



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA – UFPB
CENTRO DE TECNOLOGIA – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E
AMBIENTAL
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

CAIO CÉSAR FERNANDES DE FREITAS

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO
CIVIL EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA: UM ESTUDO DE CASO**

JOÃO PESSOA
2024

CAIO CÉSAR FERNANDES DE FREITAS

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do curso de Engenharia Civil da
Universidade Federal da Paraíba, como um dos
requisitos obrigatórios para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Claudino Lins Nóbrega
Júnior.

JOÃO PESSOA
2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F866u Freitas, Caio Cesar Fernandes de.
UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN EM UMA OBRA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL EM JOÃO PESSOA-PARAÍBA: UM ESTUDO DE
CASO / Caio Cesar Fernandes de Freitas. - João Pessoa,
2024.

81 f. : il.

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

1. Construção Enxuta. 2. Relatório A3. 3.
Produtividade. 4. Planejamento. 5. Ciclo PDCA. I.
Nóbrega Júnior, Claudino Lins. II. Título.

UFPB/CT/BSCT

CDU 62(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

CAIO CÉSAR FERNANDES DE FREITAS

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS LEAN EM UMA OBRA DE CONSTRUÇÃO CIVIL EM JOÃO PESSOA, PARAÍBA: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso em 07/05/2024 perante a seguinte Comissão Julgadora:

Documento assinado digitalmente
 **CLAUDINO LINS NOBREGA JUNIOR**
Data: 13/05/2024 11:49:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

APROVADO

Claudino Lins Nóbrega Júnior
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Documento assinado digitalmente
 **CIBELLE GUIMARAES SILVA SEVERO**
Data: 10/05/2024 14:28:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

APROVADO

Cibelle Guimarães Silva Severo
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Documento assinado digitalmente
 **HIDELBRANDO JOSE FARKAT DIOGENES**
Data: 10/05/2024 14:31:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

APROVADO

Hidelbrando José Farkat Diógenes
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

"...Seja qual for a situação, seja qual for o conflito que tivermos dentro de nós, sempre temos uma escolha. Porque são as nossas escolhas que fazem de nós o que somos, e sempre podemos escolher aquilo que é certo..."

Homem – Aranha

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por tudo que Ele me proporcionou até hoje. Por ter me guiado, me iluminado e me protegido. Sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, Maria do Carmo e Alexandrino, por todo o apoio, ensinamentos, amizade, carinho e amor. Por serem os meus melhores amigos e por sempre estarem presentes nos momentos em que mais precisei.

À minha segunda mãe, Maria das Dores, por todo o carinho e zelo. Muito do que sou hoje é graças a você.

Às minhas irmãs, Mariana e Camila, por acreditarem em mim e sempre serem uma grande fonte de apoio e companheirismo. Vocês foram essenciais em todos os momentos da minha vida.

Ao meu irmão mais novo, Gabriel, por ser uma fonte de bondade, leveza e amizade. Sua vida, desde o início, me motiva a ser uma pessoa melhor.

À minha afilhada e sobrinha, Maria, pela sua vida.

À minha namorada Sara, por todo seu apoio, carinho e amor, que foram essenciais durante toda a elaboração desse trabalho.

Aos meus dois melhores amigos de infância, Lucas e Vinicius, pelo companheirismo e irmandade. Meus irmãos de outras mães, obrigado por sempre estarem presentes, independente do que estamos vivendo, de quanto tempo não nos falemos, sempre podemos contar uns com os outros.

Aos meus amigos, pelas noites conversando, saindo para comer, jogar e se divertir, sendo sempre uma válvula de escape dos estresses das responsabilidades cotidianas.

À empresa em que trabalho, por todo o conhecimento prático transmitido, o qual eu tenho a certeza de que será de grande valia para todos os anos da minha trajetória profissional.

Por último, mas não menos importante, aos meus professores, em especial ao meu Orientador Professor Dr. Claudino Lins Nóbrega Júnior, por todo o conhecimento transmitido, pelos ensinamentos teóricos e práticos, os quais serão de grande valia para meu desempenho profissional.

RESUMO

A indústria da construção civil enfrenta desafios persistentes em sua evolução, sendo mais lenta em comparação com outros setores. Assim, é imperativo buscar constantemente melhorias para superar esses obstáculos. Nesse contexto, a filosofia da Construção Enxuta surge como uma abordagem crucial para resolver problemas como baixa produtividade e desperdício. Este estudo concentra-se na aplicação de uma ferramenta Enxuta, o Relatório A3, direcionada a uma obra de edificação na cidade de João Pessoa, Paraíba. Para embasar essa análise, foram consultadas diversas fontes bibliográficas, incluindo livros, artigos, teses e trabalhos acadêmicos, que destacam claramente a teoria da Construção Enxuta e o uso do Relatório A3, além de exemplos práticos de sua implementação. O Relatório A3 foi empregado para estudar um serviço específico, neste caso, a construção de uma laje feita em concreto armado, com o intuito de identificar maneiras de tornar sua execução mais eficiente e produtiva. Após análise detalhada, foram propostas soluções que visaram melhorar o desempenho do serviço, avaliando se houve um aumento na produtividade e se o prazo planejado foi cumprido. Os resultados indicaram que a aplicação do Relatório A3 resultou em melhorias significativas no processo, tanto em melhorias técnicas quanto de produtividade, culminando na conclusão do serviço dentro do prazo previamente planejado.

Palavras-Chave: Construção Enxuta; Relatório A3; Produtividade; Planejamento; Ciclo PDCA.

ABSTRACT

The construction industry faces persistent challenges in its evolution, often progressing slower compared to other sectors. Therefore, it is imperative to constantly seek improvements to overcome these obstacles. In this context, the philosophy of Lean Construction emerges as a crucial approach to solving problems such as low productivity and waste. This study focuses on the application of a Lean tool, the A3 Report, directed towards a construction project in the city of João Pessoa, Paraíba. To support this analysis, various bibliographic sources were consulted, including books, articles, theses, and academic papers, which clearly highlight the theory of Lean Construction and the use of the A3 Report, as well as practical examples of its implementation. The A3 Report was utilized to study a specific service, in this case, the construction of a reinforced concrete slab, with the aim of identifying ways to make its execution more efficient and productive. After detailed analysis, solutions were proposed aimed at improving service performance, assessing whether there was an increase in productivity, and whether the planned deadline was met. The results indicated that the implementation of the A3 Report resulted in significant improvements in the process, both in technical and productivity aspects, culminating in the completion of the service within the previously planned time.

Keywords: Lean Construction; A3 Report; Productivity; Planning; PDCA Cycle.

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Fluxograma de Execução do Trabalho - Fonte: Autoria Própria</i>	17
<i>Figura 2 - Linha de Balanço - Fonte: Fornecido pela Construtora</i>	25
<i>Figura 3 - Estudo do Valor Agregado - Fonte: (ALVES; CRUZ, 2010 apud PFAFFENZELLER et al., 2015)</i>	25
<i>Figura 4 - Gráfico de Gantt - Fonte: (RIBEIRO, 2024)</i>	25
<i>Figura 5 - Sistema PERT/CPM - Fonte: (PFAFFENZELLER et al., 2015)</i>	26
<i>Figura 6 – Ciclo PDCA – Fonte: Autoria Própria</i>	27
<i>Figura 7 – Adaptado Ciclo PDCA Características – Fonte: (OLIVEIRA; SILVA; BRANDÃO, 2022)</i>	31
<i>Figura 8 – Ferramenta 5S – Fonte: Autoria própria baseado em (OLIVEIRA; SÁ; FERNANDES, 2017)....</i>	33
<i>Figura 9 – Ferramenta 5W2H – Fonte: Autoria própria baseado em (FILHO; SIMÃO, 2023)</i>	33
<i>Figura 10 – Ferramenta Diagrama de Ishikawa – Fonte: Autoria própria baseado em (COSTA; MENDES, 2018).....</i>	34
<i>Figura 11 – Ferramenta Diagrama de Pareto – Fonte: Autoria própria baseado em (REALYVÁSQUEZ-VARGAS et al., 2018)</i>	34
<i>Figura 12 – Adaptado Divisão do Relatório A3 de Acordo com o Ciclo PDCA – Fonte: (SCHWAGERMAN; ULMER, 2013)</i>	39
<i>Figura 13 – Visão Superior da Obra - Fonte: Fornecido pela Construtora</i>	42
<i>Figura 14 - Fôrma 15ª Laje (12º Pavimento) - Fonte: Fornecido pela Construtora</i>	43
<i>Figura 15 - Fôrma 16ª Laje (13º Pavimento) - Fonte: Fornecido pela Construtora</i>	44
<i>Figura 16 - Área de Trabalho e Equipamento de Elevação - Fonte: Fornecido pela Construtora</i>	46
<i>Figura 17 - Calendário de Outubro de 2023 - Fonte: Autoria Própria</i>	47
<i>Figura 18 - Execução dos Serviços – Fonte: Autoria Própria</i>	48
<i>Figura 19 - Armação dos Pilares - Fonte: Autoria Própria</i>	50
<i>Figura 20 - Eixo da Estrutura – Fonte: Autoria Própria</i>	50
<i>Figura 21 - Desforma dos Pilares - Fonte: Autoria Própria</i>	51
<i>Figura 22 - Gabarito dos Pilares - Fonte: Autoria Própria</i>	51
<i>Figura 23 - Armação das Vigas - Fonte: Autoria Própria</i>	52
<i>Figura 24 - Montagem dos Pilares – Fonte: Autoria Própria</i>	52
<i>Figura 25 - Fôrma dos Pilares - Fonte: Autoria Própria</i>	53
<i>Figura 26 - Desforma das Vigas e Lajes - Fonte: Autoria Própria</i>	53
<i>Figura 27 - Separar Armação das Lajes - Fonte: Autoria Própria</i>	54
<i>Figura 28 - Fôrma das Vigas e Lajes - Fonte: Autoria Própria</i>	54
<i>Figura 29 - Montagem de Vigas - Fonte: Autoria Própria</i>	55
<i>Figura 30 - Armação das Lajes - Fonte: Autoria Própria</i>	55
<i>Figura 31 - Ilustração da Ordem de Concretagem - Fonte: Autoria Própria</i>	56
<i>Figura 32 – Área Crítica para a Equipe 2 – Fonte: Autoria Própria</i>	57
<i>Figura 33 - Análises dos Problemas - Fonte: Autoria Própria</i>	58
<i>Figura 34 - Contramedidas Propostas - Fonte: Autoria Própria</i>	60

<i>Figura 35– Sequência de Execução da ‘Montagem dos Pilares’ – Fonte: Autoria Própria.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura 36 - Sequência na Execução da Região com Maior Dificuldade – Fonte: Autoria Própria</i>	<i>62</i>
<i>Figura 37 - Plano de Ação - Fonte: Autoria Própria</i>	<i>63</i>
<i>Figura 38 - Gráfico de Gantt Execução Serviços Equipe 1 15ª Laje - Fonte: Autoria Própria</i>	<i>65</i>
<i>Figura 39 - Gráfico de Gantt Execução Serviços Equipe 2 15ª Laje - Fonte: Autoria Própria</i>	<i>65</i>
<i>Figura 40 - Gráfico de Gantt Execução Serviços Equipe 1 16ª Laje - Fonte: Autoria Própria</i>	<i>66</i>
<i>Figura 41 - Gráfico de Gantt Execução Serviços Equipe 2 16ª Laje - Fonte: Autoria Própria</i>	<i>66</i>
<i>Figura 42 - Sequência Real de Execução da Montagem dos Pilares - Fonte: Autoria Própria.....</i>	<i>70</i>

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Princípios do Lean Construction de Koskela – Fonte: (KOSKELA, 1992 apud PFAFFENZELLER et al., 2015).....</i>	<i>19</i>
<i>Tabela 2 – Princípios e suas análises – Fonte: Autoria própria baseado em (ELY et al., 2017).....</i>	<i>21</i>
<i>Tabela 3 – Como analisar o princípio da melhoria contínua – Fonte: Autoria própria baseado em (ELY et al., 2017).....</i>	<i>22</i>
<i>Tabela 4 - Implicações da Implementação do Lean Construction - Fonte: (MORADI; SORMUNEN, 2023). 23</i>	
<i>Tabela 5 - Ferramentas e Benefícios da Implantação - Fonte: (PFAFFENZELLER et al., 2015).....</i>	<i>24</i>
<i>Tabela 6 - Estratégias de Implantação do Lean Construction - Fonte: Autoria Própria baseado em (BASSANI; PIRAN, 2023)</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 7 – Características das ferramentas auxiliaadoras do Ciclo PDCA – Fonte: Autoria Própria.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 8 – Mentalidade do Pensamento A3 – Fonte: Autoria própria baseado em (SOBEK II; SMALLEY, 2008)</i>	<i>35</i>
<i>Tabela 9 – Etapas de Execução do Relatório A3 – Fonte: Autoria própria baseado em (VALENTE; AIRES, 2017).....</i>	<i>38</i>
<i>Tabela 10 - Parâmetros e Valores para Cada Equipe – Fonte: Autoria Própria</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 11 - Datas de Início e Fim de Serviço - Fonte: Autoria Própria</i>	<i>46</i>
<i>Tabela 12 - Descrição dos Serviços que Serão Executados - Fonte: Autoria Própria</i>	<i>48</i>
<i>Tabela 13 - Quantidade de Dias para Execução dos Serviços das 15 e 16ª laje - Fonte: Autoria Própria.....</i>	<i>66</i>
<i>Tabela 14 - Produtividade das Equipes 1 e 2 - Fonte: Autoria Própria.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 15 – Condição Atual – Fonte: Autoria Própria</i>	<i>72</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2. JUSTIFICATIVA	15
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. Objetivos Gerais.....	16
1.3.2. Objetivos Específicos.....	16
1.4. METODOLOGIA	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1. <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	18
2.1.1. Princípios	19
2.1.2. Melhoria Contínua.....	21
2.2. APLICAÇÃO DO <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	23
2.3. CICLO PDCA.....	27
2.3.1. Aplicação do PDCA.....	32
2.4. RELATÓRIO A3.....	35
3. ESTUDO DE CASO.....	41
3.1. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO	41
3.2. PLANEJAMENTO.....	45
3.2.1. Informações iniciais.....	45
3.2.2. Análise dos problemas encontrados	47
3.3. CONTRAMEDIDAS PROPOSTAS	58
3.4. PLANO DE AÇÃO.....	61
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	64
4.1. <i>FEEDBACK</i>	64
4.1.1. Modificações nos processos de execução.....	64
4.1.2. Comparação da produtividade	70

4.2. RELATÓRIO A3.....	71
5. CONCLUSÃO.....	73
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
APÊNDICE A.....	79
RELATÓRIO A3 – REDUÇÃO NO TEMPO DE EXECUÇÃO DA LAJE EM CONCRETO ARMADO.....	79

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, uma das mais antigas do mundo, enfrenta alguns desafios que contribuem para seu desenvolvimento mais lento em comparação com as outras indústrias. Esse ritmo lento de evolução é resultado de diversos fatores, tais como; a baixa produtividade, o desperdício excessivo de materiais e os prazos rigorosos. Consequentemente, os engenheiros civis responsáveis pelas obras enfrentam dificuldades significativas na gestão e no planejamento dos projetos. De acordo com Melo (2022), um dos principais entraves na gestão e no planejamento da construção civil, especialmente em centros urbanos, é o atraso tecnológico em relação a outros países, juntamente com problemas como desperdício de materiais, escassez de mão de obra qualificada, planejamento inadequado e falta de controle efetivo das atividades no canteiro de obras, podendo inclusive combinar mais de um desses desafios.

