

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL

ANNE ELIZA PEREIRA VIANA

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA *LEAN CONSTRUCTION*
EM UM CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

JOÃO PESSOA

2024

ANNE ELIZA PEREIRA VIANA

PLANO DE AÇÃO DE IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA *LEAN*
CONSTRUCTION EM UM CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

Trabalho de conclusão de curso da aluna Anne Eliza Pereira Viana a ser apresentado como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Engenheira Civil ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal da Paraíba.

Orientador: Dr. Claudino Lins Nóbrega Junior

JOÃO PESSOA

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

V614p Viana, Anne Eliza Pereira.

Proposta de implementação de ferramentas da lean construction em um canteiro de obras na cidade de João Pessoa / Anne Eliza Pereira Viana. - João Pessoa, 2024. 40 f. : il.

Orientação: Claudino Lins Nóbrega Junior.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Construção enxuta. 2. Desperdícios. 3. Ferramentas Lean. 4. Lean Constuction. I. Nóbrega Junior, Claudino Lins. II. Título.

UFPB/CT

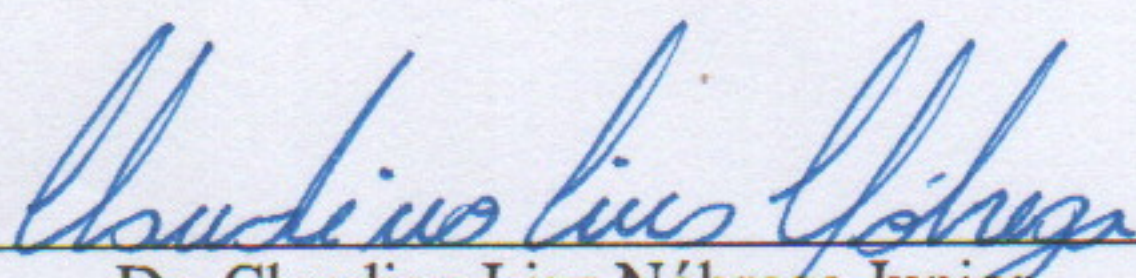
CDU 621(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

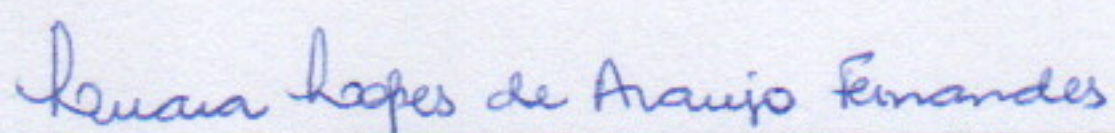
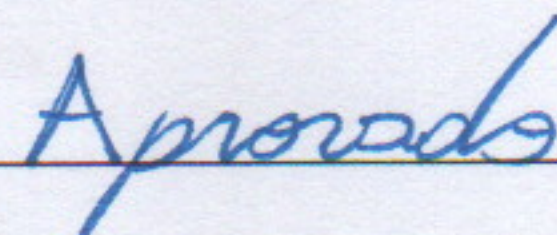
ANNE ELIZA PEREIRA VIANA

PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA LEAN CONSTRUCTION EM UM CANTEIRO DE OBRAS NA CIDADE DE JOÃO PESSOA

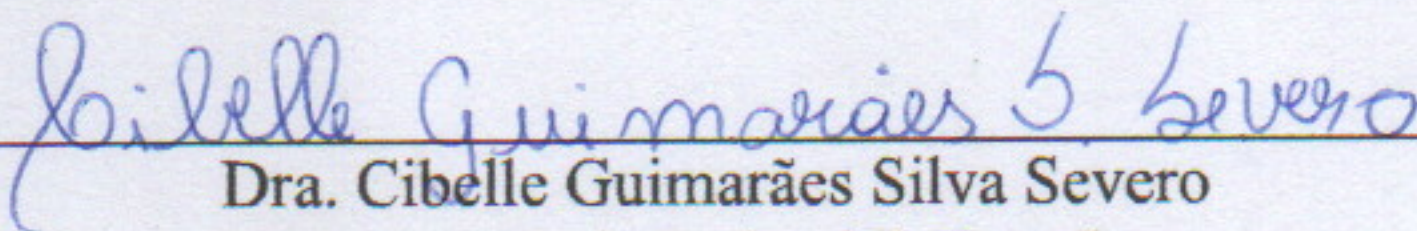
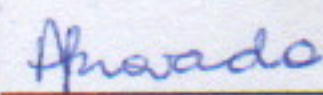
Trabalho de Conclusão de Curso em 29/10/2024 perante a seguinte Comissão Julgadora:



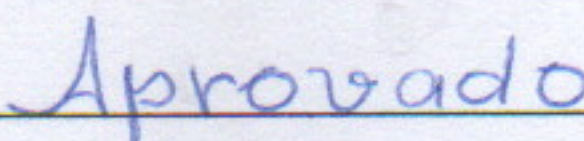
Dr. Claudino Lins Nóbrega Junior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB



Dra. Luara Lopes de Araujo Fernandes
Universidade Federal da Paraíba



Dra. Cibelle Guimarães Silva Severo
Universidade Federal da Paraíba



A elas.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que me ensinaram tanto dentro da universidade, todos os meus professores que compartilharam dos seus conhecimentos para que eu pudesse me formar engenheira civil.

Aos meus colegas de obra que me chamam de “Anninha” e aos que me chamam de “doutora”. Com eles aprendi da profissão e da vida. A Francielio, meu mestre, que por onde a profissão me levar vai estar lá, tive sorte.

Agradeço ao meu “brunch”, por tanto terem me acolhido nessa jornada da graduação, por todos os trabalhos em grupos e provas vencidas e por todas as risadas no meio do caos. Sou feliz por ter vocês para além da universidade, para a vida.

Aos meus pais, que abriram todos os caminhos para que eu pudesse caminhar. E ao meu irmão que por tantas vezes acreditou mais em mim do que eu mesma.

Aos meus amigos, Maria, Karolyna, Felipe e Vyny, que talvez mais entendam a montanha russa que foi para mim a caminhada da vida durante o curso, vocês são pedacinhos de mim.

Por fim, ao meu bem João, amor da minha vida, por ser inspiração e companheirismo para mim todos os dias. Por ser meu parceiro de sonhos, metas, risadas e da vida.

PALAVRAS-CHAVE: Construção enxuta; Desperdícios; Ferramentas; *Lean Construction*.

RESUMO

A indústria da construção civil com as suas particularidades é uma das mais antigas do mundo e de grande impacto econômico no Brasil juntamente com os processos antecedentes e sucessores a ela. Seus métodos ainda muito artesanais, atrelados de falta de mão de obra qualificada e de planejamento dificultam a continuidade dos fluxos da construção. Oriunda do Sistema Toyota de Produção, a *Lean Construction* ou Construção Enxuta, com seus princípios e suas ferramentas é a saída para que os processos ocorram em sua melhor qualidade e tempo com a diminuição ou exclusão total de processos que não agregam valor ao produto final. Neste trabalho objetivou-se propor uma implementação de ferramentas *lean* no contexto de um canteiro de obras em João Pessoa, a partir da perspectiva dos operários. Para isso foi realizada a identificação das principais fontes de desperdício em um canteiro de obras na cidade de João Pessoa, Paraíba, pelo ponto de vista da mão de obra direta. Este levantamento foi realizado por meio de entrevistas individuais a cerca de problemas com transporte, materiais, gestão e segurança. Com isso, foi identificado que os mais frequentes desperdícios giram em torno de problemas com transporte. Com essas informações foi elaborado um plano de ação de implementação de ferramentas *Lean* visando atingir os desperdícios mais frequentes. É notória a necessidade da avaliação da implementação das ferramentas assim como o avanço para outros setores da empresa, como novos levantamentos focados em cada um deles e planos de ação próprios.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Quadro de funcionários	21
Tabela 2 Avanço físico da obra	22
Tabela 3 - Entrevistados por função	25
Tabela 4 - Caracterização dos entrevistados por tempo na empresa	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Estrutura do TCC	14
Figura 2 Modelo de processo da construção enxuta	17
Figura 3 - Versão inicial da escala do questionário	23
Figura 4 - Exemplo de item do questionário	23
Figura 5 - Escala final	24
Figura 6 - Etapas da ferramenta 5W2H	32
Figura 7 - Plano de ação	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Informações sobre o canteiro de obras	20
Quadro 2 Caracterização dos funcionários por tempo de função	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Frequência dos desperdícios por tema	26
Gráfico 2 Causas de desperdícios relacionadas à insumos	27
Gráfico 3 - Causas de desperdícios relacionados a gerência, planejamento e projetos	29
Gráfico 4 - Causas de desperdícios relacionados a transporte.....	30

