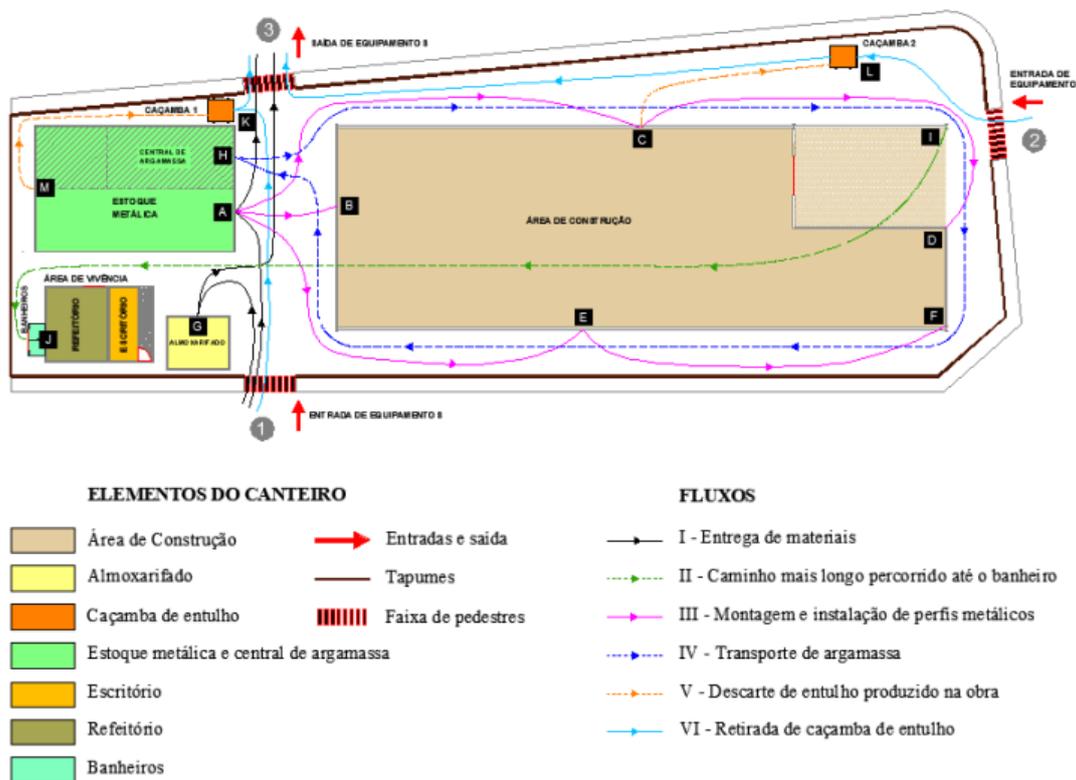
Fonte: César et al. (2011).

Outra ferramenta proveniente da filosofia enxuta que pode ser utilizada para a eficiência no leiaute e melhoria nos processos operacionais é o Diagrama de Espaguete. Esse tipo de diagrama permite visualizar o movimento através de linhas representando os diferentes fluxos. Assim, movimentos desnecessários podem ser identificados e o novo desenho do leiaute assumirá linhas mais curtas possível, com o mínimo de cruzamentos possível (Santos et al, 2022). A determinação da sequência mais efetiva dentro do canteiro de obras irá depender do processo que está sendo realizado, da intensidade e magnitude dos movimentos necessários para realização das atividades, mas ele pode ser melhorado a fim de evitar desvios e retrocessos (Amaral e Costa, 2021).

Bessler (2017) classifica o transporte de materiais como uma atividade de suporte que deve ser prioridade quando se fala em melhoria. O autor explica que, além de ser uma atividade onerosa, não agrega valor e gera elevados desperdícios. Ainda segundo o autor, podem ser apresentadas soluções eficazes para equacionar roteiros, pontos de armazenagem, utilizar equipamentos adequados ao transporte e adotar formas de eliminar o desperdício de materiais, reduzindo a entrada de materiais no canteiro e a posterior saída na forma de entulho.

Na figura 12 temos um exemplo de Diagrama de Espaguete aplicado a um canteiro de obras:

Figura 12: Diagrama de Espaguete.



**Fonte:** Amaral e Costa (2021).

### 2.3.2. Estruturação de canteiro de obras e metodologias

De acordo com Qualharini (2018), para a implantação de um canteiro de obras é essencial que haja uma verificação da consistência dos itens presentes no orçamento do futuro canteiro de obras. Para isso, é importante fazer um levantamento orçamentário com o maior detalhamento possível na previsão dos insumos necessários para a implantação do canteiro. Além disso, o profissional encarregado de dimensionar a implantação das obras deve estabelecer quantidades, prazos e sequência para os serviços, os quais devem estar qualificados e vinculados a composições existentes na planilha orçamentária.

Tabela 3: Exemplo de orçamento para implantação de canteiro de obras.

ITEM	DESCRIÇÃO	MEDIÇÃO
1	Barracão para escritório da obra	m <sup>2</sup>
2	Aluguel de contêiner	mês
3	Transporte de contêiner	viagem
4	Locação de caçamba de lixo	mês
5	Pessoal de limpeza	mês
6	Material de escritório e limpeza	mês
7	Contas de luz e água	mês
8	Placa da obra	unidade
9	Tapume em chapa de compensado	m <sup>2</sup>
10	Instalação provisória de água/esgoto	unidade
11	Instalação provisória de luz	unidade
12	Ponto de força	unidade
13	Carga e descarga de material	m <sup>3</sup>
14	Equipamento para obra	mês
15	Barragem de bloqueio em obra em via pública	m
16	Sinalização preventiva da obra	unidade
17	Sinalização de desvio de trânsito	mês
18	Alimentação almoço/café da manhã	mês
19	Equipamentos de proteção individual para equipe	unidade
20	Vale-transporte para operários	mês
21	Ferramentas leves para obra (martelo, chaves de fenda e Philips, alicates, níveis, esquadro, fita métrica, etc)	unidade

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Considerando a importância de um planejamento integral do canteiro de obras, a organização deve partir desde o primeiro processo para evitar surpresas no orçamento. A

manutenção do canteiro de obras é parte da obra e a contratação de seus fornecedores deve estar alinhada ao início da produção. Deve-se ter atenção aos prazos de contratos, atualização de documentações e possíveis postergamentos.

#### 2.4. Gestão de estoque para canteiros de obras

O planejamento e controle do estoque é uma etapa fundamental, pois a disposição equivocada dos materiais e a falta de controle das entradas e saídas do estoque podem afetar a produção, gerando atrasos, perdas de materiais e até dificuldade de acesso dos itens. Planejar a forma como os materiais chegam até o canteiro de obras também é importante, visto que devem ser considerados o volume, peso, valor do frete (se houver) e as distâncias percorridas de um local para o outro.

Estoques são responsáveis pela produção, pois garantem que não haverá interrupções nas vendas e no andamento dos projetos. No setor da construção civil, esse ativo traz consigo um significativo valor financeiro. Na gestão de estoque em um canteiro de obra, materiais e recursos devem ser planejados de forma a suprirem todas as necessidades do projeto (CHIAVENATO, 2014).

O principal objetivo na manutenção de estoques é compensar as incertezas entre fornecimento e demanda, visto que há um tempo entre o pedido a ser feito e o produto chegar na obra, havendo a necessidade, nesse intervalo, de ter a matéria prima para que não ocorra uma interrupção no processo construtivo. As obras são caracterizadas por uma produção "puxada", ou seja, os insumos para a execução das tarefas chegam na obra de acordo com o pedido de itens pertinentes ao serviço a ser realizado no dia (CUNHA, 2017).

Para realizar uma boa prática de estocagem, o canteiro deve ter um local adequado para esta finalidade. Além disso, o tamanho deve ser calculado de acordo com a produção planejada para reduzir o nível de estoque. É importante ainda realizar o controle da quantidade e movimentação de materiais, com um profissional responsável pela tarefa. Ferramentas que agreguem valor a esta área podem ser usadas para melhorar a eficiência do canteiro (RIBEIRO et al, 2021).

Para o gerenciamento dos custos com estoque, uma das estratégias que pode ser utilizada é o método de classificação segundo a curva ABC. Essa classificação é baseada no valor de utilização dos itens de estoque, permitindo o controle seletivo de e, assim, o estabelecimento de formas de gestão apropriadas à importância de cada item em relação ao valor total dos estoques (LOURENÇO e CASTILHO, 2006).

Figura 13: Classificação de estoque ABC.



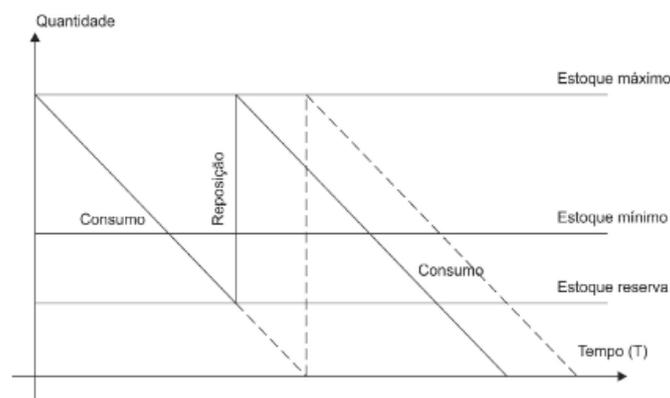
Fonte: Santos e Lubiana (2017).

#### 2.4.1 O uso da Construção Enxuta para o controle de estoque em canteiro de obras

O controle de estoque é uma das práticas pertinentes da filosofia da Construção Enxuta, pois ajuda a reduzir desperdícios e aumentar a eficiência em um canteiro de obras. Através dela é necessário identificar os materiais críticos, definir o nível de estoque ideal, realizar inventários periódicos, priorizar a entrega *just-in-time*, monitorar o consumo de materiais e gerenciar os resíduos.

De forma geral, é importante que os níveis de estoque sejam baixos devido ao custo de investimento, manutenção e estocagem. No entanto, como já dito anteriormente, os estoques proporcionam condições para que a equipe de trabalho não seja interrompida. O diagrama Dente de Serra é uma ferramenta interessante para controle do estoque, pois representa o consumo de materiais em determinado período de tempo (BRAGANÇA, 2014).

Figura 14: Diagrama Dente de Serra.



Fonte: Bragança (2014).

Na Figura 14, observa-se que o gráfico Dente de Serra sempre se repetirá, caso o processo ocorra como planejado. O estoque reserva é a quantidade mínima que deve ser mantida para caso aconteçam atrasos nas entregas de materiais já solicitados aos fornecedores. Já o estoque mínimo é a quantidade em que deve ser feito o pedido para renovação de estoque (Bragança, 2014).

Outra forma de administrar o estoque é através do ponto de pedido (PP). O ponto de pedido (PP) é definido como um nível fixo de reposição ( $r$ ) que, ao ser atingido, dispara a emissão de um novo pedido de tamanho pré-definido ( $Q$ ). A adoção desse sistema implica em um monitoramento contínuo do nível de estoque atual, verificando sua chegada ao ponto de pedido (Rosa et al., 2010).

A Equação 1 é utilizada para calcular o ponto de pedido:

$$PP = Dt \times tr + Qs \quad (1)$$

Em que:

PP = ponto de pedido;

Dt = demanda média por unidade de tempo;

tr = tempo médio de ressuprimento;

Qs = estoque de segurança

Para uma boa administração de estoques deve-se ter em mente que os custos de preparação para a entrega de materiais e os custos de manutenção de estoque possuem uma relação direta e fundamental. Essa relação é frequentemente gerenciada pelo conceito de Lote Econômico de Compra, o qual equilibra ambos os custos. Encontrar o ponto ideal significa minimizar o custo total.