Portanto, é essencial que os profissionais envolvidos na construção civil busquem uma evolução contínua e eficiente desse setor. Nesse sentido, destaca-se a importância de explorar estratégias que visem aprimorar o ambiente de trabalho nas construções, como o *Lean Construction*. Embora essa abordagem já tenha recebido certo reconhecimento na indústria, ainda não é amplamente adotada por todos os envolvidos. As aplicações do *Lean* têm proporcionado à indústria uma série de benefícios, incluindo: a redução de resíduos, aprimoramento da performance dos projetos por meio de práticas de planejamento, diminuição de atrasos nas obras, redução de riscos construtivos e aumento da satisfação dos clientes (NIKAKTHAR et al., 2015, apud CAMPOS; AZEVEDO, 2021).

No entanto, Melo (2022) destaca que a escassez de conhecimento bibliográfico sobre o tema e as dificuldades na implementação, ressaltando a necessidade de tempo para adaptação, são fatores que desencorajam a adoção dessa filosofia nos canteiros de obras. O autor enfatiza que, para efetivar mudanças, não basta apenas compreender os conceitos teóricos, é necessário contar com métodos e técnicas que convertam esses conceitos em ações práticas.

Em suma, para impulsionar o progresso da indústria da construção civil por meio do *Lean Construction*, é fundamental adotar métodos e recursos técnicos que promovam uma cultura de melhoria nos canteiros de obras. Nesse contexto, o presente trabalho busca aplicar uma ferramenta *Lean* em uma obra de edificação, com o objetivo de otimizar a execução dos serviços. Ao analisar a execução de um serviço específico, busca-se identificar, planejar e implementar oportunidades de melhoria, visando maximizar a produtividade e garantir a conclusão dentro do prazo estabelecido.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A indústria da construção civil se encontra em um momento crucial, esse setor vive um momento de vigorosa expansão com edifícios mais numerosos e de alto padrão, entretanto é possível verificar um paradoxo existente, enquanto a exigência pela qualidade e quantidade ascendem, a produtividade aparenta estar estagnada, enquanto o desperdício de material e de tempo, um mal antigo do setor, permanece sendo um fator que impede o alcance do potencial da construção civil. Apesar da ampla discussão sobre esses temas, ainda não é possível observar um avanço significativo na busca de soluções eficazes. Para isso é necessário analisar profundamente os fatores que contribuem para esse cenário, porém como podemos identificar?

Primeiramente para podermos elaborar uma resposta para o questionamento é necessário entender os fatores que impedem que o progresso seja alcançado. A atualidade exige que tudo seja minuciosamente planejado para que sua execução tenha a maior eficiência possível, mas é comum perceber, principalmente na construção civil, que muitos ainda veem o planejamento aprofundado como algo dispensável, tornando-o mais suscetível a falhas, sem detalhamento e organização de etapas gerando os mais diversos problemas, como atrasos, retrabalhos e desperdícios por consequência.

Além disso, a comunicação entre os diferentes setores dentro de um canteiro de obras torna o ambiente de trabalho mais dinâmico, menos propenso a erros e desperdícios. Porém ainda é comum notar algumas incongruências nas informações que são passadas para cada colaborador, ocasionadas pela falta de interpretação de quem recebe a informação ou pela falta de clareza de quem repassa. Por isso é preciso sempre ser assertivo na comunicação e deixar todos os envolvidos no processo cientes quanto ao que será realizado, de modo a diminuir o desperdício de tempo e, conseqüentemente, uma menor produtividade.

Por fim, é preciso entender que um dos fatores que dificultam o progresso é falta ou a não manutenção dos treinamentos e qualificação dos colaboradores, deixando-os de certo modo despreparados, resultando em baixas produtividades, retrabalhos e ainda correndo o risco de ocasionar algum acidente, gerando desperdícios de tempo e recursos.

Com isso, o presente estudo busca uma melhor otimização dos processos na execução de uma laje em uma obra de edificação da cidade de João Pessoa – Paraíba, a fim de garantir uma melhor taxa de produtividade e uma redução dos desperdícios de tempo e material. Analisando o processo de execução e aplicando posteriormente um plano de ação, juntamente com os colaboradores, de modo a desenvolver uma execução eficaz, minimizando os problemas vistos na análise anterior.

1.2. JUSTIFICATIVA

A indústria da construção civil enfrenta um desafio pertinente: a baixa produtividade. Esta que é ocasionada por diversos fatores, dentre eles: o desperdício de tempo e recursos, retrabalhos e as ineficiências nos métodos construtivos. Estes fatores permeiam os canteiros de obras, impactando de forma negativa os custos, os prazos e a qualidade das obras de edificação. Neste contexto surge uma necessidade gritante de soluções viáveis, sejam eles de fácil aplicação para se obter melhorias imediatas ou de aplicação mais demorada, porém com maior eficiência a longo prazo, visando assim a otimização dos processos construtivos.

Dessa forma, surge uma ferramenta *Lean*, chamada de Relatório A3, como uma poderosa aliada nesse combate à improdutividade. Presente em maior parte em outras áreas da engenharia, como a produção e a mecânica, essa ferramenta apresenta um grande potencial na solução de problemas, sendo de fácil aplicação, ou seja, visando melhorias a um prazo menor. Entretanto, essa ferramenta é pouco difundida na área da engenharia civil, uma vez que há uma escassez de trabalhos acadêmicos que enfatizem a aplicação do Relatório A3 na área, evidenciando dessa forma essa lacuna.

Com isso, esse trabalho de conclusão de curso visa preencher um pouco desse problema existente, demonstrando a importância e a viabilidade da aplicação desse relatório na otimização de processos construtivos, enfatizando a importância do planejamento de execução e demonstrando o benefício da utilização dessa ferramenta.

Os resultados desse trabalho visam um valor intelectual tanto para a comunidade acadêmica, quanto para o mercado de trabalho da construção civil, de modo a atender a lacuna existente de trabalhos com essa temática na área. Esse trabalho amplia o conhecimento sobre a aplicação do *Lean Construction* na construção civil, aplicando o Relatório A3, pois irá gerar uma nova referência para a comunidade acadêmica impulsionando o desenvolvimento de pesquisas na área.

Enquanto isso para o mercado da construção civil, o presente trabalho apresenta uma validação da eficiência e da facilidade, na aplicação do Relatório A3 dentro de um canteiro de obras, afinal o trabalho visa demonstrar a viabilidade prática da ferramenta. Além dessa demonstração, o estudo poderá funcionar como uma orientação para a aplicação eficaz do Relatório A3 em diferentes cenários da construção civil, ao apresentar um modelo visual da ferramenta.

Desse modo, aliando rigor científico à relevância prática, esse trabalho se propõe a ser um auxílio na difusão e aplicação do Relatório A3 na construção civil. A luta contra a improdutividade e o desperdício de recursos exige soluções inovadoras e eficazes. O Relatório

A3, quando implementado de forma adequada, tem o potencial de transformar a realidade dos canteiros de obras, impulsionando a construção de um futuro mais eficiente, sustentável e próspero para o setor.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivos Gerais

Estudar o processo de execução de uma laje em concreto armado, utilizando ferramentas *Lean*, e analisar o passo a passo verificando tarefas que tornam a execução menos produtiva, e assim propondo possíveis soluções.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Estudar os problemas encontrados na execução de uma laje em concreto armado;
- Propor possíveis soluções na execução de uma laje de modo a reduzir o ciclo do processo, através do Relatório A3, uma ferramenta *Lean*.
- Apresentar um resultado ao final do trabalho e, avaliar se o Relatório A3 conseguiu auxiliar no aumento da produtividade e redução do desperdício.

1.4. METODOLOGIA

Para elaboração desse estudo foi buscada uma fundamentação teórica, a qual tomou como base os conceitos de Construção Enxuta, seus princípios, alguns de seus métodos de aplicação, estratégias que auxiliam a implantação da filosofia, enfatizando o Relatório A3. A fundamentação teórica tomou como base artigos, teses, trabalhos de conclusão de curso e livros envolvendo a temática do *Lean Construction*.

Como segundo passo foi feita a escolha da empresa para a realização do estudo de caso. Esta foi escolhida por ser uma construtora que executa projetos complexos, de alto padrão, na cidade de João Pessoa.

Posteriormente, o estudo de caso foi realizado em três etapas: o planejamento que consiste em se buscar informações sobre o serviço ao qual a ferramenta irá atuar, a proposta de contramedidas para avaliar os problemas encontrados na primeira etapa, seguindo para o plano de ação que visa encontrar métodos de implantar as contramedidas.

Com as três etapas finalizadas seguiu-se para a análise e obtenção dos resultados da implantação do Relatório A3, identificando como se deu na prática as ações planejadas, as

alterações nas atividades internas do serviço, o quão foi possível melhorar a produtividade e a construção do próprio A3.

Por fim, a conclusão do estudo foi elaborada posteriormente, servindo como um encerramento abrangente que englobou todos os tópicos discutidos ao longo desse trabalho.

Como método ilustrativo, a concepção desse trabalho envolveu o fluxograma presente na figura 1, evidenciando todos os passos do trabalho.

Figura 1 - Fluxograma de Execução do Trabalho - Fonte: Autoria Própria



2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. LEAN CONSTRUCTION

Devido a uma necessidade de redução de desperdícios e aumentar a qualidade dos produtos em um Japão abalado economicamente pós 2ª Guerra Mundial, Kiichirō Toyoda juntamente a Eiji Toyoda e Taiichi Ono desenvolveram o *Lean Production* (LP) (VALENTE, AIRES; 2017).

No contexto do *Lean Production*, Produção Enxuta Pereira et al. (2019) comentam que ele surge com um objetivo de combinar vantagens da produção artesanal com a produção em massa, alcançando mais volume e variabilidade de produtos através da busca de trabalhadores multifuncionais, nos diversos níveis organizacionais, utilizando equipamentos flexíveis e cada vez mais automatizados. “Portanto, o *Lean* é usado para os sistemas de produção que otimizam os recursos disponíveis, garantindo a redução de defeitos do produto e uma maior variabilidade” (GARCÉS; PEÑA, 2023).

Baseado no *Lean Production* o *Lean Construction* surge como um novo referencial teórico, na década de 90, para gestão de processos na construção civil, com o objetivo de adaptar determinados conceitos e princípios da área (SANTOS, 2020). O *Lean Construction* Institute (s.d) descreve *Lean Construction*, também chamada de Construção Enxuta, como um processo que utiliza de métodos *lean* de modo a reduzir o desperdício, aumentar a produtividade e inovar na Indústria da Construção Civil, evidenciando a cooperação entre as equipes em um projeto.

Os autores Campos e Azevedo (2021) falam que na construção civil, a abordagem *lean*, também conhecida como construção enxuta, tem como objetivo reduzir o desperdício de materiais e otimizar a utilização da mão de obra disponível, evitando a geração de resíduos e a realização de atividades que não contribuem para o valor do produto final. “O processo e as ferramentas de gestão da construção são fortalecidos ao implementar a Construção Enxuta de várias maneiras.” (SHAQOUR, 2022)

“A Construção Enxuta é uma nova visão da produção que se concentra na busca pela excelência nos processos de produção em ambientes de construção civil” (COSTELLA et al., 2018). Singh e Kumar (2020) entendem a construção enxuta como uma abordagem diferente da tradicional na indústria da construção civil, considerando uma espécie de inovação nessa indústria.

Marchiori (2023) comenta que o aumento no nível de exigência do consumidor e a baixa disponibilidade de recursos financeiros, além de outros fatores, estimularam a busca de

melhorar os níveis de desempenho na área da Construção Civil através de investimentos tanto em gestão quanto em tecnologia de produção.

O *Lean Construction* para os autores Garcés e Peña (2023) é:

“A identificação de atividades que agregam ou não valor ao projeto é alcançada por meio da implementação de uma cadeia de valor onde, principalmente, algumas atividades são identificadas e distinguem-se das outras, como o lançamento de concreto para as lajes é uma atividade que gera valor para o processo, mas o tempo de espera do misturador é uma atividade que o diminui. A cadeia de valor é importante, pois o objetivo do pensamento da Construção Enxuta é eliminar atividades que não agregam valor, a logística também é um processo que a construção sem perdas tenta otimizar ao máximo para reduzir custos e atender prazos de entrega antes dos prazos estimados.”(GARCÉS; PEÑA, 2023)

“Este sistema defende a identificação das causas raiz do desperdício, a remoção dessas causas com ferramentas e técnicas relacionadas, e encoraja a prevenção do desperdício ao invés de tentar reagir de forma reativa para superar os efeitos negativos da perda.” (LAPINSKI; HORMAN; RILEY, 2006; WOMACK; JONES, 2003 apud SARHAN et al., 2017)

“Em resumo, a construção enxuta, visa a ser mais organizada, definida e de menor custo, o ponto-chave é identificar as etapas que não agregam valores para o produto final.” (GÓES et al., 2021)

2.1.1. Princípios

Como toda e qualquer filosofia o *Lean Construction* apresenta princípios que explicam seus objetivos e motivações para aplicação.