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos do trabalho	13
1.1.1 Objetivo geral.....	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.2 Estrutura do TCC.....	13
1.3 Metodologia.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 O Sistema <i>Toyota</i> de Produção	14
2.1.1 Os pilares do Sistema Toyota de Produção (STP).....	15
2.2 Produção enxuta e construção civil.....	16
2.3 Principais fontes de desperdício	17
2.4 Ferramentas Lean.....	18
2.4.1 Mapeamento do fluxo de valor	18
2.4.2 Operações padronizadas	19
2.4.3 Gestão visual	19
2.4.4 <i>Last Planner System</i>	19
2.4.5 <i>Kanban</i>	20
3. COLETA DE DADOS.....	20
3.1 Caracterização da empresa.....	20
3.2 O canteiro de obras.....	20
3.3 Delimitação dos entrevistados	22
3.4 Elaboração e aplicação do questionário	22
4. RESULTADOS	25
4.1 Caracterização dos entrevistados.....	25
4.2 Análise dos dados.....	26

Insumos/ Ferramentas/ Equipamentos.....	27
Planejamento, gerência e projetos	28
Transporte	30
Segurança.....	31
5. PROPOSIÇÃO DO PLANO DE AÇÃO	32
5.1 Metodologia 5W2H.....	32
5.2 Elaboração do plano de ação	32
<i>Kanban</i>	33
Mapeamento do fluxo de valor	33
Operações padronizadas.....	33
Gestão a vista	33
<i>Last Planner System.</i>	33
6. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, por envolver diversos meios em seus processos, sejam eles antecedentes (extração, transformação e venda de matéria prima), durante ou subsequentes a construção, acaba por refletir o estado econômico do país, sendo responsável por uma importante parcela do Produto Interno Bruto Nacional. Além disso, a indústria da construção civil é uma das mais antigas e tradicional do mundo, quando comparada a indústria informática e de automóveis, por exemplo. (ARANTES, 2008)

No entanto, a construção civil enfrenta diversas dificuldades que unem processos muito artesanais e carência de mão de obra qualificada. De acordo com Silva (2018), problemas como falhas no planejamento e desperdícios dificultam que haja um fluxo contínuo de produção nos canteiros de obra, porém com a implantação dos princípios corretos é possível aumentar a produtividade e sustentabilidade desse fluxo.

Por muitas vezes as pessoas enxergam e aceitam um processo olhando apenas seu início e fim, sem a análise das etapas que estão entre esses dois pontos. “Os processos de negócios tradicionais têm a capacidade de ocultar vastas ineficiências sem que ninguém os note [...]” (LIKER, 2022). Ainda segundo *Liker*, processos que levam dias ou até semanas para serem concluídos se fossem realizados de forma enxuta poderiam diminuir drasticamente seus tempos.

Conforme Formoso (2002), aproximadamente dois terços do tempo gasto em processos no canteiro de obras está relacionado a atividades que não agregam valor ao produto que será entregue ao cliente (interno ou externo), como por exemplo transporte, espera por materiais e retrabalhos. Além disso, “Em muitas organizações, a solução de problemas se resume a colocar *Band-Aids* nos processos; em geral, os problemas recorrem, e a organização nunca atinge um nível superior de desempenho.” (LIKER. 2022)

Apesar do conceito de produção enxuta ser conhecido e validado a anos, na construção civil ele vem sendo introduzido aos poucos através de práticas já utilizadas em outras indústrias de manufatura através do controle de perdas, da gestão da qualidade, do planejamento e do controle da produção. (ETGS, 2012).

O *lean construction*, ou produção *lean* ou ainda produção ou construção enxuta visa reduzir as atividades do fluxo produtivo que não geram valor agregado ao produto final. “Em geral, os gerentes de projeto tendem a conceituar “desperdício” como resíduos físicos de construção, mas o pensamento *lean* acredita que há desperdícios perceptíveis escondidos nos processos de construção [...]”. (NIKAKHTAR, 2015). E, para Campos (2021), o aumento da eficiência do processo construtivo utilizando as ferramentas *lean* traz consigo a possibilidade de aumento do valor agregado do produto e a redução dos custos produtivos.

1.1 Objetivos do trabalho

1.1.1 Objetivo geral

Propor um plano de ação de implementação de ferramentas *Lean Construction* em uma obra residencial na cidade de João Pessoa, Paraíba.

1.1.2 Objetivos específicos

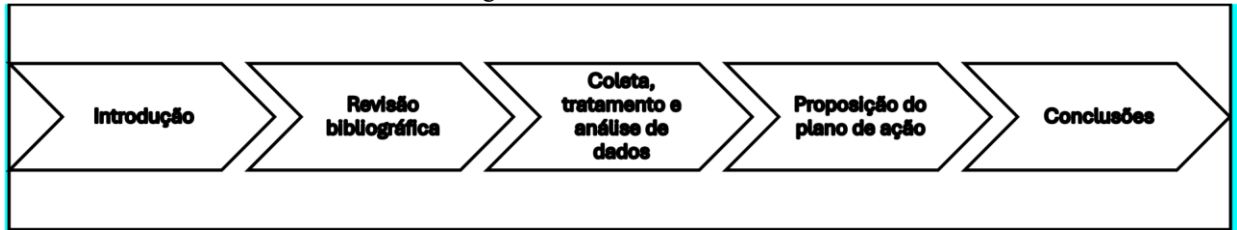
- Mapear as principais fontes de perdas e desperdício no canteiro do ponto de vista dos operários, que podem ser reduzidas ou eliminadas com a aplicação *lean*;
- Avaliar a percepção dos operários quanto a gestão do canteiro de obras;

1.2 Estrutura do TCC

Este trabalho se divide em sete capítulos dos quais o primeiro traz uma introdução delimitando o tema e expondo os objetivos do trabalho. Em seguida é apresentada uma revisão bibliográfica acerca dos assuntos, métodos e ferramentas utilizadas no trabalho. Nos capítulos três, quatro e cinco a temática é a coleta, tratamento e discussão dos dados obtidos na pesquisa. No capítulo seis é proposto um plano de ação cumprindo com o objetivo geral do trabalho,

seguido pelo sétimo e último capítulo que contém a conclusão das ideias propostas ao longo do trabalho.

Figura 1 - Estrutura do TCC



1.3 Metodologia

O trabalho foi realizado em três etapas sendo a primeira uma revisão bibliográfica da história, conceitos e ferramentas da construção enxuta por meio da análise de artigos científicos e livros. A segunda fase da pesquisa foi a coleta de dados através da aplicação presencial de um questionário elaborado com base nos conhecimentos adquiridos na etapa anterior. Por fim, com os dados coletados, tratados e analisados foi elaborado através da metodologia 5W2H um plano de ação de implementação de ferramentas *lean* no canteiro de obras em estudo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O Sistema *Toyota* de Produção

“ ‘Alcancemos os Estados Unidos em três anos. Caso contrário, a indústria automobilística do Japão não sobreviverá.’ Para realizar essa missão, tínhamos que conhecer os Estados Unidos e aprender os métodos americanos” (OHNO, 1997, p. 25). O desafio lançado pelo então presidente da *Toyota Motor Company*, *Toyoda Kiichiro*, foi o ponto de partida para a construção do que hoje é mundialmente conhecido como produção enxuta.