### 3. METODOLOGIA

Nesta seção será detalhado o método empregado para a pesquisa bibliográfica para que sejam atingidos um dos objetivos mencionados neste estudo.

Esta pesquisa baseou-se em uma abordagem bibliográfica, orientada por uma análise crítica dos estudos selecionados. Foram eles: artigos científicos, livros, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e demais fontes pertinentes para agregar conhecimento ao tema abordado. A escolha por essa abordagem se justifica pela necessidade de compreender a teoria do planejamento e controle da produção, aplicado à construção civil, mais especificamente ao planejamento do canteiro de obras. Esse embasamento sólido será de grande importância para as análises do próximo capítulo, que compreenderá uma pesquisa preliminar sobre as práticas que estão sendo realizadas nos canteiros de obras.

As fontes selecionadas para pesquisas do material científico foram o “Google Acadêmico”, “*Researchgate*” e “*Scielo*”. Inicialmente foram pré-selecionadas 54 produções científicas, 51 escritos na Língua Portuguesa e 3 escritos na Língua Inglesa. Essas produções selecionadas nesta primeira busca foram filtradas pela autora, após avaliação mais criteriosa sobre o contexto, objetivos e perguntas que buscava responder através delas. Após isso, chegou-se à seleção de 24 estudos que serviram como base para análise, contribuindo para uma investigação teórica, permitindo posteriormente a comparação dos resultados da pesquisa realizada com os métodos existentes na literatura.

Para conduzir este estudo acadêmico, como dito anteriormente, foi realizada uma pesquisa de forma preliminar, na qual foi aplicado um formulário criado via *Google Forms*, que teve como público alvo trabalhadores atuantes nos canteiros de obras, dentre as mais diversas funções. Foram englobados profissionais individuais e organizações atuantes na área, e a pesquisa foi encaminhada a um total estimado de 35 pessoas e 15 empresas locais, o que gerou um total de 14 respostas anônimas ao questionário. A divulgação do questionário se deu por meio de plataformas como *LinkedIn*, *WhatsApp* e *e-mail*. Este questionário contou com abordagens sobre a gestão de canteiros de obras, incluindo a organização do trabalho, controle de estoque, uso de ferramentas tecnológicas e estratégias de distribuição de materiais para os canteiros de obras. Inicialmente o objetivo foi capturar uma visão ampla das práticas correntes, identificando pontos de força e áreas que necessitam de melhorias, incentivando também os estudos na área.

Os resultados obtidos através desta pesquisa serão apresentados a seguir, sublinhando a importância da gestão dos canteiros de obras e o impacto positivo que boas práticas

relacionadas ao planejamento e controle da produção podem desempenhar no setor da construção civil. Ao examinar os dados coletados, buscou-se contribuir significativamente para o corpo de conhecimento existente, apresentando conclusões que possam motivar mudanças no pensamento das equipes de gestão, aumento de produtividade e a implementação de métodos de trabalho mais seguros e sustentáveis nos canteiros de obras.

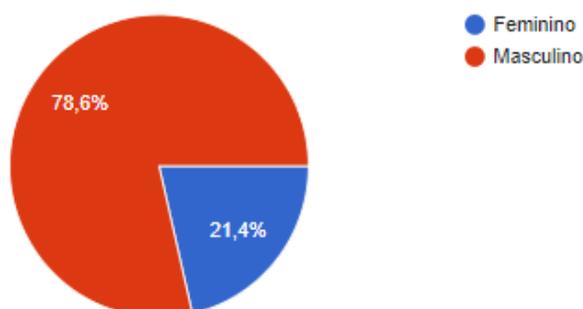
#### 4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesse capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise bibliométrica e do questionário aplicado. Os resultados foram alcançados a partir da análise de 24 produções científicas selecionadas de acordo com os critérios de inclusão (de acordo com o contexto e os objetivos) da autora. Os materiais foram coletados no *Google Acadêmico*, *Scielo* e *Research Gate* e, como complemento, foram analisados os tópicos abordados no questionário.

##### 4.1 Resultados obtidos através do questionário aplicado

Foi obtido um total de 14 respostas ao formulário. Desta forma, a primeira etapa da pesquisa, visava identificar o perfil do entrevistado.

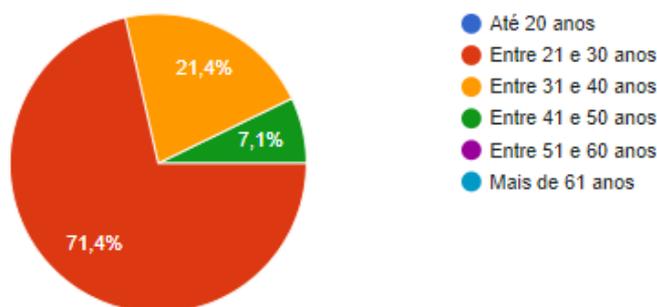
Figura 15: Gráfico da distribuição do gênero.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Observou-se que a maior parte dos respondentes, especificamente 78,6%, foram identificados como homens, enquanto apenas 21,4% como mulheres. Embora esta informação possa refletir as características específicas da nossa amostra populacional, ela também destaca a importância de considerar como o gênero pode influenciar as perspectivas e experiências dentro do contexto pesquisado. Além disso, essa diferença também pode refletir a predominância masculina na área estudada.

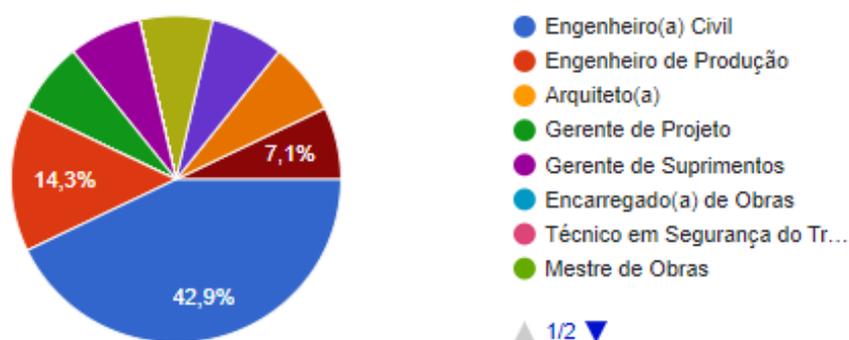
Figura 16: Idade.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

A maioria, correspondendo a 71,4% dos respondentes, situa-se na faixa etária dos 21 aos 30 anos, conforme gráfico acima. Esta percentagem expressiva sublinha a predominância de jovens adultos entre os participantes, sugerindo uma forte inclinação ou interesse deste grupo etário no assunto abordado pela pesquisa. Além disso, 21,4% dos respondentes enquadram-se na faixa etária dos 31 aos 40 anos e 7,1% responderam ter entre 41 a 50 anos. Isso configura um potencial de uma boa diversidade de experiências, e perspectivas que esses diferentes grupos podem oferecer ao estudo em questão.

Figura 17: Cargo ocupado.

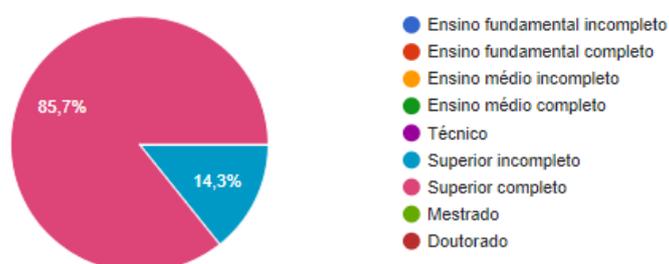


**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Uma vez que os entrevistados foram pessoas previamente selecionadas para essa pesquisa, todos eram profissionais que atualmente trabalham realizando funções junto ao canteiro de obras. Eles foram contatados a partir de redes sociais, como WhatsApp e LinkedIn, ou e-mail. Dentre os entrevistados observa-se uma gama de especialidades necessárias para o desempenho das atividades nesse setor. Cerca de 42,9% são engenheiros civis, profissionais

fundamentais na liderança de projetos de construção, abrangendo desde o planejamento até a execução. Os engenheiros de produção representam 14,3% dos participantes da pesquisa. São profissionais que estão sempre na busca por eficiência e na redução de custos, características essenciais para a competitividade e sustentabilidade no ramo de construção civil. O grupo de especialistas envolvidos na pesquisa é complementado por uma variedade de funções técnicas e de gestão, cada uma delas constituindo 7,1% do total de respondentes. Entre eles, encontram-se os técnicos de planejamento, analistas de qualidade e auxiliares técnicos. Da mesma forma, os gerentes de suprimentos e os gerentes de projetos, cada um representando 7,1% dos respondentes. Este panorama mostra a complexidade e a interdisciplinaridade da gestão de canteiros de obras, um campo que precisa da colaboração de profissionais com um leque diversificado de habilidades e conhecimentos.

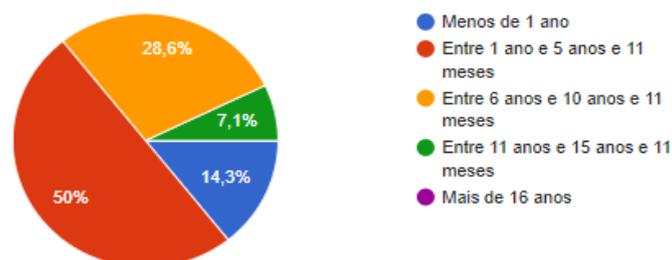
Figura 18: Nível de escolaridade.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Ao considerar o nível de escolaridade, a pesquisa apontou que 85,7% possuem ensino superior completo e 14,3% têm ensino superior incompleto. Essa análise do perfil educacional pode evidenciar uma demanda de qualificação no mercado de trabalho e a constante busca por atualização e especialização dos profissionais da área.

Figura 19: Tempo de atuação no mercado.

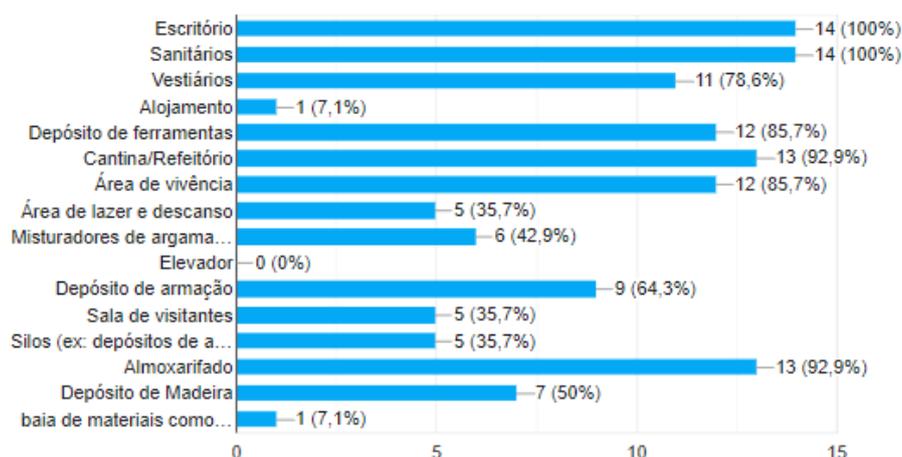


**Fonte:** Autoria própria, 2024.

O tempo de atuação no mercado de trabalho de cada um dos entrevistados reflete dois lados: as pessoas que estão entrando agora e aquelas que já possuem maior experiência na indústria da construção civil. Essa diferença enriquece o diálogo sobre práticas e inovações que estão sendo utilizadas e sobre como tem sido a dinâmica de trabalho sob a perspectivas de ambos os lados.

A segunda parte da pesquisa envolveu questões sobre a estruturação do canteiro de obras. Foi verificado os principais parâmetros que são levados em consideração pela a equipe para a organização do leiaute de um canteiro de obras.