Durante o processo de construção a Construção Enxuta busca atingir dois objetivos sendo eles: minimizar os resíduos físicos e de processos e aprimorar a geração de valor ao cliente (HERRERA et al., 2019).

Para atingir tais objetivos Koskela (1992) evidência em seus estudos que o *Lean Construction* apresenta 11 princípios básicos que estão interligados entre si, porém cada um tem sua função própria, de modo a melhorar os processos e por consequência a qualidade do produto. Estes princípios serão visualizados na tabela 1.

Tabela 1 – Princípios do Lean Construction de Koskela – Fonte: (KOSKELA, 1992 apud PFAFFENZELLER et al., 2015)

ID	Nome	Descrição
P1	Reduzir a parcela de atividades que não geram valor	Também conhecida como redução de desperdício, são atividades que consomem tempo, recursos ou espaço, mas não geram valor.

P2	Aumentar o valor do produto com base da necessidade do cliente	Cada atividade gera dois possíveis clientes, o final ou o das próximas atividades, por isso é necessário entender suas necessidades, para assim perceber o que será necessário para conceber o produto com a qualidade desejada.
P3	Reduzir a variabilidade	Uma maior variabilidade gera um maior número de atividades, uma vez que mesmo o produto sendo o mesmo os recursos para sua produção irão variar.
P4	Reduzir tempo de ciclo	Tempo é uma métrica natural para processos de fluxo, ao buscar um menor tempo de ciclo deverá ser eliminado desperdícios, além de ocorrer uma entrega mais rápida do produto ao cliente.
P5	Simplificar passos	Aperfeiçoar o processo, buscando na execução formas de podar o número de atividades, com ganhos nos processos executivos, porém sem aumentar os custos.
P6	Aumentar a flexibilidade	Proporcionar o cliente opções a fim de atender suas necessidades, ou seja, gerar valor nas necessidades de modo estudado previamente a não comprometer os outros princípios.
P7	Aumentar a transparência do processo	Diminui a propensão ao erro uma vez que mais pessoas irão verificar o processo, aumenta a motivação para um aperfeiçoamento, além de engajar mais tanto o fornecedor quanto o cliente final.
P8	Focar no controle do processo global	Necessidade de analisar pontualmente o processo de modo a averiguar a cadeia produtiva, acompanhando dessa forma as atividades e operações anteriores ao processo que precisa ser melhorado, obtendo dessa forma mais ganhos.
P9	Introduzir a melhoria contínua	Apresenta um foco maior na eficiência no processo de fluxo, buscando constantemente uma manutenção e melhora em todos os processos.
P10	Equilibrar melhoria de fluxo com a melhoria de conversão	Enfatiza que as melhorias devem ser analisadas e implementadas em ambos produtos e processos executivos
P11	Benchmark	Avaliar, comparar e entender os processos de outra empresa, de modo a compreender o que possa ser melhorado no próprio processo, adaptando as boas práticas.

Herrera et al. (2019) comentam em seu trabalho que:

“[...] Os princípios da Construção Enxuta se aplicam tanto ao processo de fluxo total quanto aos seus subprocessos. Além disso, esses princípios implicitamente abordam problemas no processo de fluxo, como complexidade, transparência e controle segmentado. [...] Uma compreensão abrangente desses princípios é essencial para aplicar corretamente o *Lean* na indústria da construção.” (HERRERA et al., 2019)

Ao falar em princípios deve-se ter em mente que sua aplicação precisa de toda uma mudança cultural da empresa. Com isso Ely et al. (2017) nos mostra, tabela 2, que para aplicar os princípios do *Lean Construction* no dia a dia é preciso primeiramente analisar “o que” deve ser analisado e “como” o princípio pode ser atingido.

Tabela 2 – Princípios e suas análises – Fonte: Autoria própria baseado em (ELY et al., 2017)

Princípio	O que analisar
P1	- Atividades
P2	- Necessidade dos clientes
	- Produtividade
P3	- Desperdício
	- Qualidade final
P4	- Atividades
P5	- Organização
P6	- Equipe do trabalho
P7	- Processo
	- Qualidade
	- Custo
P8	- Entrega
	- Moral
	- Segurança
P9	- Análise do processo
P10	- Processo
P11	- Concorrência
	- Equipe de trabalho

Para o presente trabalho enfatizou o 9º princípio – “Introduzir a melhoria contínua” e apenas o “como” atingir o princípio dele será exemplificado mais à frente.

2.1.2. Melhoria Contínua

Vivan, Ortiz e Paliari (2016) evidenciam que a melhoria contínua, em japonês *Kaizen* é um conceito presente no *Lean* desde o início do Sistema Toyota de Produção, sendo uma ação que promove mudanças benéficas.

Essa filosofia promove uma melhoria contínua nos processos das mais diversas áreas como a manufatura, saúde, construção civil, entre outras, sempre possibilitando uma melhora diária seja nos processos seja no indivíduo, trazendo resultados concretos tanto quantitativamente quanto qualitativamente, necessitando de uma equipe com sinergia e comprometida para possibilitar a melhora (VALENTE, AIRES; 2017).

Herrera et al., (2019) constam que para realizar o *Kaizen* é preciso que seja feita uma atividade interna, incremental e interativa que deve ser realizada continuamente para reduzir o desperdício e aumentar o valor do produto. A melhoria contínua é uma busca para agregar valor, sendo feito em equipe com todas as instâncias de gestão da obra participando do processo, como também levar em consideração a opinião dos colaboradores por serem eles a ficar na frente da produção (ELY et al., 2017). Seguindo o pensamento que é necessário essa interação e trabalho

conjunto entre a gestão e os colaboradores, Bajjou e Chafi (2018) completam que a cultura de melhoria contínua promove uma participação de todos os envolvidos no projeto incluindo, especialmente, os trabalhadores.

Enfatizando a importância do trabalho em equipe Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2023) complementam:

“[...] Um evento Kaizen é um projeto de melhoria focado e estruturado, utilizando uma equipe dedicada e multifuncional para aprimorar uma área de trabalho específica, com metas definidas, em um cronograma acelerado [...] eles são frequentemente implementados em conjunto com a gestão enxuta [...] os eventos Kaizen refletem implementações rápidas e radicais a nível da equipe.” (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2023)

Quando falado em melhoria contínua é necessário seguir alguns passos, com isso os autores Prado, Calderaro e Piran (2019) evidenciam que:

“[...] quatro processos para introduzir a melhoria contínua: i) estabelecer metas de melhoria; ii) medição e monitoramento das melhorias; iii) atribuição de responsabilidade sobre as melhorias a todos os colaboradores e iv) conexão das melhorias de controle. O trabalho em equipe e a gestão participativa são essenciais para a introdução das melhorias, e que para se obter êxito é necessária a utilização de ferramentas que auxiliem a alcançar os objetivos, como indicadores de desempenho, premiação pela execução das tarefas e metas e normatização dos procedimentos.” (PRADO; CALDERARO; PIRAN, 2019)

A melhoria contínua é uma filosofia reativa e sua implementação não necessita de um grande investimento, porém quando alguma empresa decide realizar tal melhoria é necessário concentrar esforços em uma melhoria significativa, a qual será alcançada de forma gradual, com a vantagem de ser uma proposta economicamente viável (VIVAN; ORTIZ; PALIARI, 2016).

Para se atingir uma melhoria contínua é necessário entender “o que” deve ser analisado e tão importante quanto é “como”, ele pode ser atendido, visualizado na tabela 3, ou seja, quais ferramentas podem ser utilizadas para conseguir aplicar esse princípio no dia a dia (ELY et al., 2017).

Tabela 3 – Como analisar o princípio da melhoria contínua – Fonte: Autoria própria baseado em (ELY et al., 2017)

Princípio	Como analisar
Introduzir a melhoria contínua	- Diagrama de causa e efeito (Diagrama de Ishikawa)
	- Ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act)
	- CEP (Controle estatístico do processo)

-
- ISO 9000 (Instituição regulamentadora de normas)
 - PBQP-H (Programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat)
-

Uma metodologia da produção enxuta que tem sido utilizada para melhoria contínua é o ciclo PDCA, o qual tem uma abordagem de aprimorar atividades (REALYVÁSQUEZ-VARGAS et al., 2018). Ely et al. (2017) menciona que o Kaizen apresenta grande impacto nos sistemas produtivos enxutos, sendo um dos principais blocos construtores desses sistemas, fazendo uso de ferramentas para melhoria e controle dos processos, sendo um deles o ciclo PDCA.

Filho e Simão (2023) ainda completam informando que com o objetivo de alcançar uma melhoria contínua, as empresas investem pesadamente na implementação de sistemas de qualidade que trazem metodologias de resolução de problemas, sendo uma dessas metodologias o ciclo PDCA.

2.2. APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION*

Silva e Paiva (2017) comentam sobre como atualmente é de grande importância a implantação do *lean* nas construções civis, devido aos custos elevados e ao processo de execução de projetos habitacionais e empresariais. Para os autores esse método é efetivo por mostrar uma melhora, drástica, no tempo de espera, o qual torna-se menor devido a uma baixa quantidade de atividades que não geram valor ao cliente.

Os autores Moradi e Sormunen (2023), em seu estudo, apresentam consequências positivas ao se adotar e implementar os princípios, práticas e técnicas do *Lean Construction*. Essas consequências podem ser visualizadas na tabela 4.

Tabela 4 - Implicações da Implementação do Lean Construction - Fonte: (MORADI; SORMUNEN, 2023)

Consequências Positivas
Melhor difusão do <i>Lean Construction</i>
Estabelecimento de um ambiente colaborativo
Redução de custos e tempo
Aumento na produtividade (Em atividades e no nível de projeto)
Aumento da produtividade do trabalho
Aumento na eficiência do processo
Melhoria na saúde e segurança
Diminuição do estoque

Melhoria na qualidade
Seleção baseada na competência na fase de licitação
Satisfação das partes interessadas
Melhor desempenho operacional
Aumento na participação de mercado

Para os autores, as três melhores consequências positivas, da aplicação do *Lean Construction*, são: redução de custos e tempo, aumento na produtividade (em atividades e no nível de projeto) e aumento da produtividade do trabalho.

Para que ocorra essas melhoras propostas pelos autores anteriores, é necessário que as empresas devem incorporar os princípios da Construção Enxuta por meio da adoção de técnicas, ferramentas, planejamento e controle, com especial atenção na gestão eficaz da implementação do sistema, priorizando o progresso tecnológico. (MELO, 2022)

Os autores (PFAFFENZELLER et al., 2015) citam algumas ferramentas do *lean construction* que visam as melhorias da aplicação dessa filosofia, definindo os princípios relacionados a cada uma, além dos benefícios gerados pela aplicação. Ferramentas que estão elencadas na tabela 5

Tabela 5 - Ferramentas e Benefícios da Implantação - Fonte: (PFAFFENZELLER et al., 2015)

Ferramenta	Princípio do <i>Lean Construction</i>	Benefícios
Linha de Balanço	Introduzir melhoria contínua no processo: aumentar a transparência dos processos; reduzir tempo de ciclo;	Facilita a identificação de eventuais problemas no decorrer da obra e a comunicação no canteiro de obras; permite grande rapidez no manuseio das informações ao informar a duração das atividades; simula dependências entre atividades de diferentes pavimentos. Figura 2
Estudo do Valor Agregado	Aumentar o valor do produto levando em consideração os requisitos dos clientes;	Permite clara noção da situação atual do projeto; avalia se o orçamento que foi planejado é condizente com o do projeto. Figura 3
Gráfico de Gantt	Reduzir tempo de ciclo: focar o controle no processo completo;	Permite representar o grau de adiantamento ou atraso de uma atividade em relação ao prazo previsto. Figura 4
Sistema PERT/CPM	Aumentar a transparência dos processos; reduzir atividades que não agregam valor;	Possibilita a visualização e análise de toda a sequência e interferências entre as atividades; estabelece um caminho crítico do projeto e consequente realocação. Figura 5

Figura 2 - Linha de Balanço - Fonte: Fornecido pela Construtora

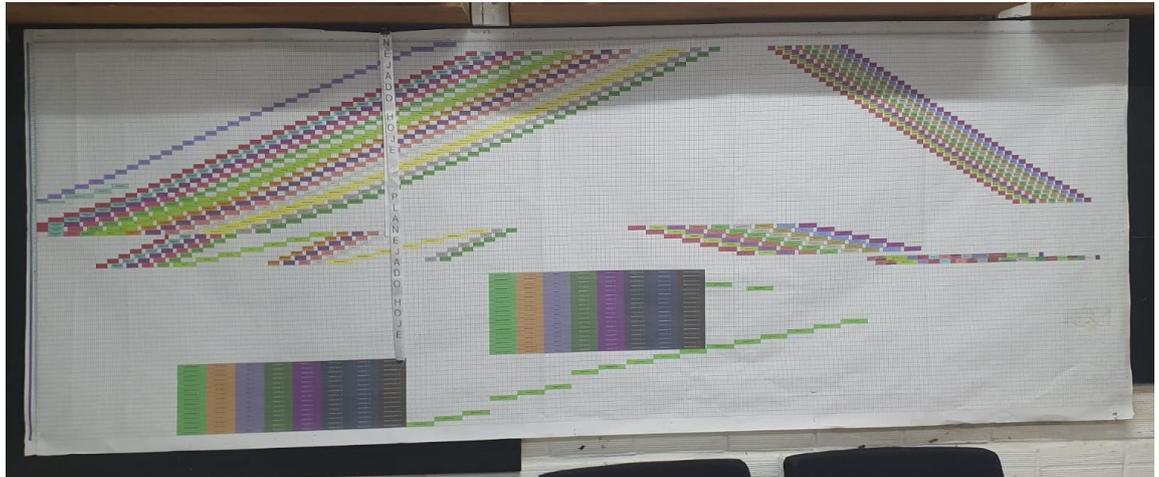


Figura 3 - Estudo do Valor Agregado - Fonte: (ALVES; CRUZ, 2010 apud PFAFFENZELLER et al., 2015)