Na busca pela competitividade econômica com os Estados Unidos e diante da crise econômica enfrentada pelo Japão após o fim da segunda guerra mundial, Taiich Ohno, criador

do *just-time*, que veio a se tornar vice-presidente da *Toyota Motor Company*, enxergou que os operários americanos não possuíam capacidade física superior aos japoneses e com isso, que a menor capacidade produtiva na linha de produção da Toyota deveria estar ligada à desperdícios no processo. Decidindo então, eliminá-los a fim de aumentar a produtividade da empresa. (OHNO, 1997).

Desta forma surgiu o Sistema Toyota de Produção. Cujos princípios básicos que são explorados a fim de executar melhorias nos sistemas produtivos são: fontes de perda no sistema produtivo, princípio do não-custo e os mecanismos da função produção. (ANTUNES, 2008).

Com o objetivo de evitar e até mesmo eliminar os desperdícios nos seus processos produtivos, o STP (Sistema Toyota de Produção) desenvolveu algumas técnicas, tais como: o fluxo contínuo, separação homem/máquina, *takt time*, produção puxada e *poka-yoke*. Técnicas essas que, de acordo com Gonçalves (2014), levaram anos para serem implementadas em sua totalidade na própria Toyota e tinham como objetivo diminuir o lead time, os custos e aumentar a qualidade dos produtos.

2.1.1 Os pilares do Sistema Toyota de Produção (STP)

De acordo com Aniceto (2016), foram identificados pela Toyota sete tipos de desperdícios - atividades que não agregam valor ao produto final - na maioria das operações, tais como transporte, processos, estoque e falta de qualidade.

Com posse dos pontos a serem tratados na linha de produção da empresa, foram definidos o que Gonçalves (2014) nomeia como os pilares do Sistema Toyota de Produção: *Just-in-time* e *Jidoka* (automatização com toque humano), princípios para o desenvolvimento das técnicas utilizadas pela empresa.

Para Motta (1993), o *just-in-time* é um conhecimento técnico, que por meio de normas e regras modifica o ambiente produtivo, podendo ser aplicado como técnica de gerenciamento em diversas áreas da empresa e não apenas na produção. “Cada elo na corrente *just-in-time* está conectado e sincronizado. Por essa razão, os níveis gerenciais são também drasticamente reduzidos.” (OHNO, 1997, p. 27).

Just-in-time, no sistema Toyota seria um modelo ideal de fabricação, onde só é produzido o que é necessário e quando necessário. (LIKER, 2022) Ou seja, não é mantido estoque do produto, ele é produzido de acordo com a demanda do cliente, seja ele interno ou externo. (CARVALHO, 2008).

A fim de permitir que um só operador controlasse mais de uma máquina surgiu na Toyota o conceito *jidoka* ou simplesmente automação, que consiste em separar o homem da máquina aprovando aos dois a capacidade de parar o processo caso ocorra alguma falha. Para além disso, no STP, a automação é aplicada na linha de produção tornando possível que dentre vários operadores, caso um encontre uma falha o fluxo seja interrompido. (GHINATO, 1995).

Quanto ao uso de automação e tecnologia da informação. Liker (2022) pondera: “As pessoas são o recurso mais flexível que se tem. A automação é um investimento fixo. E pessoas, não computadores, podem melhorar processos continuamente.”.

2.2 Produção enxuta e construção civil

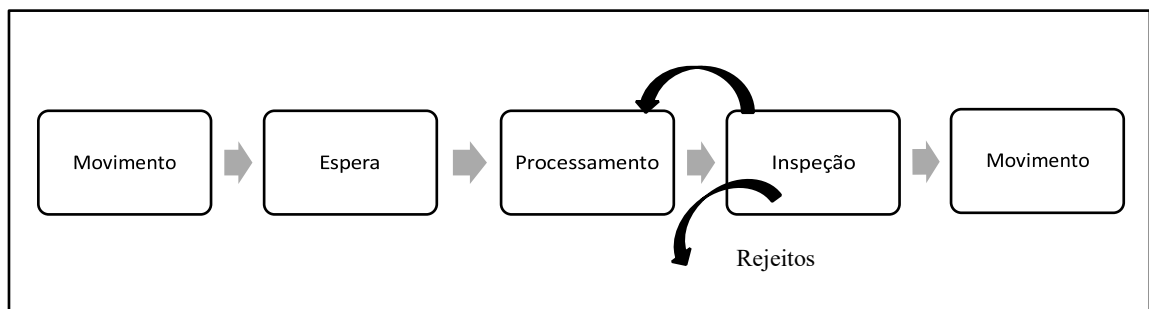
Consolidada na indústria automotiva, a produção enxuta apenas recentemente se tornou alvo de pesquisas afim de entender e disseminar seus princípios em outros setores. (FORMOSO, 2002). Conforme afirma Arantes (2008), os resultados da construção enxuta despertaram o interesse do setor da construção em aplicar método. Porém, sendo a indústria da construção civil tão singular e de características tão distintas das demais indústrias, se fez necessário realizar adaptações no método, dando origem ao conceito da *Lean Construction*.

Conforme Formoso (2002), a publicação do trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* por Lauri Koskela em 1992 foi um marco para a construção enxuta. Em seguida, no ano de 1993, foi criado o *International Group Lean Constructino* (IGLC), grupo que reúne profissionais e pesquisadores ligados a construção e a engenharia que são responsáveis pelo desenvolvimento da inovação em conceitos, princípios e práticas de gerenciamento no setor da construção civil. (ETGS, 2012).

Koskela (1992) elaborou o modelo, conforme figura 2, de processo da construção enxuta que parte da matéria prima, percorre as atividades de movimento, espera, processamentos e

inspeção. Podendo o último item resultar em retrabalho, rejeito do produto fora do padrão ou movimento do produto aprovado de encontro ao cliente final. (FORMOSO, 2002).

Figura 2 - Modelo de processo da construção enxuta



Fonte: Koskela (1992)

2.3 Principais fontes de desperdício

“O desperdício pode traduzir-se por: tudo aquilo que é feito em excesso ou mal.” (ARANTES, 2008). Arantes lista exemplos de desperdícios em um processo produtivo:

- **Produção em excesso:** Manter um estoque cheio acarreta consequência como maior um inventário maior para ser controlado, ocupação desnecessária de espaços e longos períodos de armazenamento aumentando o risco de danos ao produto. O STP propõe como estado ideal o estoque zero.
- **Movimentações de transporte desnecessárias:** Manter os insumos ou ferramentas necessárias para as atividades longe de quem as executa causa aumento significativo os tempos de duração dessas atividades, maquiando uma baixa produtividade do operário, que na realizada não está gastando o tempo medido produzindo, mas apenas uma parcela dele, enquanto o restante do tempo está sendo gasto com atividades de transporte.
- **Mal aproveitamento dos espaços:** Observar em um canteiro o que será construído posteriormente em cada espaço é essencial para um bom aproveitamento de espaços, evitando lugares onde o armazenamento irá fazer alguma atividade ser postergada. Além

disso, a padronização nas formas de armazenamento permite armazenar mais em menor área.