Figura 20: Áreas que compõem o canteiro de obras.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

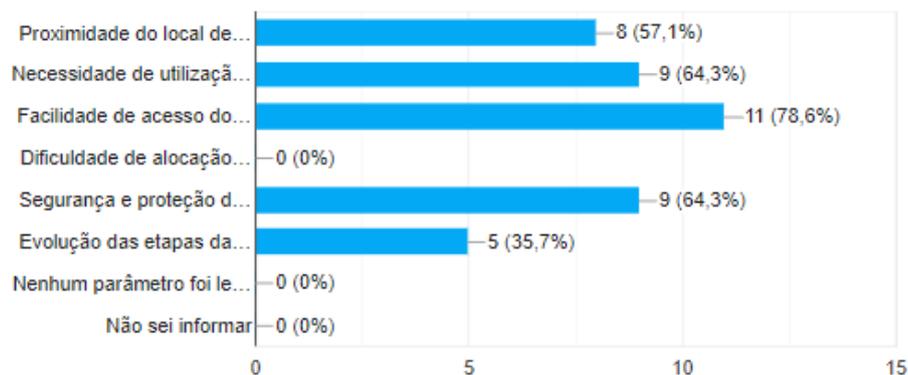
De acordo com a NR 18 (Condições de segurança e saúde no trabalho na indústria da construção, 2020):

“as áreas de vivência devem ser projetadas de forma a oferecer, aos trabalhadores, condições mínimas de segurança, de conforto e de privacidade e devem ser mantidas em perfeito estado de conservação, higiene e limpeza, contemplando as seguintes instalações: instalação sanitária; vestiário; local para refeição; alojamento, quando houver trabalhador alojado.” (BRASIL, 2020).

De acordo com as respostas coletadas apenas o escritório e os sanitários estão presentes em 100% dos canteiros analisados. Não se pode afirmar o motivo das demais áreas não serem

tão presentes, no entanto sabe-se que as estruturas que compõem o canteiro podem variar de acordo com o tamanho da obra e a quantidade de trabalhadores que ela possui.

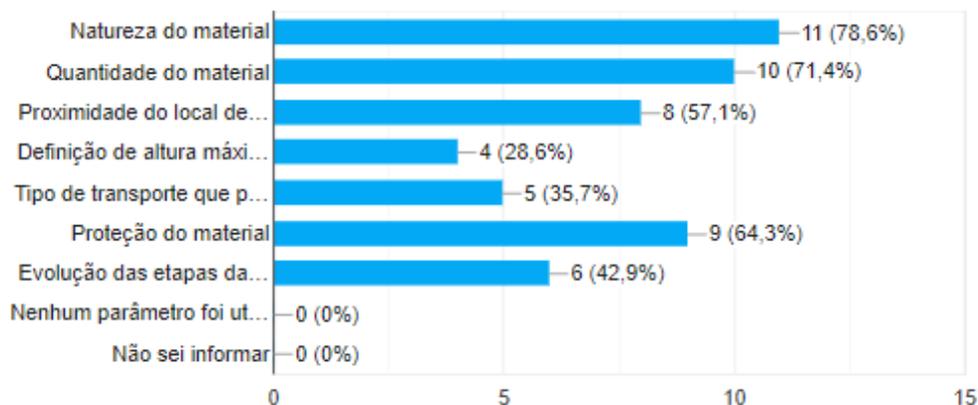
Figura 21: Parâmetros para definição do local de carga e descarga de materiais.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Os parâmetros mais utilizados para definição do local onde vai se descarregar o material, estão ligados à facilidade de acesso pelos fornecedores, necessidade de utilização de equipamentos para transportar o material (e.g.: carrinho de mão, empilhadeira e guas), segurança e proteção do material, proximidade do local de uso e evolução da obra. Levantar em conta esses parâmetros contribui significativamente para a otimização das operações, diminuindo movimentos desnecessários e perdas de materiais que podem sofrer prejuízos no transporte.

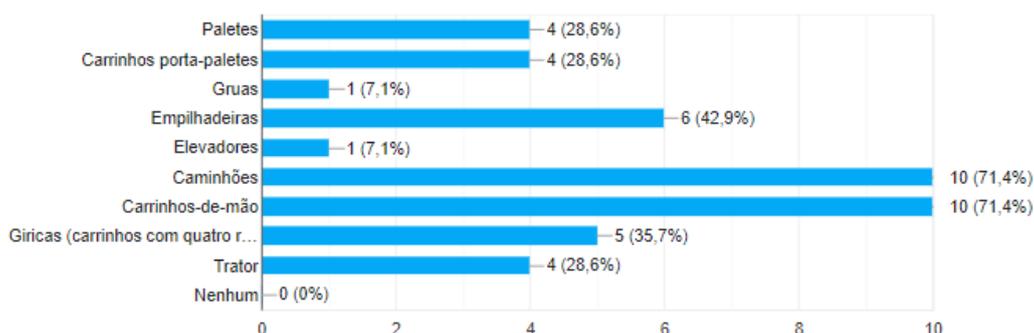
Figura 22: Parâmetros para definição do local de armazenamento de materiais.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Sobre os parâmetros utilizados para definição e planejamento do local de armazenamento de cada material utilizado na obra, todas as opções foram selecionadas pelos entrevistados, o que representa certa organização da equipe responsável, visto que cada parâmetro tem sua importância para a melhoria do processo. Foram citados: natureza do material, quantidade, proximidade do local de uso, facilidade de acesso, definição de altura máxima para empilhamento, tipo de transporte que precisa ser utilizado, proteção do material e evolução das etapas da obra. Cada obra deve levar em consideração suas particularidades para que sejam priorizados os parâmetros mais adequados.

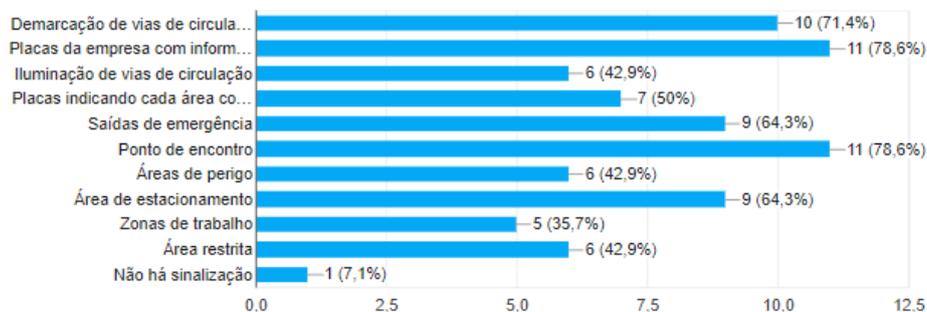
Figura 23: Equipamentos utilizados no transporte de materiais.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Para o transporte de materiais dentro do canteiro de obras, os equipamentos mais utilizados dentre os citados foram: caminhões, carrinhos de mão e empilhadeiras.

Figura 24: Sinalização do canteiro.



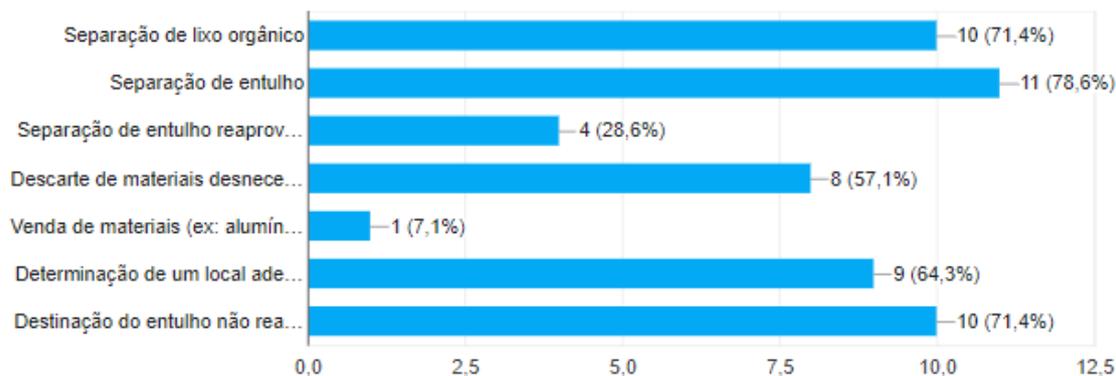
**Fonte:** Autoria própria, 2024.

A NR 18 também diz o seguinte:

“o canteiro de obras deve ser sinalizado com o objetivo de: identificar os locais de apoio; indicar as saídas de emergência; advertir quanto aos riscos existentes, tais como queda de materiais e pessoas e o choque elétrico; alertar quanto à obrigatoriedade do uso de EPI; identificar o isolamento das áreas de movimentação e transporte de materiais; identificar acessos e circulação de veículos e equipamentos; identificar locais com substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis, explosivas e radioativas.” (BRASIL,2024).

Além disso, a norma ainda diz que é obrigatório o uso de roupas de alta visibilidade (tórax e costas) quando o trabalhador estiver em local onde há movimentação de cargas e veículos. De acordo com as respostas recebidas, observa-se que a questão de sinalização deve ser melhor praticada de acordo com a norma regulamentadora vigente, visto que algumas áreas não foram identificadas nos canteiros analisados e, tratando-se de segurança, esta deve ser uma das prioridades.

Figura 25: Coleta e descarte de resíduos.



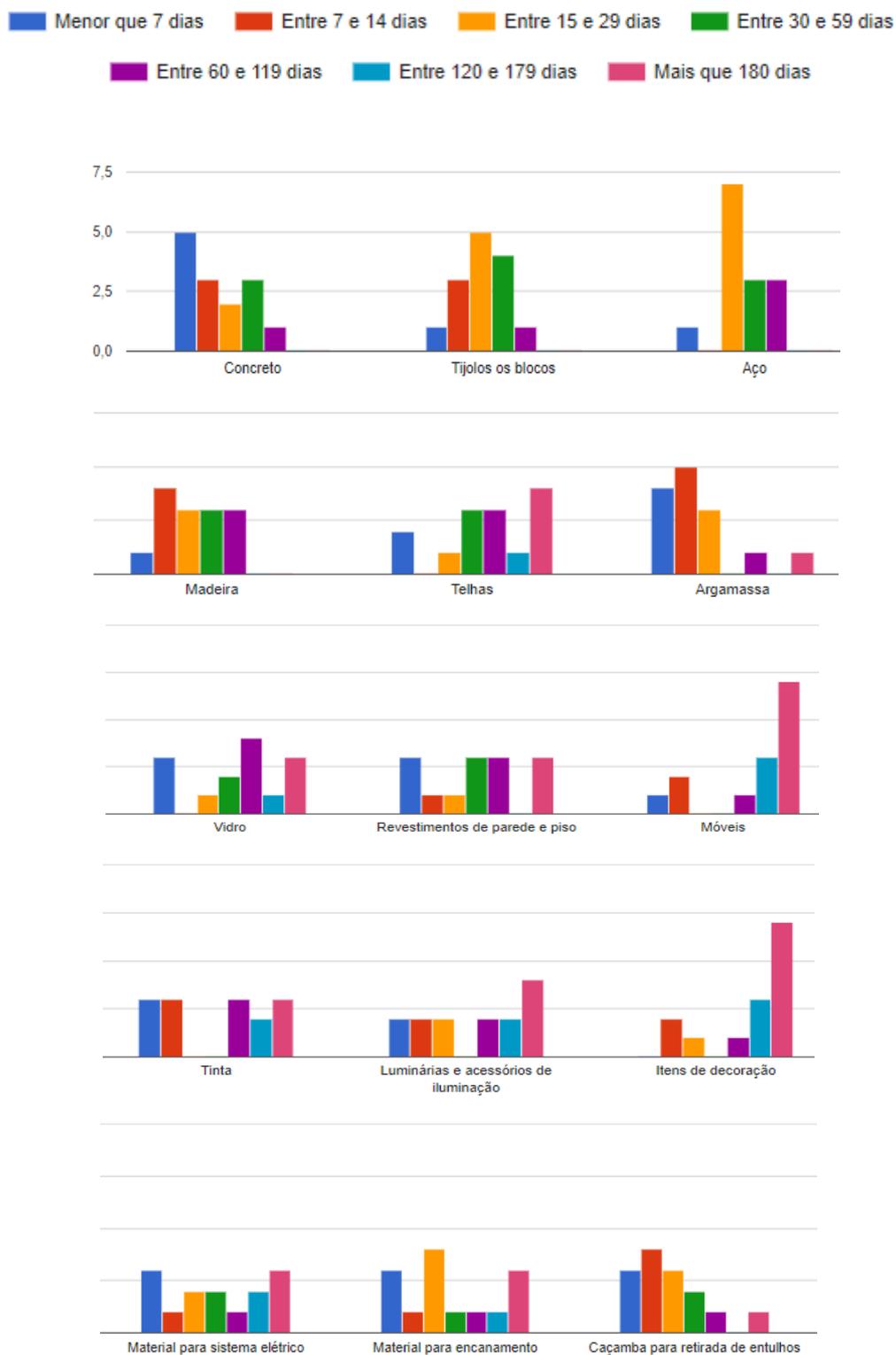
**Fonte:** Autoria própria, 2024.