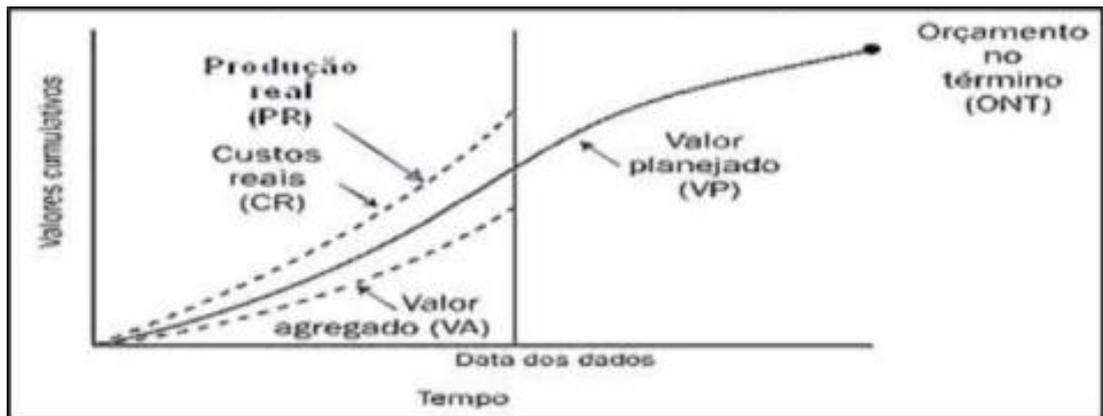


Figura 4 - Gráfico de Gantt - Fonte: (RIBEIRO, 2024)

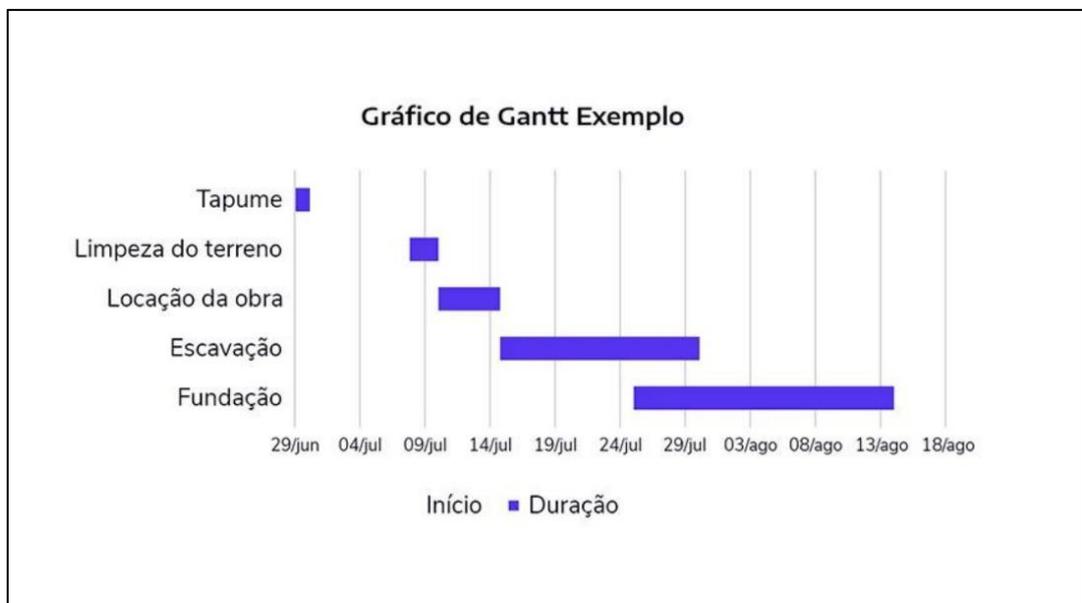
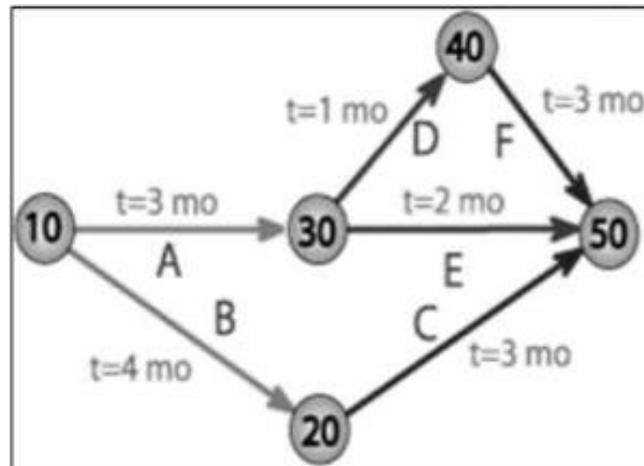


Figura 5 - Sistema PERT/CPM - Fonte: (PFAFFENZELLER et al., 2015)



Para complementar os autores Bassani e Piran (2023), elencam algumas estratégias, tabela 6, que podem ser utilizadas para aplicar a Construção Enxuta dentro dos canteiros de obra.

Tabela 6 - Estratégias de Implantação do Lean Construction - Fonte: Autoria Própria baseado em (BASSANI; PIRAN, 2023)

Estratégias	Descrição
Kanban	“Sistema que fornece aos engenheiros da obra um controle sobre o consumo de materiais e fluxo de trabalho, uma vez que a partir de um sistema puxado, entrega materiais no momento certo e na quantidade certa, conforme sua demanda” (ZHANG; CHEN, 2016 apud BASSANI; PIRAN, 2023).
Gestão da Qualidade Total	“Em inglês “Total Quality Management (TQM)” é o método que enfatiza que ao detectar um problema, este deve ser respondido imediatamente, descobrindo os motivos a fim de evitar a recorrência, e constantemente avaliar a qualidade do processo” (LI et al., 2017 apud BASSANI; PIRAN, 2023).
Reuniões Diárias	“Fornecem que membros da equipe compartilhem metas alcançadas e obstáculos deparados, enfocando atividades da semana ou atividades a serem feitas naquele dia” (ZHANG; CHEN, 2016 apud BASSANI; PIRAN, 2023).
Cadeia do Fluxo de Valor	“Em inglês “Value stream mapping” permite, a partir de um conhecimento do processo local, que gestores possam aplicar técnicas para eliminar desperdícios e maximizar valor no processo de construção” (ZHANG; CHEN, 2016 apud BASSANI; PIRAN, 2023).

PDCA	“PDCA, ciclo de melhoria no qual, primeiro deve-se explorar as necessidades do cliente, após externar as soluções para que possam ser testadas, depois checar as ações adotadas e por último implementar as sugestões de melhorias para dentro do processo” (ZHANG; CHEN, 2016 apud BASSANI; PIRAN, 2023).
------	--

2.3. CICLO PDCA

Chamado também de ciclo de Deming ou ciclo de Shewhart, o ciclo PDCA – que significa *Plan – Do – Check – Act* (Planejar – Fazer – Verificar – Agir) – é uma metodologia bastante utilizada na gestão de projetos, gestão da qualidade e gestão de processos, com um objetivo de promover uma melhoria de forma contínua (OLIVEIRA; SILVA; BRANDÃO, 2022). Os autores completam dizendo que é uma ferramenta simples, porém com uma aplicação bem-feita pode trazer melhorias significativas para o negócio.

Desenvolvido por Walter A. Shewhart na década de 30 e aprimorada por William Edwards Deming na década de 50, essa metodologia foi primeiramente empregada com o intuito de aumentar a qualidade dos processos de empresas japonesas, o qual obteve grande sucesso em sua aplicação (PACHECO et al., [s.d.]). Os autores ainda completam:

“O Ciclo PDCA tem como objetivo exercer o controle dos processos, podendo ser usado de forma contínua para seu gerenciamento em uma organização, por meio do estabelecimento de uma diretriz de controle (planejamento da qualidade), do monitoramento do nível de controle a partir de padrões e da manutenção da diretriz atualizada, resguardando as necessidades do público-alvo.” (PACHECO et al., [s.d.]

Jaquin, Rozak e Purb (2020) em seu trabalho descrevem o ciclo PDCA, figura 6, como um ciclo de melhoria feito em etapa por etapa, seguindo quatro passos sendo o primeiro deles *Plan*, seguindo pelo *Do*, posteriormente pelo *Check* e por último o *Act*.

Figura 6 – Ciclo PDCA – Fonte: Autorial Própria



“*Plan*” em português planejar é o primeiro passo para se começar o ciclo, é nele onde são analisados os problemas para serem solucionados (OLIVEIRA; SILVA; BRANDÃO, 2022). É onde as oportunidades de melhoria são identificadas e, posteriormente, são atribuídas prioridades a resolução dos problemas (JAQIN, ROZAK, PURBA, 2020; REALYVÁSQUEZ-VARGAS et al., 2018). Os autores Pacheco et al. [s.d.] dividem essa etapa em duas partes:

“Esta fase é caracterizada pelo estabelecimento de um plano de ações e está dividida em duas etapas: a) a primeira consiste em definir o que se quer, com a finalidade de planejar o que será feito. Esse planejamento envolve a definição de objetivos, estratégias e ações, os quais devem ser claramente quantificáveis (metas); b) a segunda consiste em definir quais os métodos que serão utilizados para se atingir os objetivos traçados.” (PACHECO et al., [s.d.]

Enquanto isso os autores Serrano, Merino e Sáez (2020) dividem a fase do planejamento em mais etapas, sendo elas: a) Coleta de dados dos atuais defeitos; b) Análise dos dados; c) Seleção da oportunidade de melhoria; d) Definir os objetivos e por último e) Determinar as medidas preventivas. Dessa forma é possível identificar os problemas, analisá-los e tomar as ações necessárias para se atingir o objetivo.

A segunda fase “*Do*” ou fazer, é aquela com o objetivo de implementar o plano de ação planejado, é nessa fase que deve selecionar e documentar as informações, além de considerar lições aprendidas anteriormente (REALYVÁSQUEZ-VARGAS et al., 2018). Na primeira execução de um ciclo PCDA é importante salientar que o aprendizado prévio possa não ser utilizado, pois pode não ter sido documentado ou não ter um conhecimento do que deu errado anteriormente.

Os autores Oliveira, Silva e Brandão (2022) entendem que a segunda fase do ciclo é onde será executado as tarefas de acordo com o planejado, como também inclui a coleta de dados de modo a conseguir controlar o processo. Eles ainda afirmam que para se ter uma boa execução das tarefas é necessário treinamento.

Como na fase *Plan* Pacheco et al. [s.d.] descrevem duas etapas para elaborar o *Do* sendo elas: a) Através da capacitação da organização fazer o planejado acontecer, estimulando a aprendizagem individual e organizacional; b) Implementar o que foi planejado. (HERRERA et al., 2019).

Serrano, Merino e Sáez (2020) completam mostrando as seguintes etapas para a segunda parcela do ciclo PCDA é:

"[...] f) Aplicar as medidas preventivas identificadas na fase de Planejamento: É necessário incorporar os critérios estabelecidos durante a fase de Planejamento e

descritos na documentação técnica produzida estrategicamente para reduzir ou eliminar os defeitos que foram selecionados, nas procedências de qualidade e produção da empresa. Além disso, é importante considerar cursos específicos de treinamento para a equipe. [...] g) Realizar o monitoramento e controle durante a execução das obras. Coleta de dados: [...] registrar e arquivar o monitoramento realizado para análises subsequentes." (SERRANO; MERINO; SÁEZ, 2020)

Ao se implantar as medidas é necessário posteriormente analisar os resultados, dessa forma a terceira fase do ciclo é o “*Check*” ou verificar, o qual, de acordo com Realyvásquez-Vargas et al. (2018) é a etapa responsável por analisar os resultados obtidos com a implementação das ações na fase anterior, comparando também se houve melhorias entre o antes e depois do estudo e verificar se os objetivos foram alcançados. Complementando o dito pelos autores anteriores Pacheco et al. [s.d.] evidenciam:

“Esta fase consiste em checar, comparando os dados obtidos na execução com o que foi estabelecido no plano, com a finalidade de verificar se os resultados estão sendo atingidos conforme o que foi planejado. A diferença entre o desejável (planejado) e o resultado real alcançado constitui um problema a ser resolvido. Dessa forma, esta etapa envolve a coleta de dados do processo e a comparação destes com os do padrão e a análise dos dados do processo fornece subsídios relevantes à próxima etapa.”(PACHECO et al., [s.d.]

Na 3ª etapa é onde se faz o monitoramento, a medição e a avaliação da aplicação do plano de ação, é nele que se compara os resultados da execução com o planejado, além de registrar os problemas não resolvidos, ou novos problemas encontrados, avaliando se os resultados foram favoráveis ou não para decidir se será necessário replanejar ou manter as atividades realizadas, passando posteriormente para a quarta etapa (OLIVEIRA; SILVA; BRANDÃO, 2022).

Jaqin, Rozak e Purba (2020) falam sobre a fase de verificar dessa forma:

“Nessa etapa, é onde se controla resultado da melhoria e o processo. Nesta fase, é necessária a confirmação de quaisquer mudanças realizadas na etapa "Fazer" anteriormente. Também é necessário controlar o processo para minimizar desvios de cada objetivo e garantir que todas as correções sejam implementadas antes que ocorra um impacto negativo no resultado e no processo.” (JAQIN; ROZAK; PURBA, 2020)

Podendo ser dividida em duas etapas a fase *Check* se separa nos seguintes passos: h) Análise de dados, essa tarefa é a parecida com a realizada durante o planejamento (*Plan*), de modo a identificar defeitos e selecionar oportunidades de melhoria; i) Comparação de resultados, nessa fase é importante obter índices, para se comparar os da primeira fase com o intuito de determinar se houve uma melhoria significativa na redução/eliminação dos problemas (SERRANO; MERINO; SÁEZ, 2020).

Para a última etapa chamada de “*Act*”, ou agir, é onde se padroniza as atividades realizadas para evitar que as causas dos problemas anteriormente avaliados ocorram, é importante salientar que essa padronização deve ocorrer caso as atividades realmente solucionem os problemas (JAQIN; ROZAK; PURBA, 2020). Complementando o que foi dito pelos autores anteriores Oliveira, Silva e Brandão (2022) comentam em seu trabalho que na quarta fase é onde se ocorre dois possíveis resultados, o alcance do resultado esperado e o não alcance do resultado esperado, salientando que se o objetivo foi cumprido o método poderá ser adotado como uma rotina no processo de trabalho.