- **Pausas na produção por falta de planejamento de recursos:** Seja o recurso insumos ou mão de obra, a falta ou o excesso deles pode causar transtornos a produção. Planejar com antecedência as atividades que serão realizadas e quando serão realizadas permite prever a mão de obra e os insumos necessários em cada período da obra, evitando paradas na produção.
- **Retrabalho:** A falta de padronização dos processos tende a acarretar aumento no número de produtos e serviços fora do padrão de qualidade desejado. Causando assim perda de recurso e tempo, seja quando possível consertar o produto, seja quando ele precise ser descartado e o processo iniciar-se do zero.

Para Ohno, a eliminação desses desperdícios acarreta o aumento da eficiência dos processos. Logo, “se faz necessária a identificação das fontes causadoras de perdas, e a eliminação daquilo que consome recursos, mas não cria valor.” (CUNHA, 2009).

2.4 Ferramentas Lean

“Os processos não são objetos estáticos, são abordagens dinâmicas ao trabalho que podem ser melhorados por experimentos e com a aprendizagem.” (LIKER, 2022). As ferramentas do pensamento *lean* podem ser aplicadas nas diversas etapas de uma obra, podendo estar presentes desde a fase de concepção do projeto até o dia a dia do canteiro de obras. (CAMPOS, 2021).

Assim como listou os principais desperdícios na produção, Abrantes também elenca ferramentas baseadas nos princípios da *lean construction*, que têm assim objetivo de acabar com os desperdícios anteriormente listados. São algumas delas: mapeamento do fluxo de valor, operações padronizadas, gestão visual, *kanban*, cinco S e *last planner system*.

2.4.1 Mapeamento do fluxo de valor

De acordo com Formoso (2002), o mapeamento do fluxo de valor serve para reduzir a parcela de atividades que não agregam valor ao produto final. Para ele a eficiência dos processos

produtivos pode ser melhorada tanto com a redução como com a eliminação de atividades do fluxo que não possuem valor agregado, porém, ele explica que nem todas as atividades que não agregam valor direto ao cliente devem ser eliminadas, visto que em alguns casos elas são essenciais “como, por exemplo, controle dimensional, treinamento da mão de obra, instalação de dispositivos de segurança.”.

2.4.2 Operações padronizadas

A redução da variabilidade, seja ela de processos anteriores, do próprio processo ou da demanda permite a produção de um produto uniforme, que correspondem às especificações pré-propostas para o cliente (interno ou externo), que por sua vez fica satisfeito com o produto recebido ao mesmo tempo que cria confiança no processo visto que recebe o que espera. (Formoso, 2002).

2.4.3 Gestão visual

A utilização de controles visuais como cartazes e placas de sinalização é uma técnica que pode melhorar a transparência dos processos, visto que ter fácil acesso às informações necessárias para a execução de tarefas facilitam o trabalho e ajuda a diminuir os desperdícios de tempo e material. (Pereira, 2012). Além disso, segundo Formoso (2002) “Este princípio pode também ser utilizado como um mecanismo para aumentar o envolvimento da mão de obra no desenvolvimento de melhorias”.

2.4.4 *Last Planner System*

Last Planner, que pode ser traduzido para o último planejador, de acordo com Cunha (2009), “considera o que “deveria” ser feito e o que “será” feito, analisando as restrições de o que “pode” ser feito”. Ainda para Cunha, a divisão do planejamento em níveis (longo, médio e curto prazo) torna as atividades mais bem definidas para a equipe melhorando o gerenciamento das mesmas.

2.4.5 *Kanban*

Segundo Arantes (2008), o *Kaban* é uma ferramenta que viabiliza a produção puxada (*just-in-time*) e facilita a comunicação com o cliente, que pode ser interno ou externo. Em obras é mais comum a utilização do *Kanban* para atender o primeiro. Esta ferramenta traz consigo a vantagem da descentralização da gestão.

3. COLETA DE DADOS

3.1 Caracterização da empresa

A empresa a qual a obra pertence é uma construtora atuante em João Pessoa desde 1985, construindo edificações verticais em bairros de médio a alto padrão na cidade. É, segundo a classificação do SEBRAE por número de funcionários, uma empresa de médio porte e possui atualmente três obra em andamento e em fases distintas. Além disso tem um escritório central administrativo.

3.2 O canteiro de obras

A Pesquisa foi realizada em um canteiro de obras localizado na cidade de João Pessoa, Paraíba. A obra trata-se de uma edificação multifamiliar de médio à alto padrão. Sendo um projeto de trinta e quatro pavimentos, sendo desses trinta destinados a unidades privativas e os demais a áreas comuns aos condôminos, como academia, *spa*, sauna, espaço pet, entre outros. Além disso, o projeto abrange uma sala comercial.

O quadro 1 traz informações quanto ao espaço físico do canteiro de obras.

Quadro 1 - Informações sobre o canteiro de obras

Área do terreno	1.720 m ²
Área de projeção da torre	360m ²
Áreas de armazenamento	1 almoxarifado principal e 3 anexos (ensacados, materiais elétricos e materiais hidrossanitários)

Central de argamassa	1 betoneira de 800L, um betoneiro e 2 ajudantes
Equipamentos de transporte	2 elevadores cremalheiras e uma grua

A equipe administrativa da obra é completa quando comparada a um cenário geral da construção civil na região, que costumeiramente possui engenheiros divididos para mais de uma obra, apenas um técnico ou mestre e dificilmente um assistente de engenharia, além disso, a obra alcança hoje o ápice previsto de mão de obra própria para a construção. A tabela 2 expõe o quadro de funcionários próprios atual.

Tabela 1 - Quadro de funcionários

Função	Número de funcionários
Engenheiro residente	1
Auxiliar de Engenharia	1
Estagiário de engenharia	3
Técnico de edificações	2
Técnico de Segurança	1
Almoxarife	1
Auxiliar de Almoxarife	1
Operador de cremalheira	2
Grueiro	1
Sinaleiro	1
Betoneiro	1
Carpinteiro	3
Pedreiro	20
Armador	2
Ajudante	37
Total Mão de Obra Indireta	15
Total Mão de Obra Direta	62
Total Geral	77

O avanço físico da obra é mostrado na tabela 3, a fim de permitir o entendimento das atividades que estão sendo realizadas e ainda serão. A obra está com mais de 40% de avanço, muito próxima da conclusão da estrutura e já com as instalações sanitárias e elétricas iniciadas.

Tabela 2 - Avanço físico da obra

Etapa	Avanço físico
Estrutura	97%
Alvenaria	79%
Instalação de contramarcos	74%
Contrapiso	75%
Reboco interno	74%
Estrutura e 1ª chapa de <i>drywall</i>	53%
Instalação hidrossanitária	35%
Instalação elétrica	34%
Total acumulado	43,6%

3.3 Delimitação dos entrevistados

Foi definido com um dos objetivos específicos desta pesquisa a identificação das principais perdas no canteiro de obras do ponto de vista da mão de obra direta, ou seja, ajudantes, armadores, carpinteiros e pedreiros, que juntos totalizam sessenta e dois operários. A seleção dos entrevistados foi realizada buscando uma cobertura das diversas atividades em andamento, totalizando nove entrevistados, o equivalente a 14% dos possíveis respondentes.

3.4 Elaboração e aplicação do questionário

Optou-se por um questionário de perguntas fechadas visando uma uniformizar as respostas dos entrevistados. Além disso, segundo Rea (2000, p. 44) “a lista fixa de possibilidades de resposta tende a tornar a pergunta mais clara para o entrevistado.”.

Quanto a linguagem utilizada nas perguntas, foi levado em consideração o grupo alvo da pesquisa, evitando expressões extremamente técnicas ou associadas a níveis superiores de experiência e escolaridade, conforme sugere Rea.

As alternativas foram criadas de forma escalonada, nesse mecanismo é fornecido ao entrevistado uma série contínua de respostas. A escala de *Liker* foi a escolhida para as alternativas do questionário.