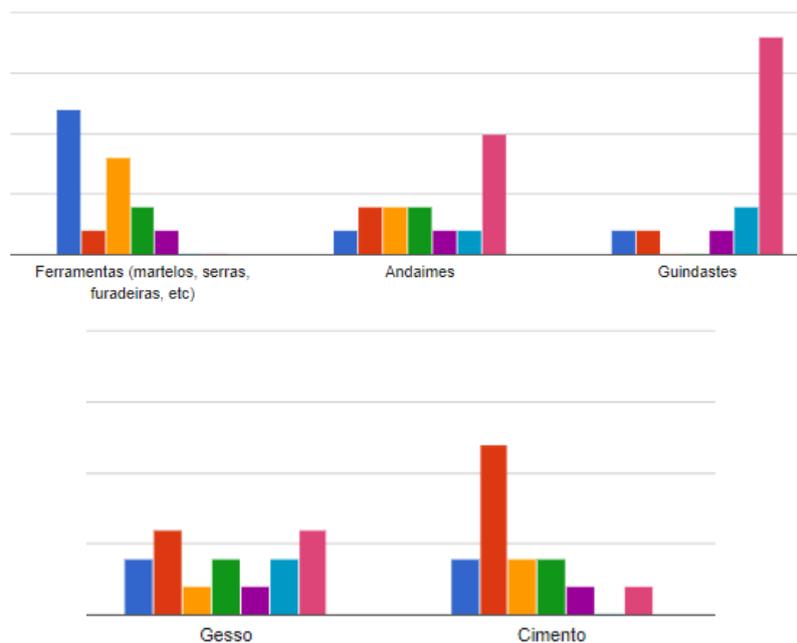
Ao serem questionados sobre o processo de coleta e descarte de resíduos, a maioria dos entrevistados disse fazer a separação do lixo de alguma forma e destiná-lo da forma mais adequada, considerando o tipo de resíduo, contribuindo para a sustentabilidade da obra e do meio ambiente.

Abaixo temos uma escala de recebimento de materiais dentro do canteiro de obras, essa questão buscava identificar qual a periodicidade de recebimentos dos materiais adquiridos para

as obras, indicando organização e planejamento por parte da equipe que administra os cronogramas da obra e o controle de estoque.

Figura 26: Periodicidade de recebimento de materiais.

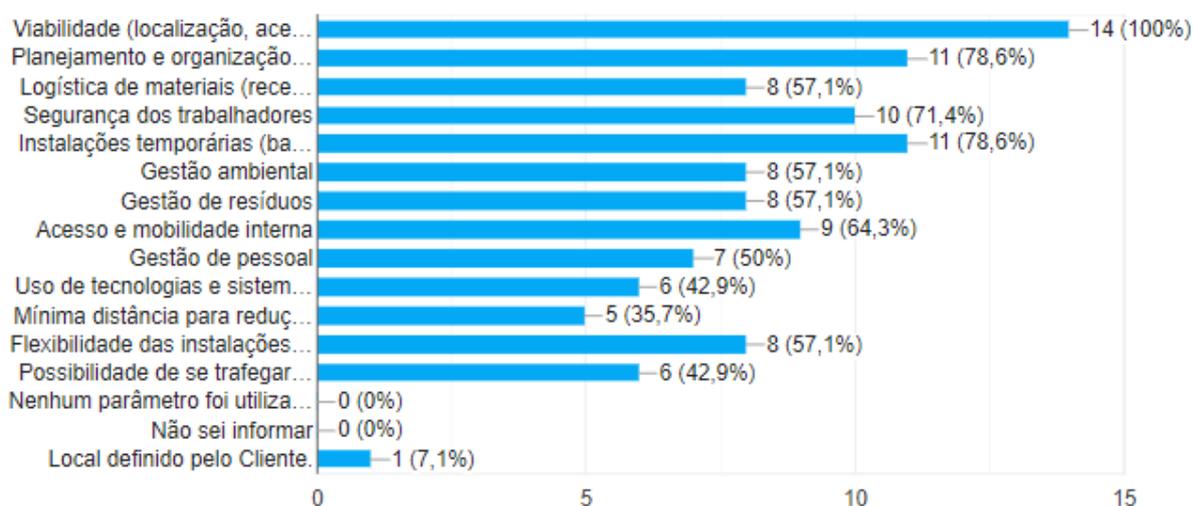




**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Os materiais citados, de forma geral, estão presentes na maioria das obras de construção civil. Pode-se observar através dos gráficos gerados que o recebimento desses materiais nos canteiros de obras varia de acordo com o tipo de obra, tamanho e prazo para a sua conclusão. Além disso, o cronograma previsto para cada etapa pode influenciar na chegada desses materiais.

Figura 27: Parâmetros utilizados para estruturação do canteiro.

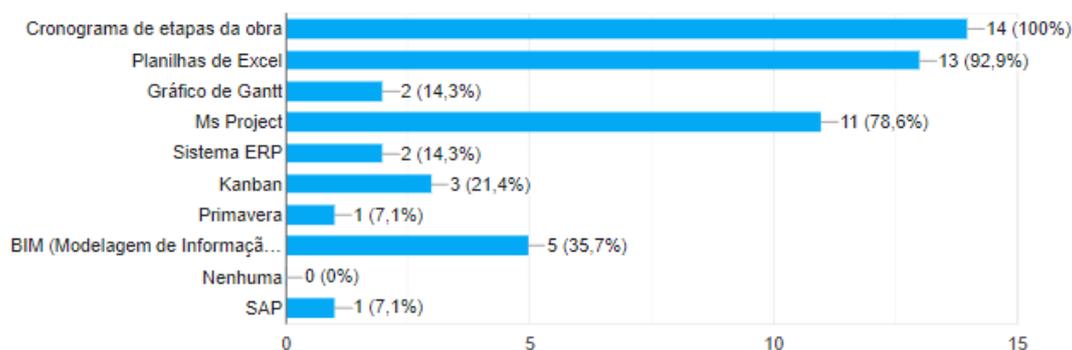


**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Sobre os parâmetros e metodologias utilizados para a estruturação do canteiro de obras, observa-se que em 100% dos casos a viabilidade (localização, acessibilidade e infraestrutura do local) é considerada, sendo um fator de grande influência para sua organização. De forma geral as respostas foram bem equilibradas, o que demonstra a importância de se considerar o canteiro de forma integral. Não é eficaz priorizar um lado e desconsiderar outro, por isso as decisões devem ser realizadas pensando na conjuntura de toda a estrutura.

A terceira parte da pesquisa envolveu questões sobre quais ferramentas e materiais são utilizados para realização do Planejamento e Controle da Produção. Aqui buscava-se analisar um pouco do conhecimento acerca das ferramentas existentes e suas aplicações.

Figura 28: Ferramentas utilizadas para controle de materiais necessários para cada etapa da obra.



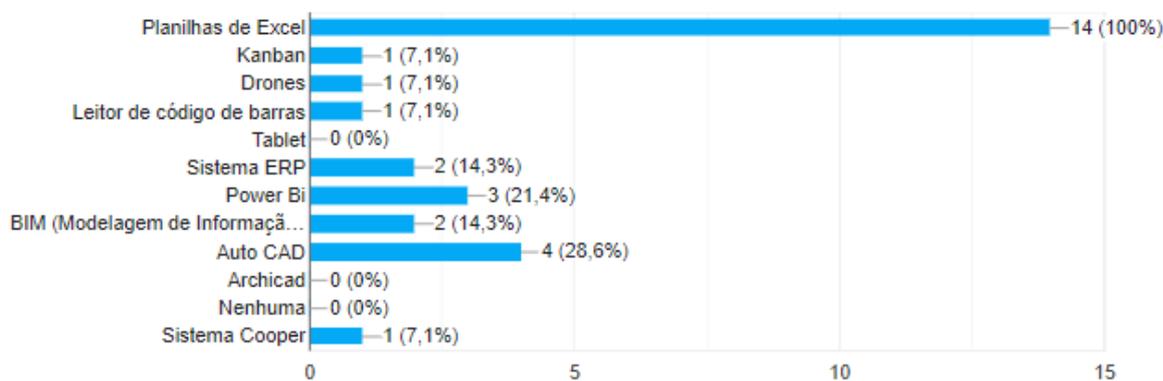
Fonte: Autoria própria, 2024.

Dentre as ferramentas utilizadas para o controle de materiais necessários para cada etapa da obra que estava sendo analisada, o gráfico acima nos mostra uma certa diversificação do que é utilizado pela amostra, visto que era possível sinalizar mais de uma alternativa. O cronograma apresenta-se como indispensável para o andamento das obras civis, utilizado por 100% dos pesquisados. As planilhas de Excel também são amplamente utilizadas, pois possuem versatilidade e facilidade para uso nas mais diversas necessidades.

O Gráfico de Gantt, foi assinalado por apenas 14,3% dos participantes, no entanto, o MS Project, conta com uma adoção de 78,6% da amostra. Uma das funcionalidades do software é justamente o Gráfico de Gantt, então a discrepância de números pode sugerir que os respondentes considerem o uso da ferramenta categoricamente diferente de se utilizar apenas o Gráfico de Gantt de forma isolada, sugerindo que possam utilizar formas mais simples para gerar esse tipo de gráfico visual.

O Sistema ERP foi indicado por apenas 14,3%, indicando que talvez não seja a primeira escolha para controle de materiais. O *Kanban* também teve menor relevância, com 21,4% das respostas. O Primavera é utilizado por 7,1%, o que sugere ser uma ferramenta menos popular. O BIM (*Building Information Modeling*) foi selecionado por 35,7% dos entrevistados, ressaltando sua importância na indústria da construção para modelagem de informações. O SAP demonstrou ter 7,1% de utilização, apesar de ter como uma de suas funcionalidades a gestão da cadeia de suprimentos. Todos os entrevistados selecionaram algum tipo de ferramenta, o que indica a necessidade do uso de tecnologias para o controle de materiais em cada etapa da obra. Além disso, pode-se inferir que a combinação de recursos também é eficiente e desejada para o controle de materiais.

Figura 29: Ferramentas utilizadas para controle de estoque.