Os autores Realyvásquez-Vargas et al. (2018) alegam que:

“Essa fase consiste em desenvolver métodos mirando na padronização de melhorias (no caso do objetivo ser alcançado) . Em adição, repete-se o resultado com o intuito de obter novos dados e testar novamente a melhoria (apenas se os dados forem insuficientes ou as circunstâncias tenham mudado), ou o projeto foi abandonado e é feito um novo estudo desde o primeiro estágio (no caso de as ações implementadas não apresentarem uma melhoria efetiva).” (REALYVÁSQUEZ-VARGAS et al., 2018)

Em adição Pacheco et al. [s.d.] entendem que a quarta etapa do ciclo PDCA é:

“Esta fase consiste em agir, ou melhor, fazer as correções necessárias com o intuito de evitar que a repetição do problema venha a ocorrer. Podem ser ações corretivas ou de melhorias que tenham sido constatadas como necessárias na fase anterior. Envolve a busca por melhoria contínua até se atingir o padrão, sendo que essa busca da solução dos problemas, por sua vez, orienta para: a necessidade de capacitação; o preenchimento das lacunas de conhecimento necessário à solução do problema, propiciando a criação de novos conhecimentos e a atualizações do padrão.” (PACHECO et al., [s.d.]

Como nas etapas anteriores Serrano, Merino e Sáez (2020) dividem esta etapa em alguns passos da seguinte forma:

“j) Repetir se os resultados não são os pretendidos, implementar outro ciclo de melhoria e, verificar quais objetivos precisam sofrer uma manutenção ou adaptado a nova realidade. k) Padronizar se o resultado for positivo, para que as medidas sejam consolidadas nos procedimentos da empresa [...] caso o nível da qualidade caia com o decorrer do tempo, é altamente recomendado conduzir uma pesquisa para analisar o que está causando o desvio e identificar a causa raiz do problema [...] l) Estabelecer novos objetivos, uma vez que o processo foi padronizado é necessário observar uma nova oportunidade de melhoria e, estabelecer um novo projeto de melhoria contínua.” (SERRANO; MERINO; SÁEZ, 2020)

Finalizando é possível comparar os passos do ciclo PDCA com os passos do método científico, onde planejar é o desenvolvimento de uma hipótese e o projeto do experimento, executar ou fazer é a condução do experimento, verificar é a coleta de dados e agir por sua vez,

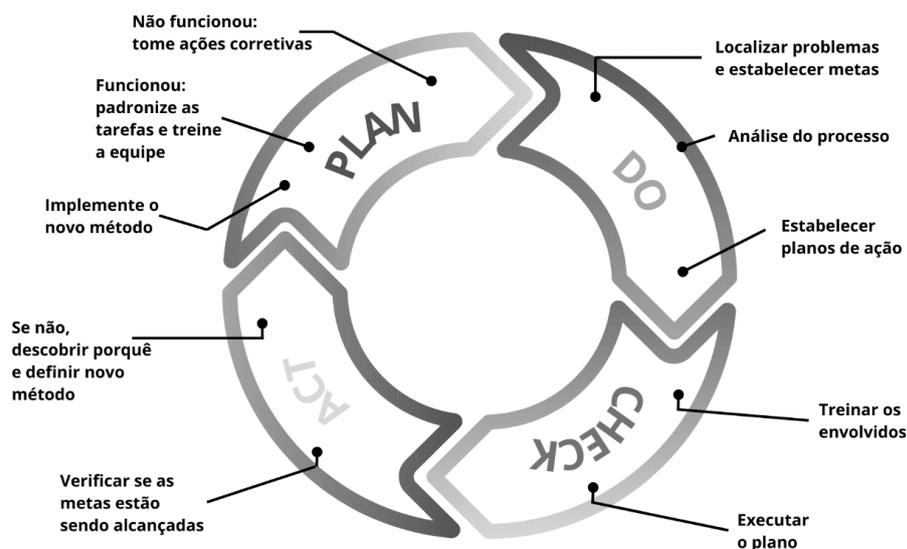
é a interpretação dos resultados e a aplicação das ações adequadas (SOBEK II; SMALLEY, 2008)

Percebe-se que o ciclo PDCA se caracteriza como uma abordagem de melhoria contínua devido à natureza da sua função, uma vez que ao buscar um controle maior dos processos, planejar e se ter um controle de qualidade o ciclo sempre almeja a menor quantidade de falhas possíveis, sendo altamente favorável para aplicação na indústria da construção civil, afinal com todas suas características é possível entregar uma qualidade desejada com uma maior produtividade. Como mencionado pelos autores Bajjou e Chafi (2018) o PDCA não consegue atingir seus objetivos se não houver criatividade humana envolvida, ou seja, é necessária a participação de todos os envolvidos desde os que criam o projeto até quem irá executá-lo, promovendo assim uma cultura de melhoria contínua.

Em seus estudos Oliveira, Silva e Brandão, (2022) concluem sobre ciclo PDCA, sendo possível visualizar na figura 7, como também da seguinte forma:

“O motivo de ser chamado de ciclo é muito simples: são quatro ações [...] aplicadas ao processo, que se fecham formando um círculo [...] a ideia do círculo é, novamente, muito simples: este é um processo de melhoria contínua. Isso acontece porque ele parte do pressuposto de que um planejamento não é final e sempre deverá ter ajustes e melhorias. Esses ajustes garantem que os resultados vão ser alcançados mais facilmente, com mais qualidade e eficiência. [...] o ciclo PDCA não foi desenhado para ser aplicado somente uma vez, mas sim várias vezes durante um projeto [...]” (OLIVEIRA; SILVA; BRANDÃO, 2022)

Figura 7 – Adaptado Ciclo PDCA Características – Fonte: (OLIVEIRA; SILVA; BRANDÃO, 2022)



2.3.1. Aplicação do PDCA

Com o intuito de executar de forma efetiva, é necessário utilizar algumas ferramentas de qualidade como auxílio ao ciclo, ferramentas como o 5s, 5W2H, criação de um diagrama de Pareto, como também o diagrama de Ishikawa (REALYVÁSQUEZ-VARGAS et al., 2018), entre outras ferramentas de qualidade. As ferramentas para auxílio do ciclo estão descritas na tabela 7.

Tabela 7 – Características das ferramentas auxiliaadoras do Ciclo PDCA – Fonte: Autoria Própria

Ferramentas	Descrição
5s	<p>“Essa ferramenta almeja um local de trabalho limpo e organizado de modo a manter um ambiente organizacional excepcional. O método consiste na sequência das seguintes cinco etapas; <i>Seiri</i> (Ordenar) – Consiste na remoção de tudo considerado desnecessário. [...] <i>Seiton</i> (Ordem) – Deve se ter um lugar para tudo e tudo deverá estar em seu lugar. [...] <i>Seizo</i> (Limpeza) – Limpar o ambiente de trabalho é essencial. Reduz o risco de acidentes e melhora a inspeção dos produtos. <i>Seiketsu</i> (Padronização) – [...] Padrões precisam ser criados e seguidos. <i>Shitsuki</i> (Autodisciplina) – [...] consiste em desenvolver um método para garantir que a técnica 5s seja seguida. Exige disciplina e foco” (OLIVEIRA; SÁ; FERNANDES, 2017). Figura 8</p>
5W2H	<p>“Ferramenta que consiste em um plano de ação para atividades pré-estabelecidas, as quais precisam ser desenvolver de forma clara, e direcionar essas atividades para o objetivo principal da ferramenta, que é responder 7 perguntas: <i>What</i> – Que ação será tomada? <i>Where</i> – Onde será tomada a ação? <i>Why</i> – Por que a ação será tomada? <i>When</i> – Quando a ação será tomada? <i>Who</i> – Quem é responsável pela ação? <i>How</i> – Como a ação será realizada? <i>How Much</i> – Quanto custará para realizar a ação?” (FILHO; SIMÃO, 2023). Figura 9</p>
Diagrama de Ishikawa	<p>“[...] também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa e Efeito, é uma ferramenta da qualidade que ajuda a levantar as causas-raízes de um problema, analisando todos os fatores que envolvem a execução do processo. Essa ferramenta foi proposta por Kaoru Ishikawa na década de 60 [...]” (COSTA; MENDES, 2018). Figura 10</p>
Diagrama de Pareto	<p>“O gráfico de Pareto é um tipo especial de gráfico de barras no qual cada barra representa uma categoria diferente ou parte de um problema. [...] esse tipo de gráfico ilustra a distribuição de frequência de dados descritivos classificados em categorias” (REALYVÁSQUEZ-VARGAS et al., 2018). Figura 11</p>

Figura 8 – Ferramenta 5S – Fonte: Autoria própria baseado em (OLIVEIRA; SÁ; FERNANDES, 2017)

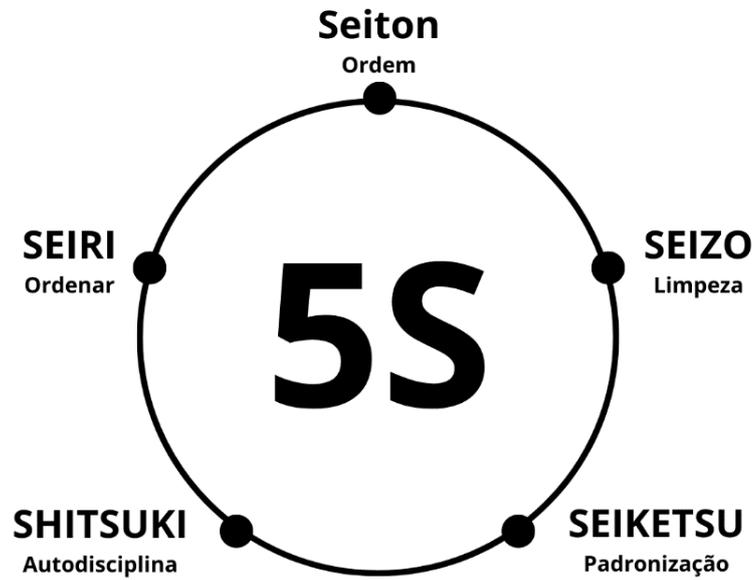


Figura 9 – Ferramenta 5W2H – Fonte: Autoria própria baseado em (FILHO; SIMÃO, 2023)

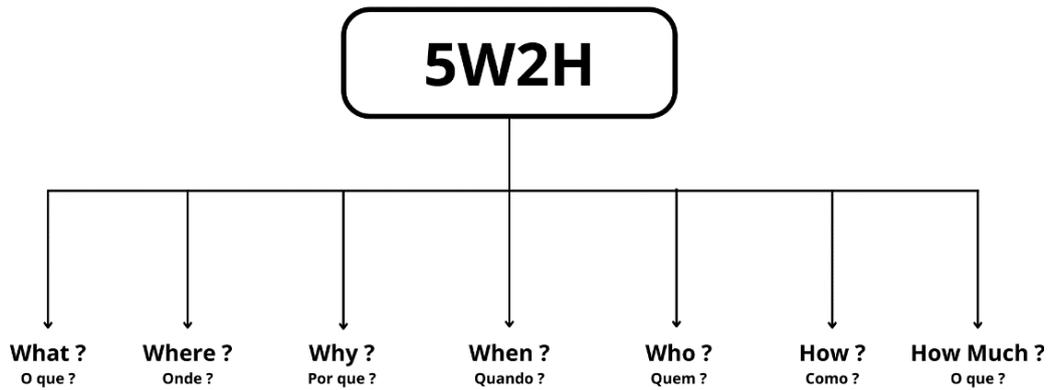


Figura 10 – Ferramenta Diagrama de Ishikawa – Fonte: Autoria própria baseado em (COSTA; MENDES, 2018)

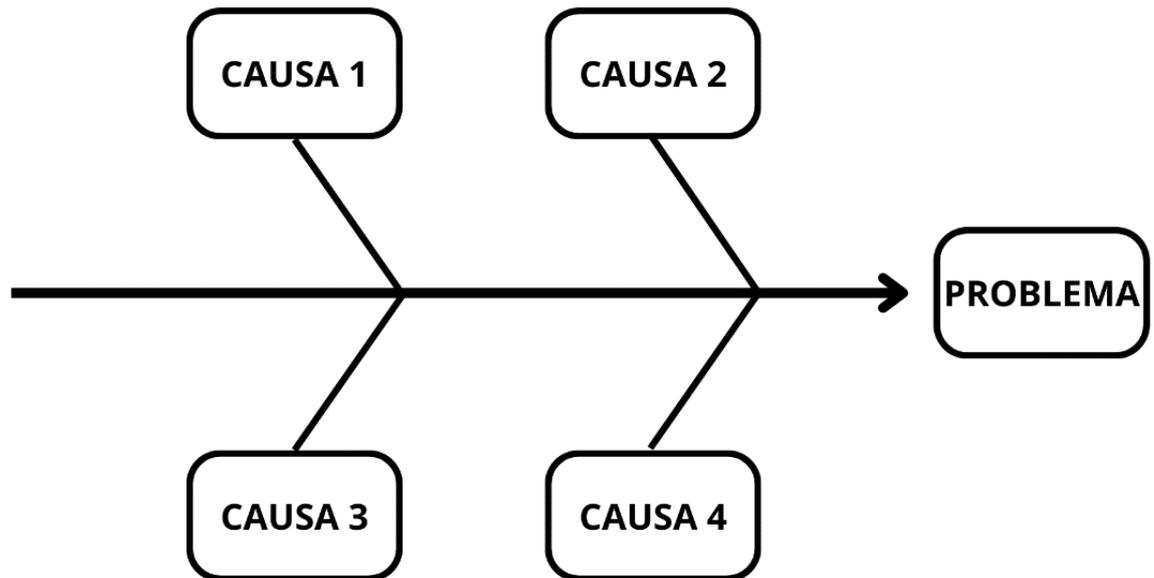
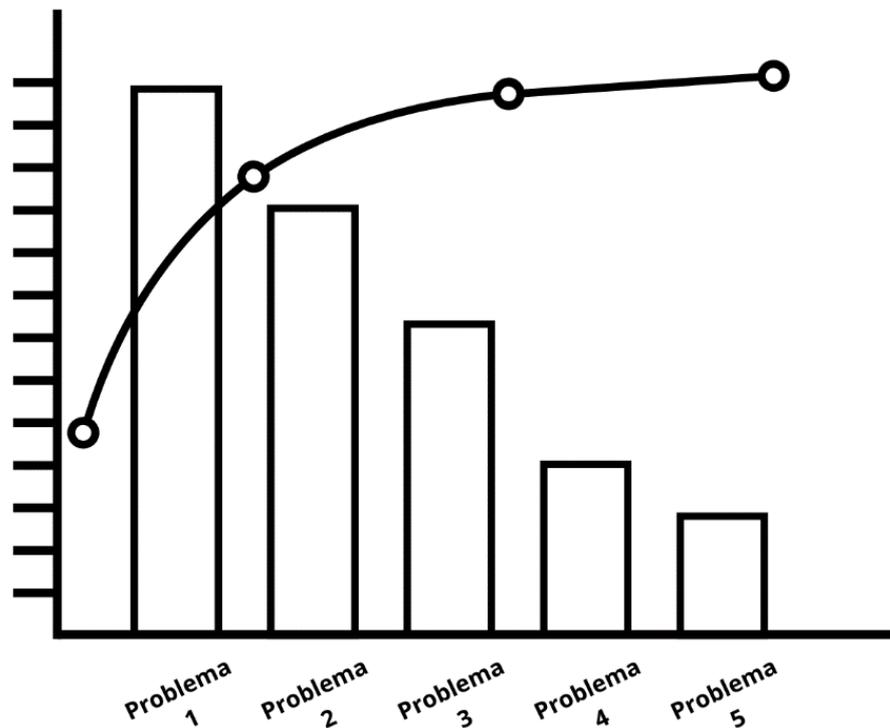


Figura 11 – Ferramenta Diagrama de Pareto – Fonte: Autoria própria baseado em (REALYVÁSQUEZ-VARGAS et al., 2018)



Outra ferramenta muito utilizada é o Relatório A3, que apresenta uma execução embasada no Ciclo PDCA (PEREIRA et al., 2019). Schwagerman e Ulmer (2013) completam

falando que a Proposta A3 é uma ferramenta de modo a implementar o gerenciamento PDCA, por apresentar uma estrutura sólida de resolução de problemas.