Uma escala de Liker significa uma escala de classificação de cinco, sete ou nove pontos, na qual a atitude do entrevistado é medida sobre uma série contínua que vai de altamente favorável até altamente desfavorável, ou vice-versa, com igual número de possibilidades positivas e negativas de resposta e uma categoria média ou neutra. (Rea, 2000, p. 70)

Inicialmente foi escolhida uma escala de classificação de cinco pontos, tendo como extremos: sempre e nunca, para expressar a frequência em que fontes de desperdícios acontecem no dia a dia do entrevistado.

Figura 3 - Versão inicial da escala do questionário

O diagrama mostra uma escala de Liker com cinco pontos, cada um representado por um círculo vazio seguido por um rótulo. Os rótulos, da esquerda para a direita, são: 'Sempre', 'Com frequência', 'Neutro', 'Com pouca frequência' e 'Nunca'. Todos os elementos estão contidos dentro de um único retângulo com uma borda preta.

O questionário foi estruturado em duas etapas, sendo a primeira com cinco perguntas com o objetivo de caracterizar o entrevistado com informações como função, tempo de função, principais atividades exercidas e tempo na empresa.

A segunda etapa foi composta por dezoito afirmativas distribuídas em quatro temáticas, onde o entrevistado deve assinalar a opção da escala que corresponde a frequência que o cenário da afirmativa ocorre.

Figura 4 - Exemplo de item do questionário

01. Início a semana de trabalho sem saber quais serão minhas metas da semana.				
☐ Sempre	☐ Com frequência	☐ Neutro	☐ Com pouca frequência	☐ Nunca

Os temas aos quais se referem as perguntas são listados abaixo e o questionário completo no Apêndice 1.

- Insumos/ Ferramentas/ Equipamentos;
- Planejamento/ Gerência/ Projetos;
- Transporte;
- Segurança;

A fim de detectar problemas ligados a linguagem ou entendimento do questionário foi realizado um pré-teste com duas pessoas. Como resultado a escala foi atualizada conforme figura 5.

Figura 5 - Escala final

☐ Com muita frequência	☐ Com frequência	☐ Neutro	☐ Com pouca frequência	☐ Raramente
--	--------------------------------------	------------------------------	--	---------------------------------

Finalizada a elaboração do questionário, foi executada a aplicação de maneira presencial e individual no canteiro de obras. As entrevistas duraram 8 dias e as respostas foram registradas manualmente e posteriormente digitalizadas.

Além das respostas objetivas, foi dado espaço para que os entrevistados comentassem suas respostas, o que acabava acontecendo naturalmente. Os comentários foram anotados e fundamentais para as discussões dos resultados quantitativos.

4. RESULTADOS

4.1 Caracterização dos entrevistados

Foram entrevistados profissionais de variadas funções da obra, os quantitativos por função são vistos na tabela 3. Dentre os entrevistados os tempos de profissão variaram, assim como os tempos na empresa, como exposto no quadro 2 e na tabela 4, respectivamente.

Tabela 3 - Entrevistados por função

Função	Quantidade de entrevistados
Ajudante	2
Armador	1
Eletricista	1
Pedreiro	5
Total	9

Em todas as respostas os profissionais citavam situações particulares do dia a dia ligadas às suas funções. Além disso, os profissionais especializados (carpinteiros, armadores e pedreiro) ao serem perguntados sobre seus tempos de função, pontuavam que aquele era o seu tempo com classificação registrada em carteira de trabalho, mas que já exerciam aquela função antes.

Quadro 2 - Caracterização dos funcionários por tempo de função

Entrevistado	1 – 5 anos	6 – 10 anos	11 – 15 ano
Eletricista 01			X
Pedreiro 01	X		
Pedreiro 02		X	
Ajudante 01	X		
Pedreiro 03	X		
Pedreiro 04			X
Armador 01			X
Pedreiro 05	X		

Ajudante 02		X	
--------------------	--	---	--

Quanto aos tempos de empresa não houve uma variação tão grande, visto que a maior parte foi contratada para essa obra especificamente. No entanto quatro dos entrevistados relataram que já trabalharam na empresa, passaram um período fora e retornaram. O quadro 2 ilustra cada uma das situações.

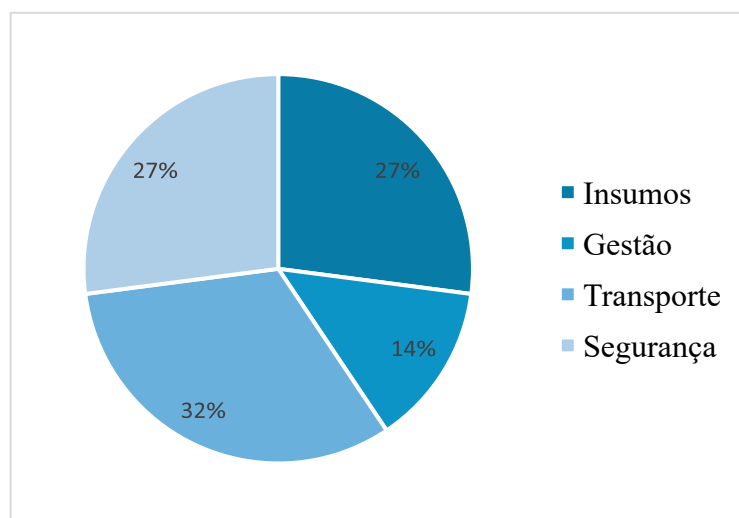
Tabela 4 - Caracterização dos entrevistados por tempo na empresa

Entrevistado	Tempo atual na empresa (meses)	Intervalo fora da empresa (meses)	Tempo total de empresa (meses)
Eletricista 01	6	12	22
Pedreiro 01	3	0	3
Pedreiro 02	24	0	24
Ajudante 01	7	0	7
Pedreiro 03	12	22	60
Pedreiro 04	4	6	28
Armador 01	24	13	30
Pedreiro 05	3	0	3
Ajudante 02	5	0	5

4.2 Análise dos dados

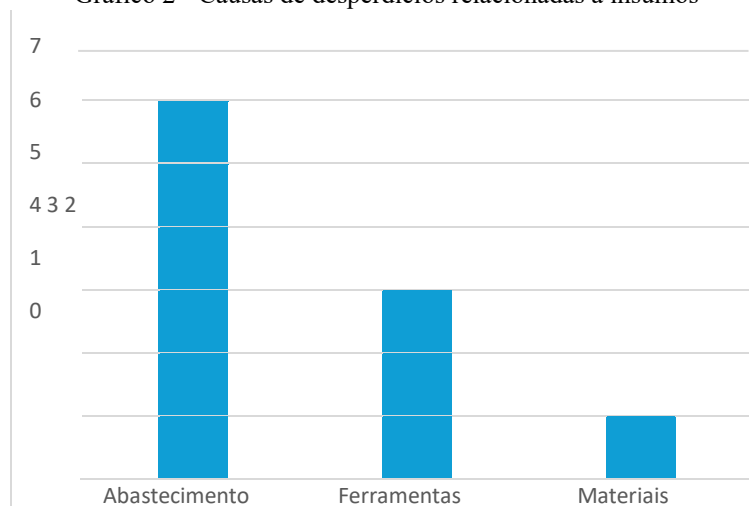
As principais motivações de desperdício por interrupção de atividades identificadas estão relacionadas a transporte, seguidas de insumos e segurança e por último gestão, como é visto no gráfico 1.

Gráfico 1 - Frequência dos desperdícios por tema



Destrinchando os dados é observado ainda mais o destaque nos problemas ligados ao transporte, visto que entre os itens estudados dentro de insumos o maior problema é a falta de materiais no posto de trabalho, estando esses dentro da obra. Este dado é exposto no gráfico 2.