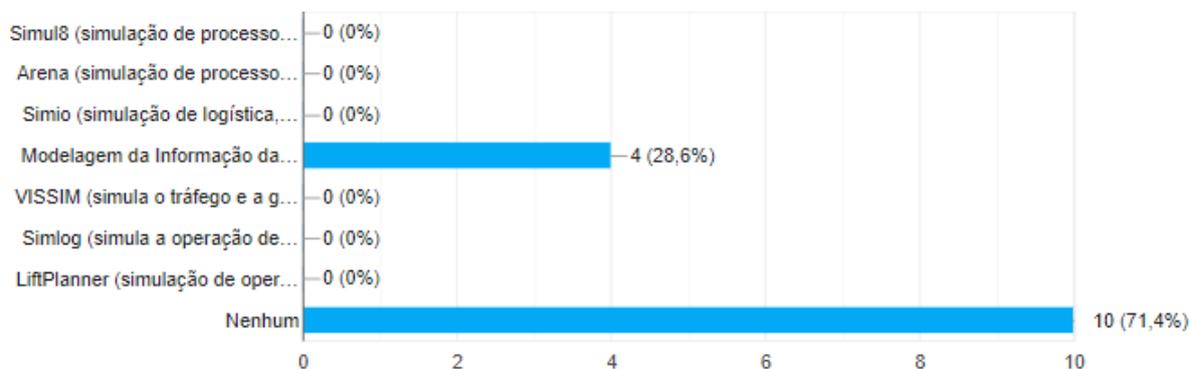


**Fonte:** Autoria própria, 2024.

No que tange à utilização de ferramentas para controle de estoque, de acordo com os dados acima, pode-se perceber que o Excel é utilizado por todos os entrevistados (100%). Isso demonstra a sua flexibilidade, facilidade de uso e acessibilidade para atendimento das mais diversas demandas. O *Kanban*, uso de drones, leitor de código de barras e “Sistema Cooper” (citado por um dos respondentes) obtiveram 7,1% dos resultados. O sistema ERP e o BIM, obtiveram 14,3% das respostas, demonstrando o uso de soluções integradas para gerenciamento do estoque com demais áreas que podem envolver o planejamento. O Power BI foi citado por 21,4%, indicando uma tendência de análise de dados para o controle de estoque de forma mais eficiente, mas que é menos utilizada da área. O AutoCAD (28,6%) foi a segunda ferramenta mais citada, visto que é amplamente utilizada em obras e pode ser usada para planejar leiautes de armazenamento e gerenciamento de materiais. A partir desses resultados, é possível concluir

que o excel continua sendo uma ferramenta muito abrangente e utilizada, enquanto o uso de tecnologias mais avançadas e específicas da área têm sido inseridas aos poucos, contribuindo com soluções mais automatizadas e tecnológicas.

Figura 30: *Softwares* utilizados para simulação da realidade.



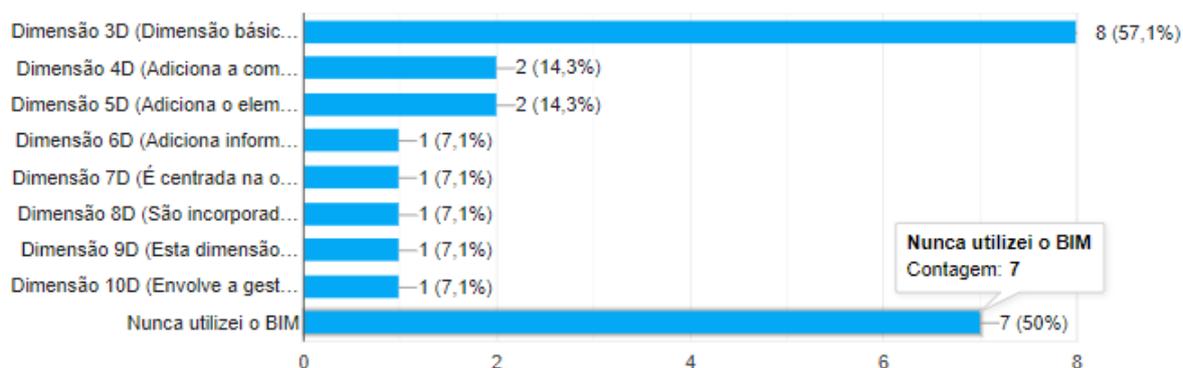
**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Dentre os *softwares* de simulação da realidade citados, apenas 28,6% dos respondentes afirmou utilizar o BIM para simulações dentro do canteiro de obras. A grande maioria, 71,4%, declarou nunca ter utilizado nenhum *software* com essa finalidade. Essa diferença pode ser por falta de conhecimento das ferramentas existentes, falta de investimento por parte das empresas em tecnologias, falta de recursos, resistência à implementação de mudanças, ou até mesmo desconhecimento dos benefícios que podem ser alcançados com o auxílio deles como, por exemplo, maior eficiência e redução de erros e custos.

No questionário ao serem perguntados sobre como o uso da simulação da realidade poderia auxiliar no desenvolvimento das atividades e contribuir para o auxílio do planejamento e na tomada de decisões dentro do canteiro de obras, obteve-se a maiorias das respostas favoráveis, apenas 1 (uma) pessoa respondeu não ter conhecimento sobre o assunto. Dentre as respostas mais citadas estava o fato de a simulação da realidade permitir experimentar cenários, prever gargalos, antecipar decisões e aumentar a segurança. Com o uso da simulação erros são minimizados, juntamente com retrabalhos, custos e riscos.

O fato de o BIM ser uma ferramenta muito utilizada na indústria da construção civil, justifica ele ter sido o único citado entre as tecnologias de simulação. Ele possui 10 dimensões e a mais utilizada é a dimensão 3D.

Figura 31: Dimensões do BIM.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Além da simulação da realidade, o BIM possui várias outras funcionalidades. A dimensão 3D é uma das mais básicas e é capaz de gerar uma visualização tridimensional do projeto. A dimensão 4D adiciona o componente tempo ao modelo 3D. Com isso é possível programar etapas da obra, identificar conflitos e otimizar o cronograma previsto.

A 5ª dimensão (5D) adiciona o elemento custo, podendo estimá-lo e prever impactos no orçamento com possíveis mudanças no cronograma. A dimensão 6D está relacionada à sustentabilidade e eficiência energética e permite obter dados sobre a construção como: vida útil da edificação, consumo de energia, emissões de carbono e os custos operacionais.

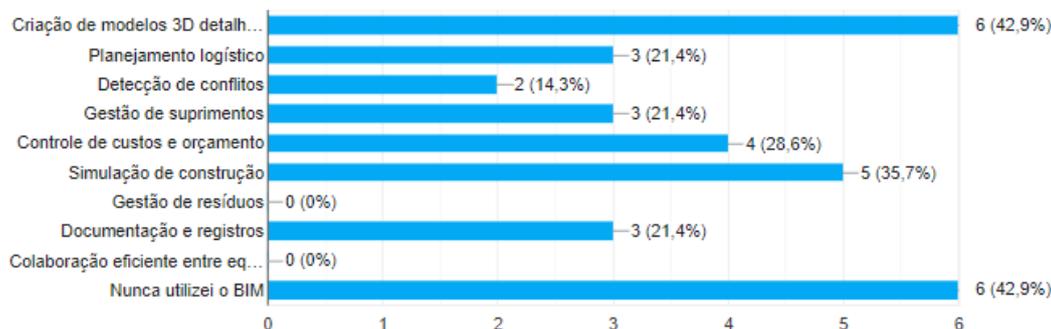
A dimensão 7D é voltada para a operação e manutenção do edifício após sua conclusão. São fornecidas informações sobre manutenção preventiva, substituição de componentes e renovações futuras. A 8ª dimensão (8D) fornece informações sobre riscos e seguros relacionados ao projeto, ajudando a avaliar e gerenciar os riscos ao longo do ciclo de vida do edifício.

A dimensão 9D se concentra na integração de dados de sistemas e tecnologias diferentes, como sistemas de gerenciamento de ativos e sistemas de automação predial. Por último, a dimensão 10D envolve a gestão de informações relacionadas a direitos, contratos, propriedade e responsabilidades legais no ciclo de vida do edifício.

As dimensões BIM após a 3D ainda são pouco utilizadas, dentre aqueles que responderam utilizar o *software*, mas suas contribuições são notáveis para a eficiência de uma construção que se espera perdurar por anos e ser sustentáveis e econômicas.

Quando questionados sobre quais ferramentas dentro do BIM eles mais utilizam, obteve-se as respostas na Figura 32.

Figura 32: Ferramentas BIM utilizadas.

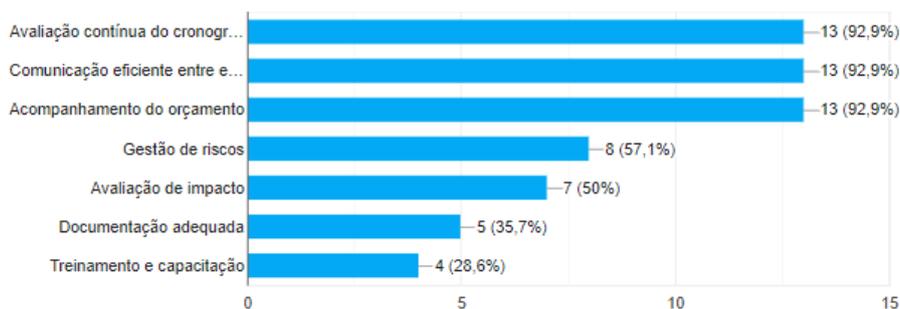


**Fonte:** Autoria própria, 2024.

A criação de modelos 3D e a simulação da construção são os mais explorados dentro da metodologia, no entanto, também houveram respostas dizendo que utilizam o BIM para o planejamento logístico, detecção de conflitos, gestão de suprimentos controle e custos e orçamentos, e para armazenar documentação e registros. As últimas análises mostram como o BIM é amplo e têm se adaptado cada vez mais às necessidades que vão mudando com o tempo e com o desenvolvimento de novas tecnologias. No entanto, as suas funcionalidades ainda precisam ser melhor difundidas no mercado da construção civil.

Com a evolução de toda obra, algumas mudanças são passíveis de acontecer, mas isso também deve ser planejado. A próxima pergunta diz respeito sobre quais etapas devem ser consideradas ao realizar o planejamento de mudanças, considerando a evolução da obra.

Figura 33: Etapas para o planejamento de mudanças devido a evolução da obra.



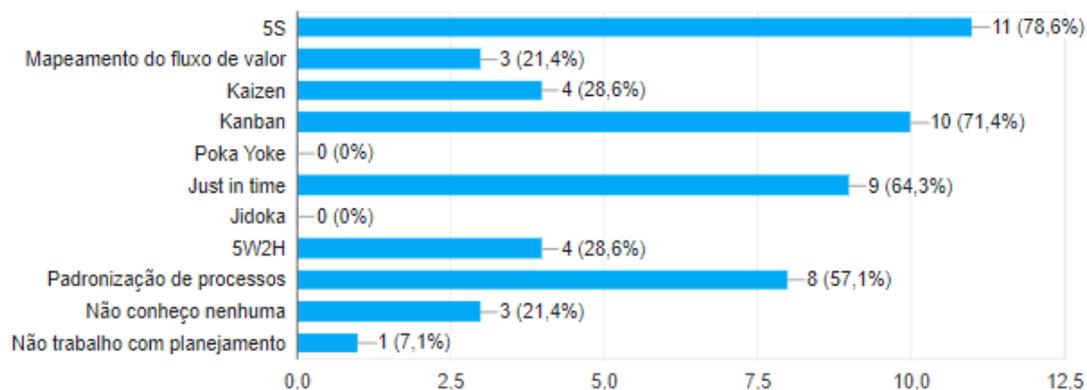
**Fonte:** Autoria própria, 2024.