2.4. RELATÓRIO A3

Também chamado de Processo ou Pensamento A3 (VALENTE, AIRES; 2017) o Relatório A3 conforme Sobek e Jimmerson (2006) é uma ferramenta utilizada pela Toyota Motor Company de modo a propor soluções de problemas, adquirir relatórios do andamento dos projetos e relatar a atividade de coleta de informações.

Com o intuito de gerar um Relatório A3 é preciso primeiro compreender qual a mentalidade por trás desse método e dessa forma Sobek II e Smalley (2008) em seus estudos apontam que:

“[...] o desenvolvimento intelectual das pessoas é uma alta prioridade dentro da empresa. Também vemos que a Toyota usa o sistema de relatórios A3 como uma maneira de cultivar o desenvolvimento intelectual de seus membros e que a gerência da empresa tenta intencionalmente guiar esse desenvolvimento de maneiras específicas. Desvendamos a mentalidade por trás do sistema A3 em sete elementos. 1. Processo de raciocínio lógico; 2. Objetividade; 3. Resultados e processo; 4. Síntese, destilação e visualização; 5. Alinhamento; 6. Coerência interna e consistência externa; 7. Ponto de vista sistêmico.” (SOBEK II; SMALLEY, 2008)

Tabela 8 – Mentalidade do Pensamento A3 – Fonte: Autoria própria baseado em (SOBEK II; SMALLEY, 2008)

Elementos	Descrição
Processo de raciocínio lógico	A Toyota enfatiza o pensamento racional em suas decisões e solução de problemas, destacando a importância de distinguir entre causa e efeito. A metodologia A3 combina disciplina executiva com investigação científica, promovendo a resolução eficaz de problemas. A empresa capacita seus funcionários a identificar e resolver problemas prioritários, promovendo uma abordagem consistente e socialmente construída para questões importantes. Relatórios A3 bem elaborados facilitam reuniões focadas e produtivas, promovendo processos de raciocínio lógico abrangentes que abordam diversas opções, efeitos da implementação e contingências em questões de estabelecimento de metas, políticas e solução de problemas.
Objetividade	A subjetividade inerente à observação humana resulta em representações mentais divergentes da realidade, muitas vezes levando a conflitos e mal-entendidos dentro das organizações. O pensamento A3 busca reconciliar essas perspectivas diversas ao promover uma visão objetiva e compartilhada da situação. Ao coletar fatos quantitativos e discutir diferentes pontos de vista, os solucionadores de problemas podem criar uma representação precisa da realidade, baseada em uma compreensão coletiva. Este método enfatiza a objetividade e a análise contínua das suposições e preconceitos, priorizando soluções que beneficiem a organização em detrimento de interesses pessoais
Resultados e processos	Apesar do reconhecimento pelo seu processo de produção, a Toyota é intensamente orientada a resultados, estabelecendo metas agressivas para indivíduos e equipes. No

	<p>entanto, na Toyota, alcançar metas de maneira descuidada é inaceitável - o fim não justifica os meios. O pensamento A3 enfatiza o desenvolvimento pessoal e a conquista de resultados, onde os processos utilizados são cruciais. A abordagem da Toyota valoriza não apenas os resultados, mas também o processo para os alcançar, buscando compreender e resolver as causas fundamentais dos problemas. Portanto, tanto os resultados quanto os processos são considerados igualmente importantes para a melhoria organizacional e o desenvolvimento da equipe.</p>
Síntese, destilação e visualização	<p>Os relatórios A3, apreciados por muitos gerentes americanos pela sua brevidade e concisão, têm o propósito deliberado de sintetizar informações cruciais de forma clara e direta. Esta abordagem permite a integração de diversas fontes de informação em um retrato coerente da situação e das ações recomendadas. Além disso, ao destacar apenas os pontos mais cruciais, os relatórios A3 facilitam o entendimento e posicionamento adequados. Na Toyota, os executivos usam esses relatórios em visitas ao chão de fábrica para interagir de forma produtiva com os funcionários, eliminando explicações verbais repetitivas e confusas. A ênfase na visualização de informações sintetizadas não apenas comunica a mensagem de maneira eficiente, mas também facilita o processo de síntese e destilação das informações.</p>
Alinhamento	<p>O quinto elemento do pensamento A3 enfatiza o valor que a Toyota atribui ao consenso na implementação de mudanças, reconhecendo que o sucesso depende da obtenção de acordo prévio de todas as partes envolvidas. Ao colocar os fatos, o raciocínio, a ação proposta e o plano de acompanhamento no papel, o processo proporciona uma base tangível para que todos possam concordar ou discordar. Esse alinhamento envolve uma comunicação tridimensional: horizontalmente, com outros grupos afetados; verticalmente, ao longo da hierarquia; e em profundidade, considerando o histórico da situação e as exigências futuras. A Toyota valoriza o consenso prático, reconhecendo que nem sempre será possível alcançar 100% de acordo, mas espera-se que os solucionadores expliquem qualquer falta de inclusão de preocupações e busquem um compromisso em prol do bem comum, fortalecendo assim o alinhamento organizacional.</p>
Coerência interna e consistência externa	<p>A criação de um fluxo lógico nos relatórios A3 é essencial para garantir a coerência na abordagem de problemas, evitando esforços ineficazes. Eles asseguram que os problemas tratados estejam alinhados com as metas organizacionais, que as soluções propostas abordem as causas fundamentais e que partes críticas não sejam negligenciadas. Essa consistência é reforçada pelo uso uniforme dos relatórios em toda a Toyota, promovendo uma comunicação ágil e um entendimento compartilhado entre os membros da equipe, o que impulsiona a eficácia na resolução de problemas.</p>
Ponto de vista sistêmico	<p>O sétimo e último elemento do pensamento A3 da Toyota enfatiza a importância de manter um ponto de vista sistêmico ao abordar problemas e tomar decisões. Antes de seguir um curso de ação específico, é crucial compreender profundamente seu propósito, como ele contribui para as metas da organização e como afeta outras partes do sistema. É essencial evitar soluções que resolvam um problema em uma área, mas criem problemas em outras. Este enfoque sistêmico é vital não apenas para organizações, como a Toyota, mas também para instituições acadêmicas e indústrias, onde a falta desse ponto de vista pode levar a decisões menos eficazes e consequências indesejadas. Em resumo, os elementos do pensamento A3 estão interligados e se reforçam mutuamente,</p>

promovendo a objetividade, síntese, alinhamento organizacional, consistência e avaliação eficaz do desempenho.

Os autores Valente e Aires (2017) entendem que essa ferramenta é tanto um pensamento, quanto uma técnica, quanto um processo de planejamento, o qual, elabora um relatório em uma folha de medidas 420 x 297 milímetros, o tamanho de uma folha A3 de onde surgiu seu nome, com objetivo de realizar análises, transmitir informações e planos de ação de modo a resolver algum problema identificado.

“Um A3 elabora planos ou relatórios completos, grandes ou pequenos, em uma única folha de papel e conta uma história, disposta do canto superior esquerdo para o canto inferior direito, que qualquer pessoa pode entender. É visual e muito conciso.” (SCHWAGERMAN; ULMER, 2013). A ferramenta A3 não apresenta apenas um modelo de relatório, mas sim uma estrutura de seções com informações básicas a ser seguida, ou seja, mostra que o diferencial desse método não é o formato e sim suas informações (LOYD; HARRIS; BLANCHARD, 2010). Os autores ainda completam:

“As empresas que utilizam o Pensamento A3 conforme a Toyota pretende percebem que o processo A3 envolve comunicação em duas direções; o solucionador de problemas, que é o autor do A3, orienta seu ciclo PDCA e assume a responsabilidade, enquanto os gestores utilizam o Pensamento A3 para orientar e ensinar. O resultado é que funcionários e gestores em todos os níveis constantemente desenvolvem sua capacidade de planejar, implementar e tomar decisões de forma eficaz. Compreender esse aspecto crítico do sistema de gestão PDCA da Toyota apresenta uma ótima oportunidade para o funcionário acadêmico (o estudante) e o gestor acadêmico (o professor) promoverem um meio mais eficaz de comunicação [...]” (LOYD; HARRIS; BLANCHARD, 2010)

Sobek II e Smalley (2008) apontam:

“O relatório A3 é uma ferramenta poderosa que estabelece uma estrutura concreta para implementar a gestão PDCA e ajuda a levar os autores dos relatórios a uma compreensão mais profunda do problema ou da oportunidade, além de dar novas ideias sobre como atacar um problema. O relatório A3 facilita a coesão e o alinhamento interno da organização em relação ao melhor curso de ação. Mas, assim como qualquer ferramenta, é preciso saber usar o relatório A3. [...] a ferramenta em si é menos importante do que o tipo de pensamento promovido pelo seu uso. Portanto, mesmo a adesão mais fiel às diretrizes para elaboração de relatórios A3 descritas nos capítulos seguintes não salvaria a situação, pois o resultado valorizaria mais a forma do que o conteúdo.” (SOBEK II; SMALLEY, 2008)

Integrando uma metodologia de resolução de problemas A3, ou seja, criar um Relatório A3 é necessário dividir em algumas etapas, dessa forma o Relatório é dividido em sete etapas principais, sendo elas – i) Tema e Contexto/Histórico; ii) Estado ou Condição Atual; iii)

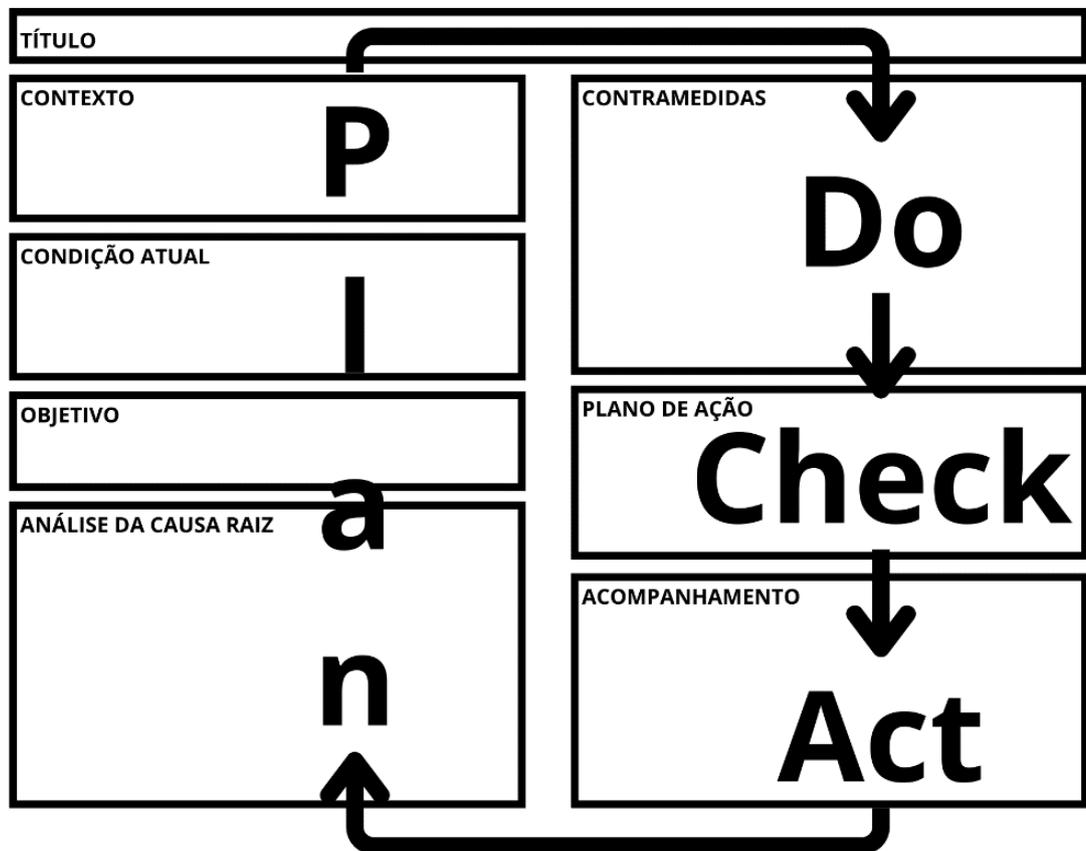
Objetivo/Meta/Estado Desejado; iv) Análise da Causa Raiz; v) Contramedidas Propostas; vi) Plano de Ação/Plano de Implementação e vii) Acompanhamento/Follow-up (FILHO; SIMÃO, 2023) (PASCOAL; IAMAGUTI; BERNARDES, 2022) (SANTOS, 2020) (VALENTE; AIRES, 2017) (VIANA; TORTORELLA, 2014) (SCHWAGERMAN; ULMER, 2013) (LOYD; HARRIS; BLANCHARD, 2010) (SOBEK; JIMMERSON, 2006).