Gráfico 2 - Causas de desperdícios relacionadas à insumos



Insumos/ Ferramentas/ Equipamentos

Quando a temática foi insumos, ferramentas e equipamentos, a interrupção de atividades causada por falta de abastecimento de materiais apresentou-se como recorrente principalmente em atividades que necessitam de abastecimento diário, como atividades de pedreiros que precisam de abastecimento de massa, por exemplo. Diferente do que ocorre com os armadores

que necessitam de um abastecimento menos frequente e por consequência não relataram esse problema.

A deficiência no abastecimento de materiais pode ser causada por problemas de transporte (melhor tratado no item 4.2.3), mal aproveitamento dos espaços do canteiro e falha no planejamento. Isto é, para que um insumo esteja disponível para o trabalhador quando ele precisa sem interromper suas atividades deve haver um planejamento de recursos baseado nas programações de curto, médio e longo prazo. Além disso, deve-se minimizar ao máximo os movimentos de transporte otimizando os locais de armazenamento e descarga desses materiais.

Foi relatado diversos problemas no abastecimento das argamassas, segundo os pedreiros o mais cedo que eles são abastecidos é 7:30 da manhã, meia hora após o início do seu dia de trabalho. Porém esse abastecimento chega a acontecer até as 9:00 da manhã. Além disso, é frequente os erros nas solicitações das argamassas, que ocorrem oralmente diretamente entre a central de argamassa e o pedreiro ou por intermédio dos operadores dos elevadores ou ajudantes. Essas solicitações feitas sem registros e sem prazos de antecedência acabam causando erros em quantitativos e atrasos.

Quanto a qualidade dos materiais e ferramentas, os entrevistados citaram o bom atendimento de suas reivindicações, quando identificado em campo a baixa qualidade de algum material, a gerência é comunicada e após análise o material não é mais comprado, de forma que é raro desperdícios causados por esse fator.

O revezamento de ferramentas é um problema em um geral para os ajudantes, que diferente dos profissionais qualificados não possuem ferramentas próprias e por dependerem das ferramentas da empresa acabam tendo que aguardar algum serviço ser concluído para que possam usar o equipamento. Os trabalhadores explicaram que nem sempre esse fator paralisa a atividade, mas que acaba mudando o ritmo, já que eles tentam se adaptar aos tempos das outras equipes, sendo que isso nem sempre é possível, visto que são muitas frentes de serviço atuando ao mesmo tempo.

Planejamento, gerência e projetos

O planejamento semanal e o engajamento da equipe acerca dele foi fator chave nas respostas. “Quando o mestre não me diz a meta da semana eu vou logo perguntar.” (eletricista

01). Foi relatado que poucas mudanças de planos no planejamento ocorrem durante a semana, “se mudar, ‘o cara’ não cumpre a meta e a obra fica no vermelho.” (Ajudante 01)

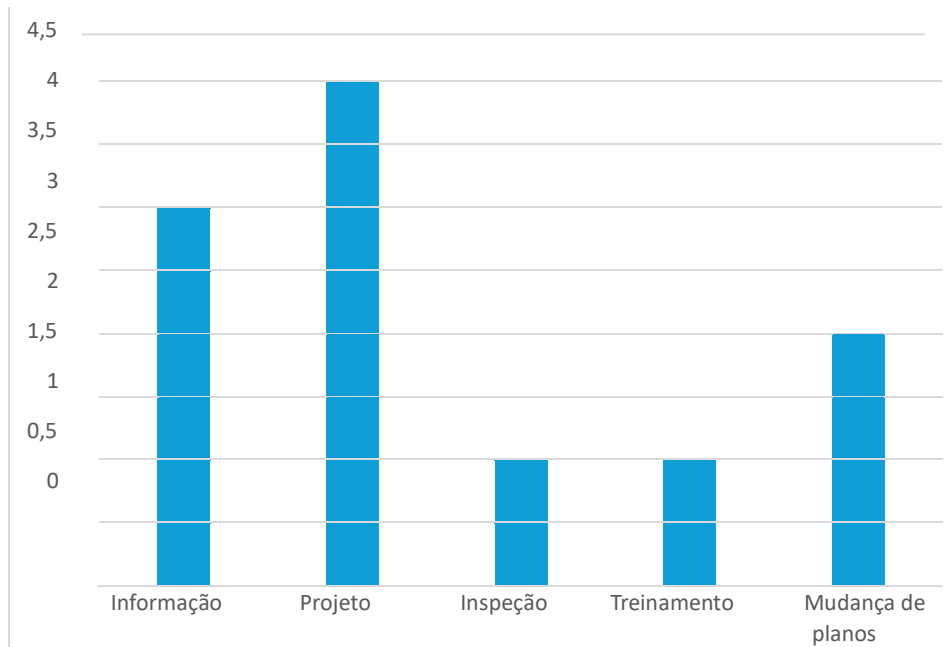
No entanto, apesar de todos os entrevistados afirmarem que existe um planejamento semanal, eles não têm acesso a ele de nenhuma outra forma que não a comunicação oral da gerência, principalmente pelo mestre de obras. Além disso, cada profissional sabe apenas do seu rendimento na semana ou quando a obra “fica no vermelho”. O que mostra a falta de uma gestão visual que torne possível o acesso às metas e aos resultados globais de forma fácil para todos da obra e não apenas para a gerência.

Acerca do assunto projeto, foi identificada a busca por padronização nos produtos. Os entrevistados, que realizam atividades de repetição, instalação elétrica ou instalação de contramarcos por exemplos, que se repetem nos pavimentos tipo, relataram frequência de retrabalho causado por alteração ou erro em projetos nas fases iniciais das atividades, mas que esses problemas são resolvidos nas primeiras repetições e é definido um padrão a ser seguido nos demais pavimentos.

Por outro lado, o profissional que atua na área comum do prédio, sem repetição de atividades, diz que em quase todo projeto que ele recebe, ou falta informação ou ele é informado de que algo dele deve ser executado de forma diferente e essa informação nem sempre chega a tempo, causando por vezes retrabalho. O tempo que o profissional gasta indo ao escritório do canteiro buscar informação de projeto ou aguardando no seu posto de trabalho por informação é um desperdício, pois não agrega valor ao produto final.

Os entrevistados não se queixaram de falta de treinamento, porém ao mesmo tempo julgam que não precisam, visto que exercem suas funções a tempos. Treinamentos iniciais, reciclagem de treinamentos e treinamentos mais específicos que ensinem além do serviço os procedimentos próprios da empresa são essenciais para a entrega de um produto padronizado, que gera confiança aos clientes interno e externos.

Gráfico 3 - Causas de desperdícios relacionados a gerência, planejamento e projetos



Transporte

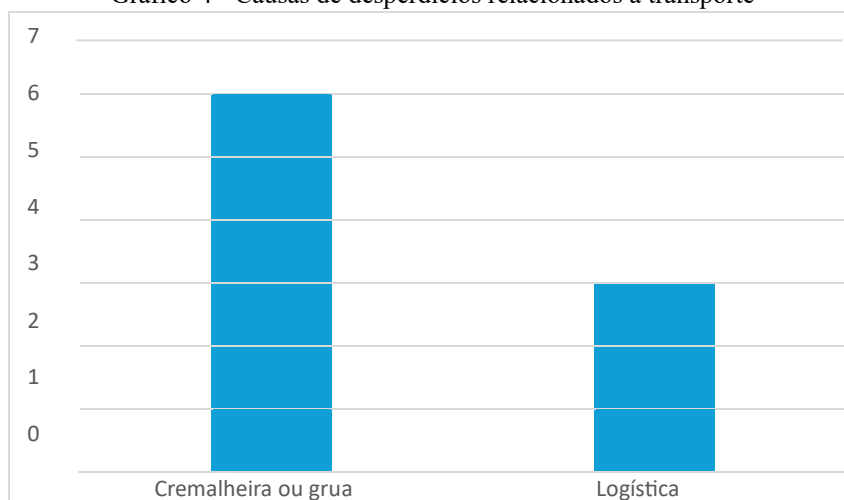
As mais frequentes fontes de desperdício identificadas estão ligadas ao transporte. Os próprios trabalhadores identificam as atividades que são “prioridade” para a gerência e aceitam que essas serão atendidas primeiro. Por exemplo: a equipe de elétrica aceita que o elevador cremalheira só estará disponível para transportar materiais deles após o abastecimento das massas dos pedreiros. Já o pedreiro que está executando o reboco das escadas, entende que sua massa chegará só após ser abastecida a equipe de reboco dos pavimentos.