A maioria julgou necessário estar sempre em avaliação o cronograma da obra, manter a comunicação eficiente entre as equipes e acompanhar o orçamento previsto. No entanto,

outras etapas como a gestão de riscos, avaliação do impacto das mudanças, providenciamento de documentação adequada e o treinamento da equipe foram consideradas na pesquisa. Esses resultados demonstram certa preocupação por parte da equipe com relação aos impactos que as mudanças envolvem e, por isso, devem ser realizadas com cautela e atenção, integrando todas as partes envolvidas para que o cronograma não seja prejudicado e muito menos a qualidade do serviço desenvolvido.

Este estudo se baseia nos princípios da filosofia enxuta e, como já foi apresentado em capítulos anteriores, existem algumas ferramentas que contribuem para esse pensamento. Foi perguntado aos pesquisados quais as ferramentas são conhecidas por eles, podendo selecionar mais de uma opção e citar outras, caso não fosse apresentada.

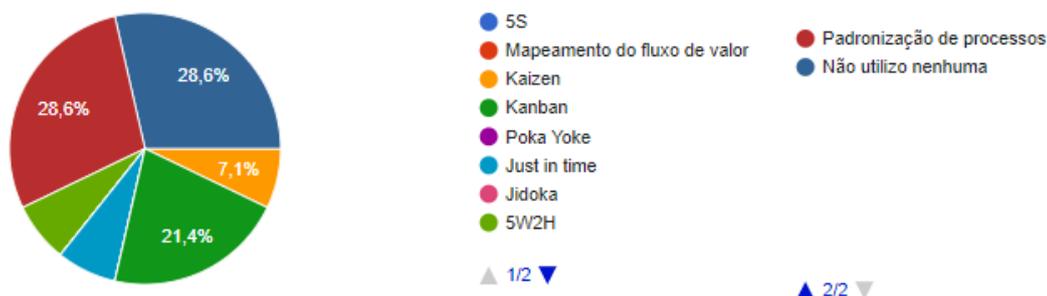
Figura 34: Ferramentas da filosofia enxuta.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

A metodologia 5S, *Kanban*, o *Just in time* e a padronização de processos demonstraram ser os mais conhecidos. Mesmo que quase 90% da amostra possua ensino superior e trabalhe a mais de um ano, 21,4% deles demonstraram não conhecer nenhuma das ferramentas citadas, um valor expressivo. Dentre essas ferramentas as mais utilizadas pelas equipes de trabalho são: a padronização de processos e o *Kanban*.

Figura 35: Ferramentas utilizadas no planejamento do canteiro.

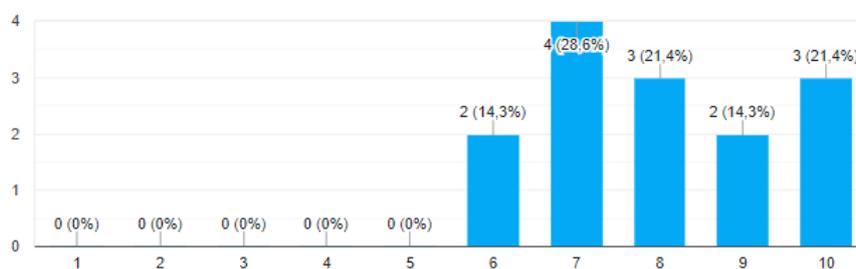


**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Na pesquisa 28,6% disseram não utilizar nenhuma ferramenta. Enquanto isso, 28,6% realizam a padronização de processos, 21,4% utilizam o *Kanban*, 7,1% utilizam o *Kaizen*, *Just in time* e *5W2H* (*What, Why, Where, When, Who, How, How Much*). A utilização dessas ferramentas que se baseiam na eliminação de desperdícios e melhoria contínua dos processos, apesar de serem conhecidas pela maioria, ainda são pouco aplicadas.

Visto isso, no intuito de entender melhor a satisfação das pessoas em relação ao meio em que trabalham, foi perguntado qual a avaliação deles em relação a organização do canteiro de obras como um todo, e os resultados foram os representados na figura 36:

Figura 36: Avaliação da organização do canteiro de obras.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Em média considerou-se as avaliações positivas, no entanto a nota 6 indica que há alguns pontos a serem melhorados, assim como as notas 7 e 8 também devem ter um pouco mais de atenção, pois a organização interfere diretamente em custos, retrabalho e segurança. Dessa forma, pode-se presumir que essas equipes de trabalho possam ter algum tipo de prejuízo durante seu processo. É importante lembrar que o cenário perfeito não existe e os gargalos

sempre existirão, mas deve-se saber como identificá-los e tratá-los para que sejam minimizados ao máximo.

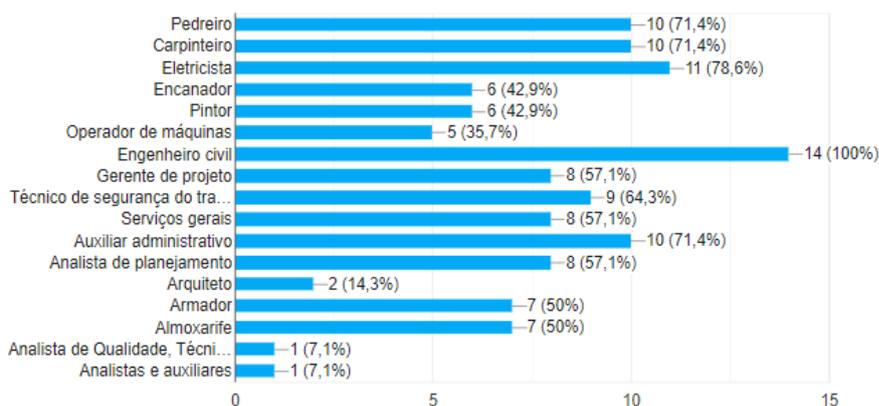
A próxima pergunta estava relacionada às áreas que precisam ser melhoradas e quais as sugestões de melhoria eles teriam a acrescentar e as respostas foram:

- I. Gestão de estoque.
- II. Acompanhamento financeiro da obra.
- III. Logística do canteiro.
- IV. Organização na frente de serviço.
- V. Carência de profissionais qualificados.
- VI. Fluxo de informação entre os setores.

Pode-se observar que todas as áreas citadas são críticas, considerando que as empresas buscam sempre atender aos seus clientes da melhor forma, com custos reduzidos e no menor tempo possível. Esses pontos que precisam de melhorias podem estar impactando para o sucesso pleno do projeto e satisfação de todas as partes envolvidas.

A última etapa da entrevista estava relacionada às pessoas que trabalham nos canteiros de obras. Entender os recursos humanos disponíveis contribui para uma análise sobre o que é feito, o que não é feito e o que pode ser feito, pensando na gestão do canteiro de obras de forma geral. As pessoas do operacional são de extrema importância para a execução do projeto final, mas o apoio de áreas de gestão administrativas é essencial para colocar em prática aquilo que está na teoria sobre o processo da melhoria contínua. Os resultados obtidos foram os da figura 37.

Figura 37: Recursos humanos disponíveis.

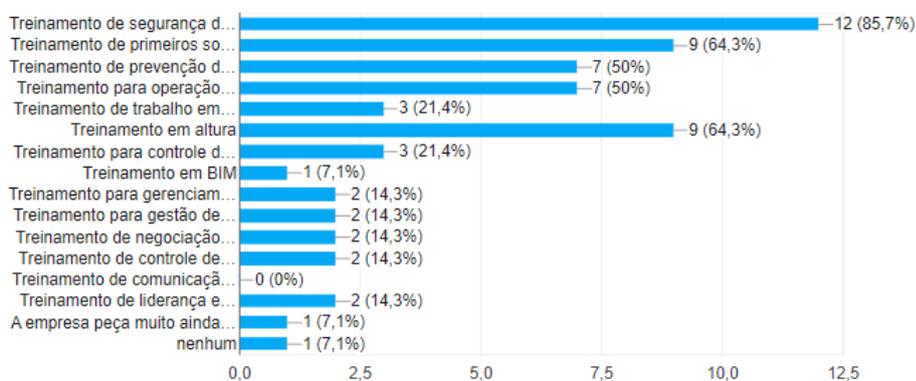


Fonte: Autoria própria, 2024.

Percebe-se que quase todas as áreas operacionais foram citadas. Considerando sua importância para a execução da obra, este já era um resultado esperado, assim como todos os pesquisados terem respondido ter um engenheiro civil na equipe. Além disso, técnicos, analistas, auxiliares e gerentes foram citados pela grande maioria, o que demonstra a importância dessas áreas trabalharem em consonância à equipe operacional.

Quando questionados sobre os treinamentos que são ofertados para a equipe, os treinamentos de segurança do trabalho, primeiros socorros, prevenção de incêndios, operações de máquinas e trabalho em altura foram os mais citados. Em contrapartida, treinamentos relacionados à gestão de pessoas e questões administrativas foram bem menos. Ainda obtivemos uma resposta que dizia não receber nenhum treinamento na empresa em que trabalha.

Figura 38: Treinamentos recebidos pela equipe.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Observa-se no gráfico acima uma baixa adesão aos treinamentos relacionados à liderança, comunicação, gerenciamento de projetos, gestão de custos e orçamentos, negociação e controle de estoque. Isso pode impactar no resultado final que esta empresa deseja, pois o processo de otimização permeia por princípios relacionados ao treinamento e capacitação de pessoas.

Na questão seguinte, sobre quais treinamentos julgavam necessário oferecer para a equipe obteve-se as seguintes respostas:

- I. Desempenho corporativo e comportamental;
- II. Treinamento de segurança do trabalho;
- III. Gestão de custos e orçamentos;

- IV. Gestão de pessoas;
- V. Resolução de conflitos;
- VI. Diretrizes da gestão da qualidade;
- VII. Excel;
- VIII. Liderança e gestão de pessoas;
- IX. BIM.

Mais uma vez observa-se a necessidade de treinamentos relacionados à área de gestão/administrativas indicando que as pessoas sentem a carência de profissionais melhor capacitados para assumirem cargos de maiores responsabilidades que impactam em questões como: custos, prazos e satisfação do cliente, e de certa forma na competitividade da empresa perante o mercado.

Dentre as atividades do Diálogo Diário de Segurança (DDS) que são realizadas entre equipe pelos gestores, 100% respondeu que são realizados os DDS's com tema sobre o uso de equipamentos de segurança. As obras civis são ambientes que exigem EPI's em praticamente todas as áreas e para todos os cargos. Cada um tem sua especificidade de acordo com a função exercida e a área a qual tem acesso. De forma geral os demais temas também foram bem citados, são eles:

- I. Discussão de riscos.
- II. Revisão de acidentes anteriores.
- III. Boas práticas.
- IV. Avaliação de incidentes.
- V. Planejamento de ações corretivas.
- VI. Ações específicas para o mês (e.g.: setembro amarelo, outubro rosa, novembro azul...).