A tabela 9 descreve as etapas do Relatório A3.

Tabela 9 – Etapas de Execução do Relatório A3 – Fonte: Autoria própria baseado em (VALENTE; AIRES, 2017)

Etapa	Descrição
Contexto	“Consiste em identificar o problema ou necessidade que estamos enfrentando, descrevendo, em um breve histórico, a situação vivenciada e o que estamos buscando fazer para melhorá-la.”
Condição Atual	“Descreve como nosso processo está operando atualmente, o que não está bom, quais as métricas atuais. Essa descrição fornece-nos uma fotografia da realidade vivenciada.”
Objetivo	“Define onde gostaríamos de chegar, qual resultado esperado, quais métricas desejadas (previsão futura) e por que se deseja atingir tal resultado.”
Análise da Causa Raiz	“Busca identificar qual a causa mais provável do problema enfrentado, para isso utiliza-se de técnicas de análise como o 5W (5 porquês) ou o Diagrama de Ishikawa.”
Contramedidas Propostas	“Define quais opções tem-se para enfrentar o problema identificado bem como custos e benefícios oriundos dessas opções.”
Plano de Ação	“Determina o que fazer, quem irá fazer, quando e onde será feito e qual o custo desse plano de ação. Pode-se utilizar a ferramenta 5W2H para auxiliar na elaboração do Plano de Ação.”
Acompanhamento/ <i>Feedback</i>	“Define como e quando serão verificados os efeitos ou resultados das ações tomadas no plano, comparando o previsto x executado.”

Figura 12 – Adaptado Divisão do Relatório A3 de Acordo com o Ciclo PDCA – Fonte: (SCHWAGERMAN; ULMER, 2013)



Schwagerman e Ulmer (2013) demonstram, figura 12, que a fase de planejar do PDCA é a mais ponderada do A3 ocupando metade da folha, é nessa metade que se apresentam as fases de Contexto, Condição Atual, Objetivo e Análise da Causa Raiz. Os autores comentam que é muito comum para as pessoas pularem direto para a resolução do problema, com isso a cultura Toyota promove um investimento muito maior no *Plan*, a fase de agir contempla a parte das Contramedidas Propostas, no *Check* é onde se visualiza o Plano de Ação e finalizando a etapa de agir é realizada através do Acompanhamento.

Com a finalização do relatório e todos os passos executados é necessário compreender os resultados vistos no acompanhamento, permitindo a possibilidade de refletir um possível aprimoramento para o próximo ciclo de melhoria através do A3, também é importante celebrar o resultado do relatório com todos os envolvidos no projeto (FILHO; SIMÃO, 2023).

Cortes e De Mori (2021), em sua análise de caso ao empregar a ferramenta A3, concluem que esta se revelou eficaz e valiosa na resolução do problema enfrentado. Os autores observam que o objetivo almejado ao utilizar o Relatório se torna viável, uma vez que a estrutura do A3

proporciona uma compreensão mais aprofundada das condições reais, facilitando a identificação da causa fundamental. Além disso, os autores complementam:

“Por dotar de um processo com transparência, objetividade e clareza, o Relatório A3 se mostrou eficiente para intervenções do problema ou implementação. Outrossim, ele permite uma abertura para utilização de outras ferramentas de qualidade que se adequem mais ao problema analisado. Através das análises e entrevistas verificou-se que o Relatório A3 promoveu uma maior integração da equipe na resolução de problemas, tendo em vista o diálogo e o consenso que a ferramenta viabiliza.”(CORTES; DE MORI, 2021)

3. ESTUDO DE CASO

Esse estudo tem como foco diminuir o tempo de execução de uma laje de uma obra de edificação na cidade de João Pessoa, Paraíba, com o intuito de tornar a execução mais produtiva e diminuindo o desperdício envolvido no serviço. Para alcançar esse objetivo, foi realizado um estudo utilizando a ferramenta *Lean* chamada de Relatório A3. Além disso foi feita uma comparação nos processos e etapas anteriormente e posteriormente a aplicação do estudo.

3.1. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO

Sendo o ponto inicial do trabalho a caracterização do objeto consiste na caracterização da empresa de modo a fornecer algumas informações. Como também detalha o tipo da construção em execução, o tipo da estrutura, suas características e, a análise dos projetos que serão necessários para elaboração do trabalho.

Presente no mercado da construção civil desde o ano de 2008 a construtora do estudo é conhecida por execução de obras de edificações residenciais e comerciais, na grande João Pessoa, Paraíba, mas também atua em algumas cidades do Rio Grande do Norte. A empresa apresenta edificações em diversos bairros da grande João Pessoa, como Altiplano Cabo Branco – João Pessoa, onde se encontra a maior parte de suas edificações, Bairros dos Estados – João Pessoa, Cabo Branco – João Pessoa, Ponta do Seixas – João Pessoa, Intermares – Cabedelo, BR 230 – Cabedelo, Ponta de Campina – Cabedelo, Praia Formosa – Cabedelo, além de lançamentos previstos para os bairros Miramar – João Pessoa, Portal do Sol – João Pessoa, BR 230 – Bayeux e Ponta do Seixas- João Pessoa. Resumidamente até a concepção do trabalho a empresa apresenta 21 empreendimentos entregues, 4 em execução e 4 em etapas preliminares.

A construtora consta com um escritório sediado no bairro do Altiplano com diversos setores, como Setor de Projetos, Suprimentos, Financeiro, Recursos Humanos, Tecnologia da Informação, Planejamento entre outros, esses que apresentam os mais diversos profissionais qualificados, todos trabalhando em conjunto de modo a entregar os empreendimentos nos prazos estipulados.

O empreendimento da construtora que foi utilizado como objeto de estudo do presente trabalho é uma das obras em execução, localizado em João Pessoa – Paraíba, a obra teve início em julho de 2022 e tem a previsão de término para dezembro de 2025, totalizando 39 meses de execução. Porém, vale salientar que, a fase da estrutura do empreendimento tem previsão de término em junho de 2024.

O empreendimento é uma edificação de duas torres, uma com 10 lajes e outra com 39 lajes, conectadas entre si. Entretanto o edifício apresenta um total de 40 pavimentos separados da seguinte forma:

- a) Subsolo 2 – Terreno Natural;
- b) Subsolo 1 – 1ª laje;
- c) Térreo – 2ª laje;
- d) Mezanino – 3ª laje;
- e) Pavimentos 1 ao 5 e 8 ao 35 de moradia e áreas comuns – 4ª a 8ª laje e 11ª a 38ª laje;
- f) Pavimentos 6 e 7 de piscinas e áreas comuns – 9ª e 10ª laje;
- g) Coberta – 39ª laje.

Para efeito de ilustração da ligação entre as duas torres se observa na figura 13 a obra em construção. A edificação tem uma estrutura de concreto armado, com algumas vigas de concreto protendido a qual utiliza cabos de aço para aumentarem sua resistência, cada pavimento apresenta sua própria fôrma estrutural devido a alterações de planta arquitetônica, as fôrmas utilizadas para estudo serão as da 15ª e 16ª laje (12º e 13º pavimento) podendo ser vistas nas figuras 14 e 15, respectivamente.

Figura 13 – Visão Superior da Obra - Fonte: Fornecido pela Construtora

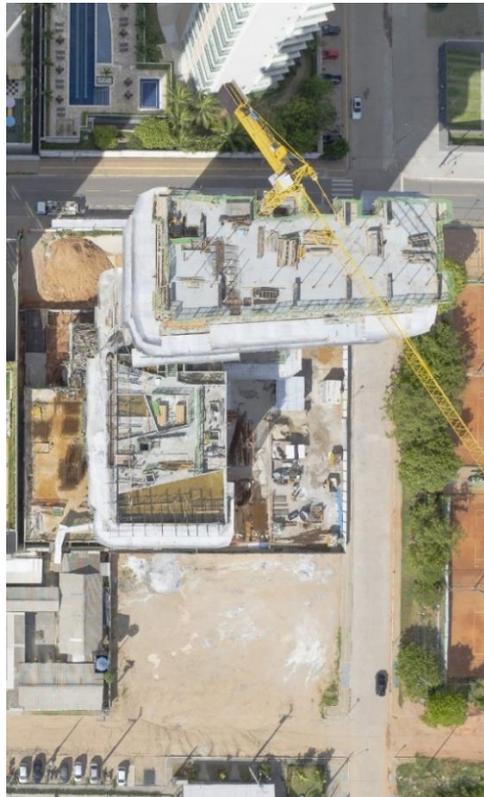


Figura 14 - Fôrma 15ª Laje (12º Pavimento) - Fonte: Fornecido pela Construtora

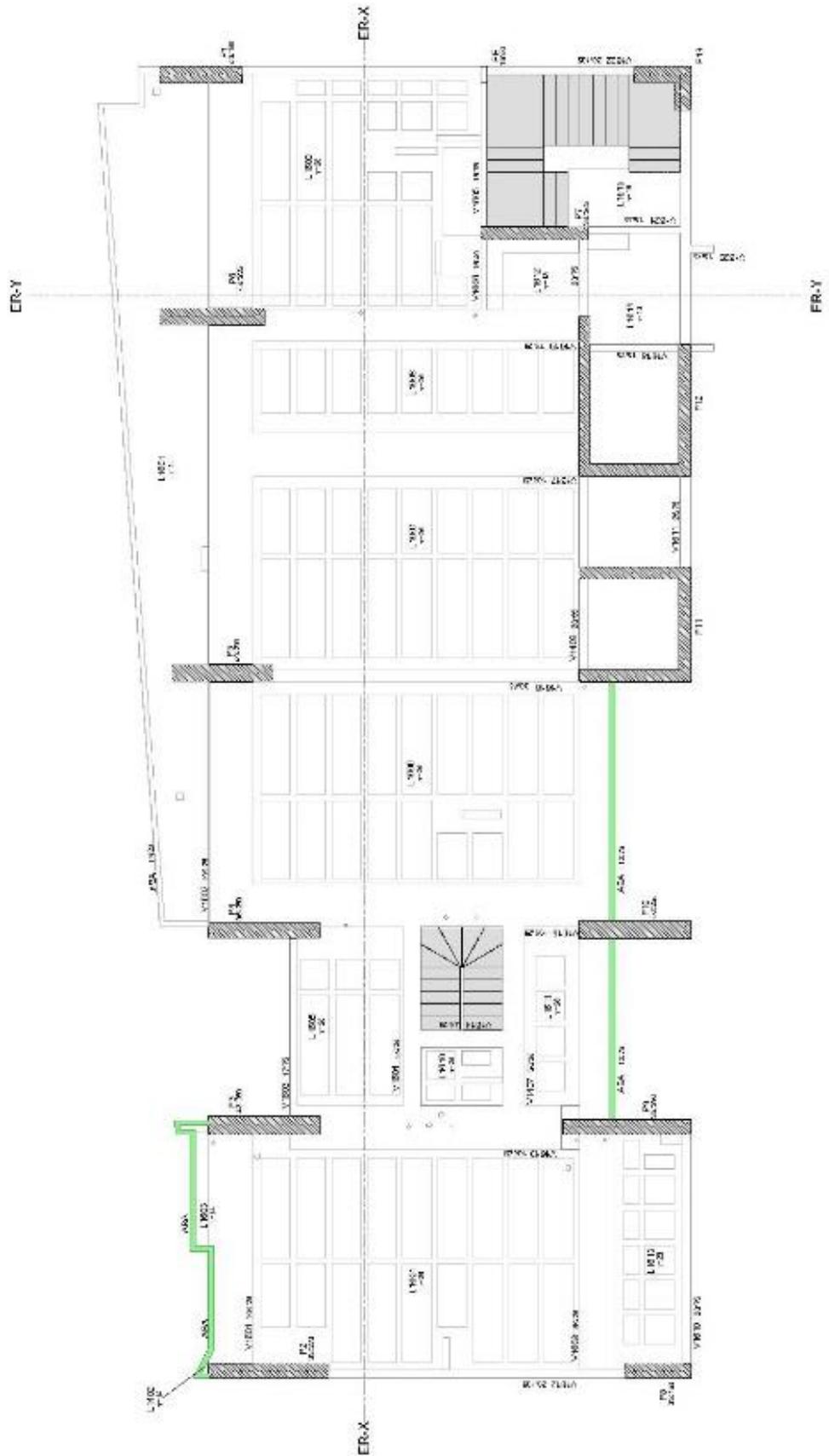
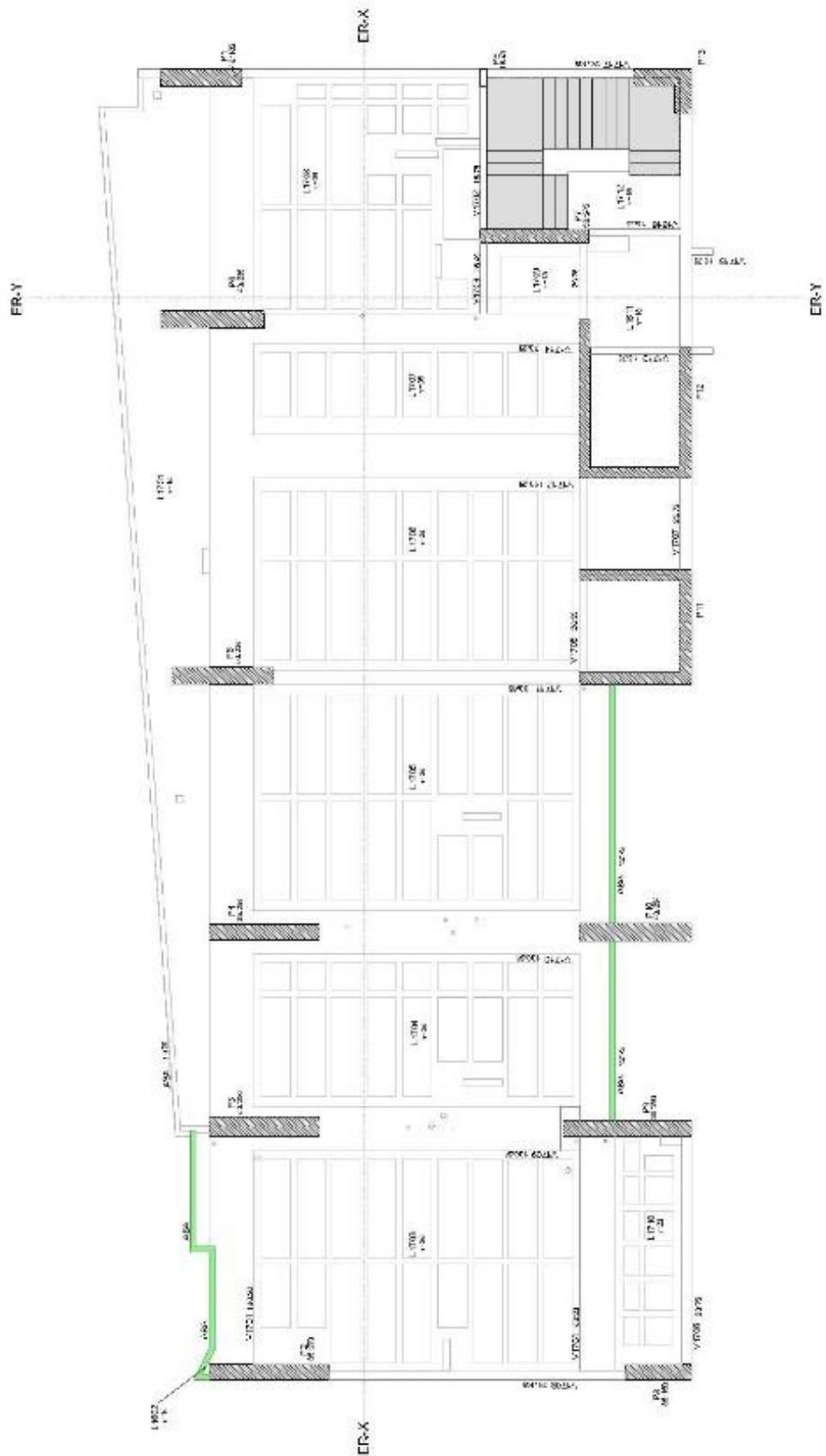