Apesar de involuntário, essa identificação dos operários do que é prioridade para a gerência nada mais é do que a identificação dos caminhos críticos. Mantendo os mesmos exemplos anteriores: a atividade subsequente à infraestrutura elétrica de teto é a fiação e o forro de gesso, atividades que ainda não iniciaram, ou seja, um atraso não terá consequências imediatas e há tempo para ser criado um plano de ação para recuperar o tempo perdido. No caso dos rebocos da escada e pavimentos, na escada a próxima atividade será apenas a pintura, enquanto nos pavimentos tipo virá a estrutura e primeira placa de *drywall*, seguidas das instalações embutidas, da segunda placa e finalmente a pintura.

“Eu aproveito as horas que consigo ficar sozinho e peço pro ajudante ir pegar os materiais” (Pedreiro 01). Foi identificado que para além da programação de abastecimento da obra, cada equipe cria a sua própria programação, se adaptando aos horários de maiores congestionamentos dos elevadores.

Esse abastecimento que o ocorre “quando há tempo”, de forma particionada e deixando o profissional sem a mão de obra do ajudante acaba causando uma maquiagem na produtividade da equipe, revelando uma falsa baixa produtividade causada por movimentações desnecessárias e diminuição da equipe. Assim o tempo total da atividade não equivale a produtividade real da equipe e sim a soma da produtividade com o tempo gasto com transportes.

Gráfico 4 - Causas de desperdícios relacionados a transporte



Segurança

Foram relatados raros desperdícios ligados a segurança. Como as entregas de E.P.I. são realizadas duas vezes ao dia no início de cada turno (das 7:00 horas às 8:00 horas e das 13:00 horas às 14:00 horas), os trabalhadores conseguem prever os equipamentos que irão utilizar e pegá-los nos horários predefinidos tornando raras as interrupções em suas atividades.

Acerca dos equipamentos de proteção coletiva, foi registrada pouca frequência na interrupção das atividades dos entrevistados. Porém foi relatado que no início de novas atividades, que precisam de intervenções da segurança, na maioria das vezes eles mesmos precisam ter ideias e iniciativas na montagem dos equipamentos de segurança, como linhas de vida por exemplo. E que isso resulta em um tempo de espera de inspeção para validação e quando reprovados, em retrabalho.

A análise prévia do planejamento gera a identificação das restrições a serem resolvidas a fim de manter a fluidez dos processos. Dentro dessa análise deve ser levado em conta a segurança no trabalho, garantindo treinamentos e equipamentos de proteção individual e coletiva.

5. PROPOSIÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

5.1 Metodologia 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta simples e direta, criada no Japão para a elaboração de planos de ação e bastante utilizada em atividades ligadas a gestão. É uma ferramenta composta por sete etapas que são ilustradas a figura 6.

Figura 6 - Etapas da ferramenta 5W2H



Fonte: Soares, 2021.

5.2 Elaboração do plano de ação

Com o objetivo de minimizar ou eliminar as fontes de desperdício identificadas no capítulo 5 foram utilizadas quatro ferramentas:

- *Kanban*
- Mapeamento do fluxo de valor;
- Operações padronizadas;
- Gestão a vista;
- *Last Planner System*.

Kanban

A implementação do *Kanban* na central de argamassas permitirá a diminuição nos ruídos de informação nas solicitações, que hoje são feitas de forma oral, muitas vezes culminando em um “telefone sem fio”. Além disso, o uso dessa ferramenta instiga as equipes a pensarem no que irão precisar com mais antecedência, evitando que falte material por causa de solicitações muito próximas da hora do uso.

Mapeamento do fluxo de valor

Identificar etapas que podem ser excluídas ou melhoradas nos processos é uma forma de diminuir desperdícios, principalmente os ligados a mão de obra. Eliminar movimentação intermediárias ou depósito de materiais muito distante dos locais de trabalho

Operações padronizadas

Padronizar operações evita ações improvisadas e por consequências desperdícios de materiais e mão de obra durante a execução e na entrega, evitando por exemplo, nesse último caso, a necessidade excessiva de *as builts*. Durante a obra os estudos de paginação de pisos e paredes com aproveitamento de trinchos evita cortes desnecessários e sobras de cortes de peças.

Gestão a vista

De acordo com Arantes “O sentido que os humanos mais e melhor utilizam para recolher informações é a visão, assim essa capacidade para memorizar”. Desta forma, manter as metas de médio e curto prazo expostas para os operários garante que eles possam por si só buscar as informações, acompanhar seus avanços e controlar melhor seus próprios ritmos. Além disso, tornar de fácil acesso os resultados da obra e análise de atendimento à programação tende a transmitir aos trabalhadores o sentimento de integração.

Last Planner System.

A ideia de implementar ferramentas que permitam que as atividades sejam realizadas de acordo com o planejado, sem a presença de restrições que as impeçam e o acompanhamento dos índices de atendimento ao planejamento (PPC), permitem o rastreamento de problemas e a antecipação ações.

Figura 7 - Plano de ação

5W					2H	
<i>What?</i>	<i>Why?</i>	<i>Where?</i>	<i>Who?</i>	<i>When?</i>	<i>How?</i>	<i>How much?</i>
(O quê?)	(Por que?)	(Onde?)	(Quem?)	(Quando?)	(Como?)	(Quanto custa?)
Implementar quadro Kanban de solicitação de argamassas	Falha no controle de produção de argamassa. Falta de registro de solicitações, causando produções em excesso e falta de produção.	Central de argamassas	Assistente de engenharia, Comprador, Betoneiro e pedreiros	01/12/2024	(1) Elaborar o modelo do quadro. (2) Comprar quadro. (3) Treinar os profissionais (betoneiro e pedreiros). (4) Realizar controle de produção de argamassa através do quadro.	R\$ 200,00
Definir horários para a central de argamassas	Ter argamassas produzidas no início do turno dos pedreiros, evitando tempos de espera que não agrega valor ao produto.	Escritório da obra	Engenheiro, assistente de engenharia, técnico de edificações	01/12/2024	(1) Mapear horários em que as argamassas chegam aos pedreiros. (2) Analisar valor agregado da alteração do horário início da jornada da central de argamassas.	R\$ 0,00
Criar painel visual de metas	Tornar de fácil acesso aos trabalhadores as suas metas de curto e médio prazo, além de expor os resultados globais da obra de atendimento as programações.	Área de vivência	Engenheiro, assistente de engenharia	01/12/2024	(1) Desenvolver modelo de quadro de fácil compreensão do planejamento semanal. (2) Treinar os trabalhadores para que eles possam identificar suas atividades no quadro. (3) Criar gráficos que mostrem o atendimento da obra ao PPC.	R\$ 0,00
Reciclar os PES (Procedimentos de execução de serviços)	Garantir a padronização e qualidade dos produtos.	Zonas de trabalho	Coordenação de obras, Técnico de Edificações	01/02/2025	(1) Revisar os PES, priorizando os que irão iniciar a execução. (2) Realizar treinamentos com as equipes de cada serviço.	R\$ 0,00
Elaborar projeto de distribuição dos revestimentos	Diminuir o transporte horizontal desnecessário nos pavimentos.	Escritório da obra	Engenheiro, assistente de engenharia	02/01/2025	(1) Levantar quantitativos de cada apartamento. (2) Definir os locais de posicionamento dos materiais nos pavimentos. (3) Treinar a equipe de abastecimento.	R\$ 0,00
Elaborar projeto de paginação de revestimento com aproveitamento de trinchos	Diminuir desperdício de material e de tempo dos trabalhadores com cortes.	Escritório da obra	Engenheiro, assistente de engenharia	02/01/2025	(1) Analisar proposta de paginação da arquitetura. (2) Treinar as equipes de abastecimento e execução.	R\$ 0,00
Elaborar cronograma de manutenção de equipamentos	Diminuir interrupções no trabalho causada por defeitos em equipamentos.	Almoxarifado	Almoxarife	02/01/2025	(1) Extrair do fabricante ou fornecedor as recomendações de manutenção. (2) Mapear defeitos mais recorrentes. (3) Elaborar cronograma.	R\$ 0,00
Definir horários de transporte de materiais nos elevadores	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor ao produto final.	Escritório da obra	Engenheiro, assistente de engenharia, técnico de edificações, almoxarife	01/12/2024	(1) Criar mapa de fluxo de valor das atividades que dependem atualmente do transporte pelos elevadores cremalheiras. (2) Eliminar do fluxo movimentações intermediárias. (3) Definir horários de prioridade para a movimentação de cada material.	R\$ 0,00