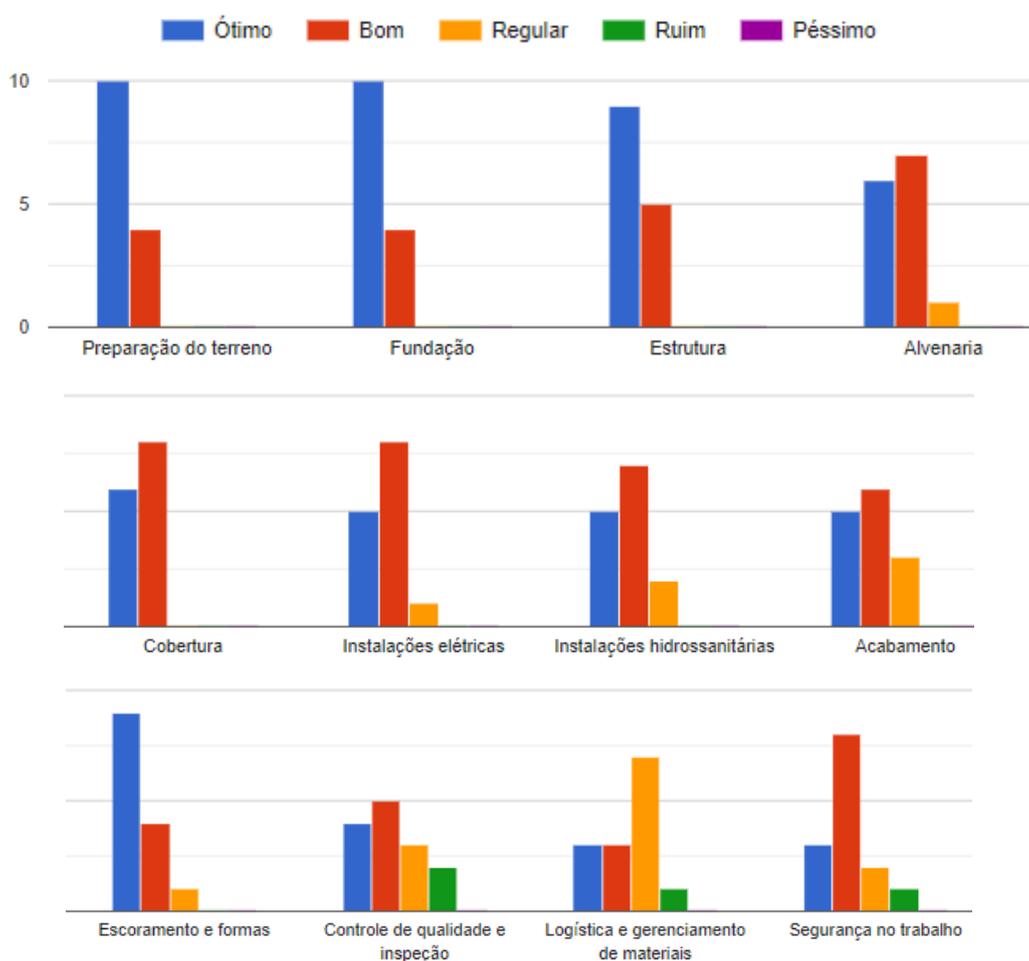
Das atividades realizadas pela equipe de trabalho que necessitam de aprimoramento as mais citadas foram:

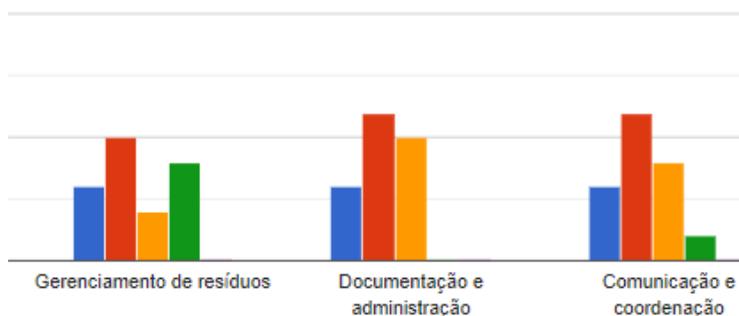
- I. Uso de equipamentos de segurança;
- II. Orçamento e planejamento;
- III. Ações corretivas;
- IV. Padronização de processos;
- V. Comunicação;

- VI. Visão holística;
- VII. Gestão de pessoas;
- VIII. Atualização de tecnologias.

Aqui, pode-se observar mais uma vez a necessidade da equipe de treinamentos relacionados à gestão e não apenas o operacional. Por fim, a última pergunta estava relacionada à satisfação acerca das atividades que estavam sendo executadas pelas equipes de operação e gestão.

Figura 39: Satisfação acerca do trabalho realizado pela equipe.





**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Fica claro através dos gráficos acima que as atividades da áreas administrativas e gestão foram as únicas que receberam uma classificação “ruim”. Atividades operacionais permeiam entre “ótimo”, “bom” e “regular”. Isso nos leva a mais uma percepção sobre o baixo investimento em áreas fundamentais

#### 4.2 Resultados obtidos através da revisão bibliométrica

Como foi dito anteriormente, foram selecionadas 24 produções científicas para levantamento das informações acerca da distribuição de materiais para canteiros de obras e organização e planejamento do leiaute. As obras selecionadas estão relacionadas na Figura 40 abaixo:

Figura 40: Materiais científicos selecionados.

Nº	TÍTULO
1	Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos
2	Implantação dos princípios da construção enxuta em uma empresa construtora
3	Análise de layout e logística no canteiro de uma obra em um edifício residencial em Caxias do Sul/RS
4	Logística interna dos fluxos de materiais e equipamentos no canteiro de obra sob a ótica da produtividade
5	Análise da gestão de estoques em canteiros de obras da região metropolitana de Fortaleza
6	Gestão de estoque no canteiro de obras: uma ferramenta estratégica para auxílio do aumento de produtividade
7	Planejamento do sistema de movimentação e armazenamento de materiais em canteiros de obras: uso da grua
8	Realidade virtual como ferramenta facilitadora no planejamento de canteiro de obras
9	Projeto e planejamento de canteiro de obras no Brasil: uma revisão sobre as boas práticas e ferramentas utilizadas
10	Projeto dos canteiros de obras: avaliação das instalações provisórias e dos fluxos físicos dos materiais
11	Plano logístico em um canteiro de obras
12	Planejamento do layout de canteiros de obras: aplicação do SLP (systematic layout planning)
13	Método para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiros de obra de edificações
14	Aplicação da NR-18 em canteiro de obra: revisão de literatura
15	Análise e planejamento de canteiro de obras: estudo de caso em um condomínio residencial na cidade de Uberlândia-MG
16	Organização do canteiro de obras com a implantação do programa 5S

17	Planejamento e organização do canteiro de obras na indústria da construção: uma análise sob a NR 18 e a NR 35
18	<i>Construction site design planning using 4D BIM modeling</i> (Planejamento do canteiro de obras utilizando o BIM 4D)
19	Projeto e planejamento de canteiro de obras no Brasil: Uma revisão sobre as boas práticas e ferramentas utilizadas
20	Metodologia para elaboração do projeto de canteiro de obras de edifícios
21	Aplicação da Modelagem da Informação da Construção (BIM) no projeto do canteiro de obras
22	Gerenciamento de obras, análise comparativa de layout de canteiros de obras e verificação de adequação às normas regulamentadoras
23	Análise dos fluxos do canteiro de obras pelo uso do diagrama espaguete
24	Logística de canteiro de obra: aumento de produtividade e redução de desperdício

**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Todos os estudos selecionados foram produzidos no Brasil e a sua maioria nas universidades do Rio Grande do Sul. Algumas dessas pesquisas foram publicadas em revistas sobre engenharia/arquitetura e apresentadas em simpósios de abrangência nacional, tendo como metodologia principal o estudo de caso.

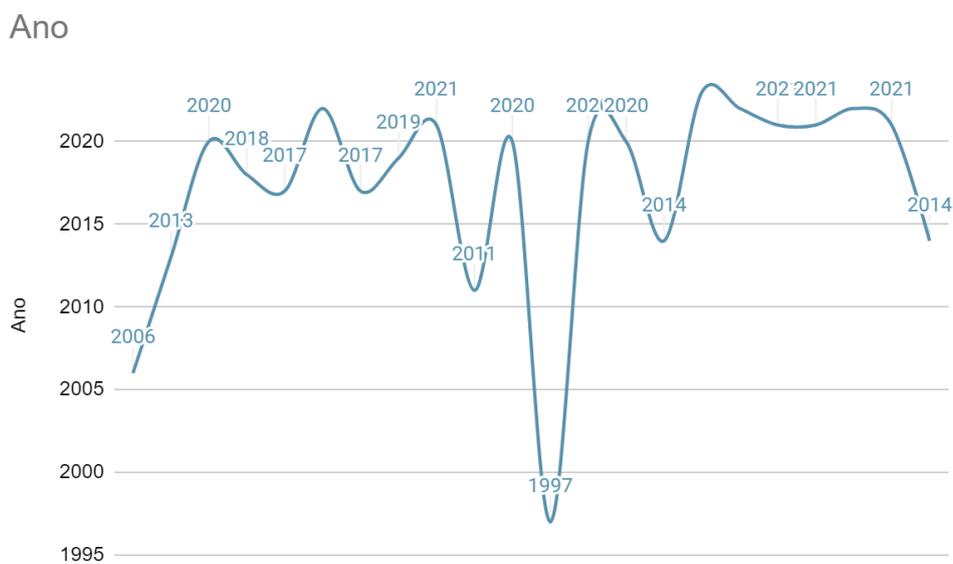
Figura 41: Mapa dos locais onde foram realizados os estudos selecionados.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

Os estudos analisados tiveram datas de publicação entre 1997 e 2023.

Figura 42: Ano de publicação.



**Fonte:** Autoria própria, 2024.

De forma geral, todos os casos estudados apresentavam canteiros de obras em conformidade com as normas regulamentadoras no que tange às estruturas presentes dentro dos canteiros. Como já foi falado, em alguns casos, como nos trabalhos de Mussoi e Noberto, depender do tamanho da obra e da quantidade de trabalhadores algumas áreas não são exigidas, entretanto, através dos estudos analisados, dentre as principais estruturas citadas estão: escritório, áreas de vivência, sanitários, refeitórios, áreas de armazenamento de materiais, área de resíduos e áreas de operação.

A estruturação do canteiro de obras deve ser planejada de forma que todas as suas áreas sejam integradas, priorizando os parâmetros que forem necessários para cada tipo e tamanho da obra. Com isso, cada área identificada deve ser incluída para que sejam planejados também as distâncias, tempos, movimentações e equipamentos necessários em cada momento da obra, visto que com sua evolução esses parâmetros podem ser alterados.

Para o planejamento de carga e descarga de materiais, por exemplo, como nas obras de Costa e Ferreira, têm sido levados em consideração a proximidade com o local de uso final, o transporte necessário para movimentar o material, considerando seu volume e peso, a facilidade de acesso do local pelos fornecedores e a existência de vias adequadas para circulação. Todos esses são considerados importantes para que sejam minimizadas as atividades que não agregam valor e que possam causar algum tipo de prejuízo. Recomenda-se que a entrega seja feita na presença do responsável pela obra para que haja a verificação do pedido no ato do recebimento. Esse recebimento também deve estar programado para evitar atrasos em demandas rotineiras e no andamento das atividades, por isso deve-se fazer o agendamento prévio com os responsáveis.

Para definição do local de armazenamento de materiais, como pode ser visto nas obras de Chiavenato e Qualharini, também é considerada a proximidade com o local a ser utilizado, dimensionamento das áreas de acordo com cada material específico, valor do material, proteção do material contra intempéries, fácil manuseio e cronograma da obra. Os estudos supracitados demonstram que essas práticas firmam um compromisso com a organização e eficiência da produção, garantindo que os materiais estejam sempre disponíveis quando necessários. Essa análise sobre o melhor leiaute para o canteiro de obras pode ser realizada de forma facilitada através da utilização do BIM ou *softwares* de simulação da realidade virtual.

De acordo com Mussoi (2020), entre os equipamentos mais utilizados para movimentação de materiais dentro dos canteiros estão: caminhões, guias, elevadores, tratores, empilhadeiras, giricas, guinchos, esteiras e carrinhos de mão.

Para o controle de estoque necessário para cada etapa da obra, a filosofia enxuta tem sido muito utilizada em consonância com ferramentas que contribuem para a melhoria do processo. Em Chiavenato (2022), foram citados: sistema ERP, curva ABC, planilhas, previsão de demanda e custos, cronograma de materiais, controle de entradas e saídas, *Kanban*, identificação por radiofrequência, FIFO, LIFO, FEFO, tecnologia da informação, BIM, *Autodesk Revit*, *Autodesk Navisworks*, *softwares* de gestão, quadro de gestão a vista e inventários.