6. CONCLUSÃO

Este trabalho pretendeu entender o que é a *lean construction*, conhecer seu histórico, princípios e ferramentas, a partir de uma revisão bibliográfica, além disso propôs a elaboração de um plano de ação de implementação de ferramentas da *lean construction* em um canteiro de obras de uma edificação, baseado nos desperdícios identificados a partir do ponto de vista dos trabalhadores da mão de obra direta.

Com a coleta de dados conclui-se que algumas ferramentas como planejamento de curto e médio prazo já estão implementadas na obra e que os trabalhadores se mostraram adeptos. Por outro lado, foi identificada como principal fonte de desperdício os problemas ligados ao transporte de materiais.

A coleta de dados realizada a partir de questionário direcionado à mão de obra direta se mostrou eficaz para expor visões de curto alcance, acrescentando informações que por vezes fogem da visão global da gerência da obra.

As ferramentas propostas no plano de ação são tradicionais e de fácil entendimento, bastante conhecidas dentro do pensamento *lean*. O custo da maior parte das ferramentas propostas se concentra apenas na utilização da a mão de obra já existente, mostrando que limitações financeiras não impedem o uso delas.

Estudada a visão do trabalhador sobre os serviços e desperdícios atrelados a eles, para um estudo global em pesquisas futuras, após a implementação do plano de ação, pode -se avaliar-se os resultados dele, estudar a visão da gerência local e em sequência a da diretoria, na busca da melhoria contínua em todas as camadas.

REFERÊNCIAS

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. São Paulo: Bookman, 1997.

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta**. Bookman Editora, 2009.

MOTTA, P. C. D. Ambigüidades metodológicas do jus-in-time. In: Encontro Anual da ANPAD, 17. ANPAD, Salvador, 1993. 10 v. v.3, p. 46-57.

GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just-in-Time. **Produção**, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.

REA, Louis; PARKER, Richard. Metodologia de Pesquisa: Do Planejamento à Execução. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 2000.

Liker, Jeffrey K. O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo [recurso eletrônico] / Jeffrey K. Liker; tradução: Francisco Araújo da Costa; revisão técnica: Altair Flamarion Klippel. – 2. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2022.

CARVALHO, B. S. de. Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta. 2008. 128p. Dissertação (Mestrado PósGraduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CAMPOS, T. V.; AZEVEDO, R. C. de. A metodologia lean e a indústria da construção civil: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Produção Online**, [S. l.], v. 21, n. 2, p. 437–455,

2021. DOI: 10.14488/1676-1901.v21i2.4173. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/4173>. Acesso em: 3 set. 2024.

CUNHA, Annielli Araújo Rangel. Aplicabilidade do Sistema Lean Construction na Indústria da Construção Civil em Petrolina-PE. **Universidade Federal do Vale do São Francisco**, 2009.

MORAIS, J. M. P. de; SOUZA, J. H. A. de; OLIVEIRA, B. B. de; BARBOZA, E. N.; SILVA, E. M. da. Análise da filosofia construção enxuta em um empreendimento no município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, Brasil. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. e183973799, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.3799. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3799>. Acesso em: 9 set. 2024.

GONDIM DO AMARAL, T. .; HENRIQUE FERREIRA CANDIDO, P. .; ABDALA VIEIRA DI COIMBRA, G. .; AUGUSTO BOUHID DE CAMARGO FILHO, C. . Avaliação do grau de implementação da construção enxuta em três empresas construtoras goianas . **REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 14, n. 1, 2017. DOI: 10.5216/reec.v14i1.45462. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/45462>. Acesso em: 9 set. 2024.

LISBÔA, Maria da Graça Portela; GODOY, Leoni Pentiado. Aplicação do método 5W2H no processo produtivo do produto: a joia. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 4, n. 7, p. 32-47, 2012.

SANTOS, L. L. M. dos .; MORAES, E. de S. O. .; ALVES, G. dos S. .; NASCIMENTO, N. J. N. .; LAGARINHOS, C. A. F. . Construção enxuta aplicada a Construção Civil. **Revista Expressão Da Estácio**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 13–26, 2020. Disponível em: <https://estacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/REDE/article/view/494>. Acesso em: 17 set. 2024.

ANICETO, Generthon Silva; SIQUEIRA, Carlos Marcelo; NUNES, Danillo Lopes. A importância do sistema Toyota de produção para o desenvolvimento de empresas de seguimentos diversos. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 587-603, 2016.

MOTTA, P. C. D. Ambigüidades metodológicas do jus-in-time. In: Encontro Anual da ANPAD, 17. ANPAD, Salvador, 1993. 10 v. v.3, p. 46-57.

SILVA, M. F.; LEITE, E. B.; COSTA, G. A. da. Lean construction: como os princípios do sistema Toyota de produção podem contribuir para construções mais enxutas, produtivas e sustentáveis: um estudo de caso na construtora Andrade Gutierrez. **Percurso Acadêmico**, Belo Horizonte, v. 8, n. 15, p. 94, jan./jun. 2018. Disponível em: <https://periodicos.pucminas.br/index.php/percursoacademico/article/view/15213>. Acesso em: 19 set. 2024.

FORMOSO, C. T. Lean Construction: princípios básicos e exemplos. *Construção Mercado: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras*, Porto Alegre, v. 15, p. 50-58, 2023.

NIKAKHTAR, Amin. Aplicação de princípios de construção enxuta para reduzir o desperdício do processo de construção usando simulação computacional: um estudo. *Revista Internacional de Gestão de Serviços e Operações (IJSOM)*, Vol. 20, No. 4, 2015.

ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. *Lean Construction: Filosofia e Metodologias*. Universidade do Porto (Portugal) ProQuest Dissertations & Theses, 2008. 29112423.

CHUNHA, Annielli Araújo Rangel. Aplicabilidade do sistema Lean Construction na indústria da construção civil em Juazeiro-BA. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Juazeiro, 2009.

SOARES, Igor Nazareno; DE POTÊNCIA, Sistemas Elétricos; DE SOUSA, Felipe Schiavon Inocêncio. FERRAMENTAS DA QUALIDADE: UMA REVISÃO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA, 5W2H, CICLO PDCA, DMAIC E SUAS INTERREALÇÕES.