Em todos os estudos analisados foi comprovada a melhoria do processo, quando estão envolvidos o PCP e a filosofia da Construção Enxuta e suas ferramentas para distribuições de materiais e planejamento dos leiautes de canteiros de obras. De forma geral foi observado um ambiente mais produtivo, maior transparência nos processos burocráticos, ganho de competitividade, redução de transportes, redução de desperdícios de materiais, maior rendimento dos funcionários, redução de custos, maior eficiência operacional, maior segurança, antecipação de dificuldades, visualização mais precisa do leiaute contribuindo para a tomada de decisões mais assertivas, melhor organização do espaço, atingimentos de metas, redução de retrabalho, geração de valor, minimização de atividades desnecessárias, otimização dos fluxos físicos, capacidade de criar soluções eficientes e cumprimento de prazos.

## 5. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O setor da construção civil representa um importante papel em nossa economia. Em 2021, o país tinha 147.389 mil empresas de construção, que empregavam 2.203.731 pessoas. Frente a 2020, o total de ocupados no setor cresceu 11,4%, maior taxa desde 2010, enquanto o total de empresas teve a maior alta anual desde 2013: 11,7% (IBGE, 2023). Para que se mantenha esse crescimento e o fomento do setor, as empresas precisam acompanhar a evolução do mundo e suas tecnologias.

Nem sempre isso foi uma preocupação do setor civil, mas há alguns anos tem se tornado um diferencial competitivo essa adequação ao processo que agora tem uma visão mais cuidadosa acerca do planejamento e controle da produção. Os benefícios são inúmeros tanto para as empresas, quanto para os consumidores finais.

Através desse estudo, fica evidente que a adaptação dos canteiros de obras é crucial para garantir um serviço eficiente e mais seguro para os trabalhadores. A utilização de ferramentas modernas, a adoção de práticas enxutas e o PCP contribuem significativamente para a melhoria dos processos.

Os investimentos nessa área ainda são poucos, muitas vezes por resistência das pessoas em realizar mudanças ou até mesmo por desconhecimento dos benefícios. Talvez estes sejam os maiores desafios enfrentados, mas que em breve deverão ser extintos, visto que as empresas que não se adaptarem podem acabar perdendo competitividade e não se sustentando em um mundo que está se tornando cada vez mais prático e tecnológico.

## REFERÊNCIAS

CHIAVENATO, Idalberto. Gestão da Produção: Uma Abordagem Introdutória. Barueri: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559772865. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559772865/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

ALMEIDA, Laury; CAMPOS, Vanessa. ANÁLISE DAS CAUSAS DE DESPERDÍCIOS NO CANTEIRO DE OBRAS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

ANÁLISE DE FLUXOS DE CANTEIRO DE OBRAS PELO USO DODIAGRAMA ESPAGUETE. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/355605535\\_Analise\\_de\\_fluxos\\_de\\_canteiro\\_de\\_obras\\_pelo\\_uso\\_do\\_diagrama\\_espaguete](https://www.researchgate.net/publication/355605535_Analise_de_fluxos_de_canteiro_de_obras_pelo_uso_do_diagrama_espaguete)

BERNARDES, Maurício Moreira S. Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2021. E-book. ISBN 9788521637424. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521637424/>. Acesso em: 31 mai. 2023.

BESSLER, Fernando Spies. Planejamento do Sistema de Movimentação e Armazenamento de Materiais em Canteiros de Obras: uso da grua. UFRGS, 2017.

BOCETTO, João Bruno Domingues; JUNIOR, Celso Fernandes Joaquim. SIMULAÇÃO DE FLUXO DE PESSOAS E MATERIAIS EM OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL. In: IV JORNACITEC. 2015.

BRAGANÇA, Antônio Carlos da F. Planejamento e custos de obras. São Paulo: Editora Saraiva, 2014. E-book. ISBN 9788536509396. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536509396/>. Acesso em: 12 jul. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 1 – Disposições Gerais. 2019. Disponível em: <http://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-915-de-30-de-julho-de-2019-207941374>. Acesso em: 31 de jul. 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18 – Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção. 2006. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/trabalhista/nr/nr18.htm>. Acesso em: 22 de jul. 2019.

CARVALHO, K. Planejamento. Construção Mercado, São Paulo, Ed 53, p.27, Jan 2009.

CESAR, Luiza Denardi et al. Projeto do canteiro de obras: avaliação das instalações provisórias e dos fluxos físicos de materiais. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto No Ambiente Construído, v. 2, 2011.

CHIAVENATO, Idalberto. Iniciação ao Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2022. E-book. ISBN 9786559773664. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786559773664/>. Acesso em: 31 mai. 2023.

COSTA, C. F. .; FERREIRA, E. de A. M. . Projeto de Canteiro de Obras com o auxílio de ferramentas BIM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2., 2019. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. p. 1–8. DOI: 10.46421/sbtic.v2i00.166. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/sbtic/article/view/166>. Acesso em: 23 jun. 2023.

CUNHA, Thaís de Melo; CAMPOS, Vanessa Ribeiro. Análise da gestão de estoques em canteiros de obras da região metropolitana de Fortaleza. 2017.

DENNIS, Pascal. Produção lean simplificada. São Paulo: Grupo A, 2011. E-book. ISBN 9788577802913. Disponível em:

<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802913/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

DOS SANTOS, Bruno Teixeira; LUBIANA, Cleidice. O uso da curva ABC para a tomada de decisão na composição de estoque. **Inter-American Journal of Development and Research**, v. 1, n. 1, p. 62-78, 2017.

ESTENDER, Antonio Carlos et al. A importância do planejamento e controle de produção. VI Singep–Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, 2017.

FERREIRA, Karine Araujo; FIUZA, Gabriela Costa Pinto; OLIVEIRA, Paula Cristine Leal. Uma revisão sistemática sobre ferramentas e técnicas adotadas na construção enxuta. Anais do XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP Web Brasil, v. 40, 2020.

GREGÓRIO, Gabriela F P.; LOZADA, Gisele. Simulação de sistemas produtivos. Porto Alegre: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788595029194. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595029194/>. Acesso em: 12 jul. 2023.

GUPTA, Shaman; JAIN, Sanjiv Kumar. A literature review of lean manufacturing. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, v. 8, n. 4, p. 241-249, 2013.

Karina Gomes Lourenço, Valeria Castilho. Classificação ABC dos materiais: uma ferramenta gerencial de custos em enfermagem, 2006.

KHALIL, S. Sinergia BIM-Lean Construction: Uma análise de visões de profissionais sobre processos da construção civil. Dissertação – Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2022.

KUREK, Juliana et al. Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora. *Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo*, v. 2, n. 1, p. 20-36, jul. 2013.

ISSN 2318-1109. Disponível em:  
<https://seer.atitus.edu.br/index.php/arqimed/article/view/472/359>. Acesso em: 09 maio 2023.

LIKER, Jeffrey K.; ROSS, Karyn. O modelo Toyota de excelência em serviços: a transformação lean em organizações de serviço. Porto Alegre: Grupo A, 2019. E-book. ISBN 9788582604755. Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582604755/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

MACHADO, Ricardo L.; HEINECK, Luiz Fernando M. Estratégias de produção para a construção enxuta. Acesso em, v. 30, 2015.

MACIEL, Lucas Ericeira. Logística Aplicada no Canteiro de Obra. Trabalho de Conclusão de Curso. UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO CENTRO DE CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS -  
<http://repositorio.uema.br/jspui/handle/123456789/578>, 2017.

MANOEL, Iranilton. GESTÃO DE ESTOQUE NO CANTEIROS DE OBRAS: Uma ferramenta estratégica para auxílio do aumento da produtividade. Graduação em Movimento-Ciências Exatas e Tecnológicas, v. 1, n. 1, p. 72-72, 2021.

MARINS, Leonardo Rebane; ALVES, Laís Amaral. Logística Aplicada ao Canteiro de Obras. Boletim do Gerenciamento, [S.l.], v. 7, n. 7, p. 41-19, jun. 2019. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/377>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

MAZUTTI, Júlia H. Gestão de obras. Porto Alegre: Grupo A, 2021. E-book. ISBN 9788595028241. Disponível em:  
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595028241/>. Acesso em: 12 jul. 2023.

MUSSOI, Sérgio Domingos. ANÁLISE DE LAYOUT E LOGÍSTICA NO CANTEIRO DE UMA OBRA EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL EM CAXIAS DO SUL/RS. 2020.

NETO, Jeremias Cezar. Logística de canteiro de obra: aumento de produtividade e redução de desperdício, 2014.

NOBERTO, Camila Carvalho et al. Revisão sistemática da literatura: uso do 4d bim no planejamento de canteiros de obra e na otimização da segurança. 2020.

OTIMIZAÇÃO DE UM LAYOUT RECORRENDO AO DIAGRAMA DE SPAGHETTI.  
(2022, August 30). OTIMIZAÇÃO DE UM LAYOUT RECORRENDO AO  
DIAGRAMA DE SPAGHETTI.  
[https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_ST\\_382\\_1889\\_45069.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_ST_382_1889_45069.pdf).

PERDIGÃO, Leandro. REINERT JUNIOR, Adival José. *Lean Construction*: como os princípios da manufatura enxuta podem contribuir na gestão dos processos construtivos da construção civil. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano. 07, Ed. 02, Vol. 03, pp. 165-185. Fevereiro de 2022.

QUALHARINI, Eduardo. Coleção Construção Civil na Prática - Canteiro de Obras - Vol. 1. Rio de Janeiro. Grupo GEN, 2018. E-book. ISBN 9788595152434. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595152434/>. Acesso em: 12 jul. 2023.

RAMOS-FIC, Lucas Machado, Roberto Souza Nazareth Filho-FIC, and Tarcísio Alves Bertolino-FIC. "O sistema Toyota de produção e os sistemas enxutos."

SANTOS, H. de P.; STARLING, C. M. D.; ANDERY, P. R. P. Um estudo sobre as causas de aumentos de custos e de prazos em obras de edificações públicas municipais. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 225-242, out./dez. 2015.

SAURIN, Tarcísio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos. Porto Alegre. 2006.

SOUSA, D. P.; BASTOS, M. R.; BARROS NETO, J. P.; MOURA, R. S. PEREIRA, P. E.; HEINECK, L. F. M. Uma metodologia de implantação do sistema Toyota de produção em uma empresa de construção de edifícios a partir do suporte tecnológico do programa

de inovação da construção civil do Ceará (INOVACON-CE). IV SIBRAGEC, Porto Alegre, RS, outubro de 2005.

SOUZA, ESTHEFANI; DE, MARTINS SANTOS; GOMES, JACYARA CARLA. LOGÍSTICA INTERNA DOS FLUXOS DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS NO CANTEIRO DE OBRA SOB A ÓTICA DA PRODUTIVIDADE. 2018.

SOUZA, Leonardo Barbosa de; FORNERO, Vinicius Bombonatti. Aplicação de uma ferramenta para auxílio no planejamento e controle da produção em uma cervejaria de grande porte. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

TEDGUE, Lorena. ARMAZENAGEM E A MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS. Rev. Empreendedorismo, negócios e inovação. S. B. do Campo (SP), v.08, n01, 2023.

TOSTA, Lucas Irineu; OLIVEIRA, Mona Liza Moura de; SOUZA, Luiz Gonzaga Mariano de. Uma Análise do Uso da Técnica Mapofluxograma na Implementação Inicial do Sistema Lean de Produção em uma Empresa do Setor Médico-Cirúrgico. XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2009.

WERKEMA, Cristina. Lean Seis Sigma - Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Grupo GEN, 2011. E-book. ISBN 9788595158214. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595158214/>. Acesso em: 31 mai. 2023.