Figura 15 - Fôrma 16ª Laje (13º Pavimento) - Fonte: Fornecido pela Construtora



3.2. PLANEJAMENTO

3.2.1. Informações iniciais

Como mencionado anteriormente, o Relatório A3 visa otimizar o tempo de execução de uma laje de concreto armado. Essa otimização é essencial para atender ao cronograma da obra, o qual foi planejado com a execução do serviço em um período de seis dias trabalhados. Para elaborar o Relatório A3 com eficácia, é fundamental a compreensão de diversos aspectos. Primeiramente, é crucial que se entenda o contexto no qual ele será aplicado, ou seja, isso implica em compreender o serviço para qual o relatório será utilizado, a situação no qual o serviço se encontra e o objetivo a ser alcançado por meio dessa ferramenta *lean* no ambiente da obra.

Para que se tenha uma melhor compreensão dos serviços a serem analisados e para as quais serão propostas melhorias neste trabalho, é importante descrever em detalhes os elementos envolvidos na execução de uma laje. Estes incluem pilares, vigas e, dito no próprio nome, as lajes. Determinado o serviço no qual a ferramenta será empregada, é necessário descrever de forma minuciosa a condição atual desse serviço. Condição que inclui fatores como a quantidade de colaboradores envolvidos, as equipes envolvidas, o parâmetro e suas quantidades que as equipes necessitarão produzir e as datas definidas tanto para início quanto para término da execução do serviço.

Inicialmente, foram identificados um total de 26 colaboradores, dispostos em três equipes distintas: Carpinteiros (Equipe 1), Armadores (Equipe 2) e Operadores (Equipe 3). A equipe de Carpinteiros com 15 membros, a de Armadores com 9 e a de Operadores com apenas 2 colaboradores. Esta última equipe é responsável pelo transporte dos materiais até a área de trabalho, utilizando um equipamento de elevação especializado, como visualizado na figura 16. Essa divisão facilita a identificação dos serviços realizados por cada equipe e permite propor melhorias específicas para cada uma delas.

Presente também no ambiente de trabalho, além dos 26 colaboradores encarregados da execução dos serviços, há o elaborador do trabalho, incumbido da responsabilidade de supervisão e fiscalização as atividades de execução. Ele é também responsável por identificar problemas, propor contramedidas, elaborar o plano de ação e fornecer *feedback* ao longo do processo.

Seguindo para a próxima etapa, é definida agora os parâmetros que cada equipe irá produzir, além dos valores respectivamente. Na concepção de uma estrutura em concreto armado existem dois elementos essenciais para a execução, desconsiderando o concreto, são

eles as fôrmas e armaduras. Esses que são de responsabilidade das Equipes 1 e 2 respectivamente. As fôrmas e armaduras são os parâmetros utilizados para se calcular a produtividade das equipes, as quais, suas medições são feitas em área, para as fôrmas, e em quilogramas, para as armaduras. Os valores, respectivos a cada parâmetro, estão demonstrados na tabela 10, elencado tanto a laje 15 quanto a 16.

A Equipe 3 não irá produzir nenhum valor, afinal como anteriormente mencionado, sua função é de auxiliar os Carpinteiros e Armadores.

Tabela 10 - Parâmetros e Valores para Cada Equipe – Fonte: Autoria Própria

Laje	Fôrmas – M ² (Metro Quadrado)	Armaduras – Kg (Quilogramas)
15 ^a	702,28	12.610,50
16 ^a	716,30	11.690,88

Posteriormente, definido a quantidade de colaboradores, suas respectivas equipes e os parâmetros, e seus valores, que cada equipe é responsável pela execução, foram definidas as datas de execução do serviço. Conforme mencionado, a análise foi feita na execução da 15^a laje para implementar melhorias na 16^a. Portanto, as datas estabelecidas podem ser visualizadas na tabela 11.

Tabela 11 - Datas de Início e Fim de Serviço - Fonte: Autoria Própria

Laje	Início do Serviço	Término Planejado	Término Executado
15 ^a	17 de outubro de 2023	24 de outubro de 2023	25 de outubro de 2023
16 ^a	26 de outubro de 2023	01 de novembro de 2023	-

Figura 16 - Área de Trabalho e Equipamento de Elevação - Fonte: Fornecido pela Construtora



Finalmente, com os passos anteriores da condição atual definidos é importante identificar o objetivo a ser alcançado, o qual, está relacionado ao planejamento inicial da obra. Como mencionado anteriormente, é fundamental que a execução da laje ocorra em um período de 6 dias úteis. Portanto, foi analisado quantos dias foram necessários para que a execução da 15ª laje fosse concluída, e o objetivo é reduzir esse prazo para atender o planejamento estabelecido. Constatou-se que a laje em questão foi executada em 7 dias trabalhados, ilustrado na figura 17. Portanto, o objetivo do presente Relatório A3 é a redução do tempo necessário, para a execução da laje, em 1 dia.

Figura 17 - Calendário de Outubro de 2023 - Fonte: Autoria Própria

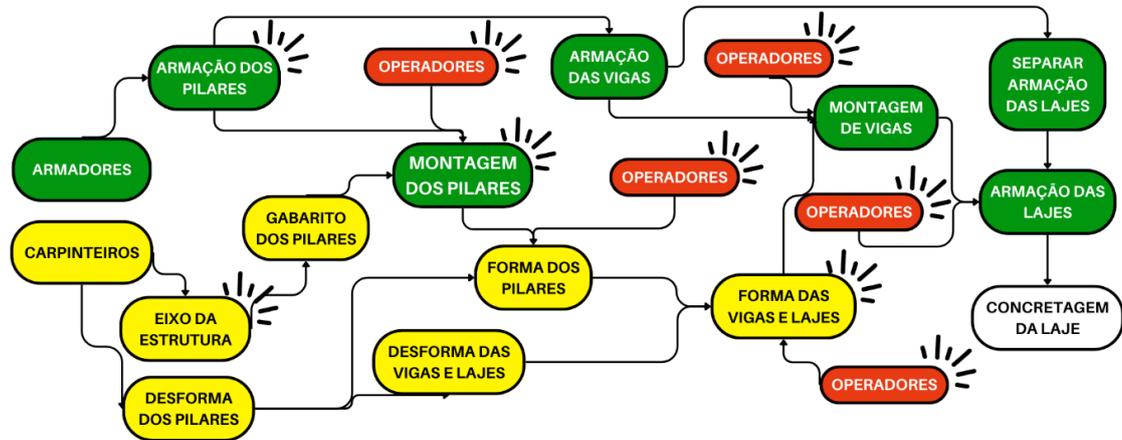
OUTUBRO DE 2023						
Domingo	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	DIA 1 17 INÍCIO	DIA 2 18	DIA 3 19	DIA 4 20	21
22	DIA 5 23	DIA 6 24 FIM PLANEJADO	DIA 7 25 FIM EXECUTADO	DIA 1 26 INÍCIO	DIA 2 27	DIA 3 28
29	DIA 4 30	DIA 5 31	DIA 6 1 FIM PLANEJADO	2	3	4

Os primeiros passos são eminentemente descritivos, visando uma abrangente compreensão do contexto, sem a necessidade de aprofundar-se na execução dos serviços, os quais serão falados mais à frente. Dessa forma tem-se que essa fase do Planejamento do Relatório estabelece um Norte a ser seguido por quem elabora.

3.2.2. Análise dos problemas encontrados

Prosseguindo para a segunda etapa do planejamento, é imprescindível identificar os problemas presentes na execução do serviço. Como se trata de uma estrutura em concreto armado, é necessário que cada equipe apresente uma sequência de execução, e é de suma importância que se tenha uma coordenação eficaz entre as três equipes. É importante ressaltar que a Equipe 3 é composta por colaboradores designados para auxiliar as demais equipes em suas tarefas. A sequência de execução da laje pode ser visualizada na figura 18.

Figura 18 - Execução dos Serviços – Fonte: Autoria Própria



Com o intuito de compreender de forma mais precisa as tarefas envolvidas em cada serviço, a tabela 12 fornece uma descrição, breve, de cada um:

Tabela 12 - Descrição dos Serviços que Serão Executados - Fonte: Autoria Própria

Serviço	Equipe Responsável	Descrição da atividade
Armação dos Pilares	Armadores	Como a estrutura é de concreto armado, a equipe responsável precisa fazer a armação dos pilares. Essa armação é feita fora do local que será aplicado, sendo levado posteriormente para o destino final. Figura 19
Eixo da Estrutura	Carpinteiros	O empreendimento tem um espaço localizado no terreno que segue um Eixo de localização desde a fundação, esse Eixo precisa ser elevado juntamente a estrutura de modo a deixar a edificação no prumo. Com isso essa atividade consiste em elevar esse Eixo para o local de trabalho e verificar se o Eixo está em prumo. Figura 20
Desforma dos Pilares	Carpinteiros	No empreendimento o material que executa a fôrma dos pilares é reutilizado, de modo a reduzir o custo e o impacto ambiental, dessa forma essa atividade consiste em retirar a fôrma dos pilares da laje anterior para aplicar posteriormente na laje em execução. Figura 21
Gabarito dos Pilares	Carpinteiros	Com o eixo no local é necessário alocar os pilares na sua posição correta para não deixar o empreendimento fora de prumo, com isso é feito os gabaritos dos pilares que serão elevados. Figura 22

Armação das Vigas	Armadores	Com a armação de pilares concluída é necessário continuar para o próximo elemento estrutural presente, sendo no caso as vigas, essa atividade é idêntica com a ‘Armação dos Pilares’, mudando somente o elemento estrutural armado. Figura 23
Montagem dos Pilares	Armadores/Operadores	Nessa atividade após a execução do ‘Gabarito dos Pilares’ e ‘Armação dos Pilares’, a equipe de armadores com auxílio dos operadores precisa deixar os pilares prontos em seus devidos lugares para posteriormente ser feita a ‘Fôrma dos Pilares’. Figura 24
Fôrma dos Pilares	Carpinteiros/Operadores	Esse serviço é onde ocorre o fechamento dos pilares para posteriormente começar a prender as vigas neles e assim começar a ‘Fôrma das Vigas e Lajes’. Figura 25
Desforma das Vigas e Lajes	Carpinteiros	Do mesmo modo que ocorre na ‘Desforma dos Pilares’ esse serviço consiste em retirar a fôrma das vigas e lajes anteriores para aplicar na laje em execução. Figura 26
Separar Armação das Lajes	Armadores	Com as vigas armadas é preciso se preparar para a execução da armação da laje, entretanto essa armação é a única das que são armadas in loco, com isso é feita a separação das armaduras que serão necessárias na ‘Armação das Lajes’. Figura 27
Fôrma das Vigas e Lajes	Carpinteiros/Operadores	Nessa atividade é feita a fôrma previamente a montagem das armações, diferente da feita nos pilares. É feita a fôrma das vigas e das lajes simultaneamente, apenas com a ordem inicial de começar pelas vigas que circundam a área a laje por inteiro. Vale salientar duas coisas nessa atividade: a primeira é que a fôrma das vigas é o primeiro elemento executado, porém eles só podem ser executados utilizando os pilares fechados como gabarito e segundo, é que nessa atividade para auxílio de execução das lajes há um projeto de escoramento específico para ela. Essa atividade é a de maior desafio para a Equipe 1, por ser a mais trabalhosa. Figura 28
Montagem de Vigas	Armadores/Operadores	Partindo para a penúltima atividade da execução de uma laje de concreto armado a ‘Montagem de Vigas’ consiste em: elevar as vigas armadas pelos Armadores, função dos Operadores e os Armadores posicionam as armações em seus determinados locais. Figura 29
Armação das Lajes	Armadores/Operadores	Finalizando a execução da laje, imaginando que a ‘Concretagem da Laje’ é um serviço feito com a finalização de todos os passos antecessores, a ‘Armação das Lajes’ é onde toda as armaduras, ainda soltas, são distribuídas por toda a laje para posteriormente receber o concreto. Figura 30

Figura 19 - Armação dos Pilares - Fonte: Autoria Própria



Figura 20 - Eixo da Estrutura – Fonte: Autoria Própria



Figura 21 - Desforma dos Pilares - Fonte: Autoria Própria

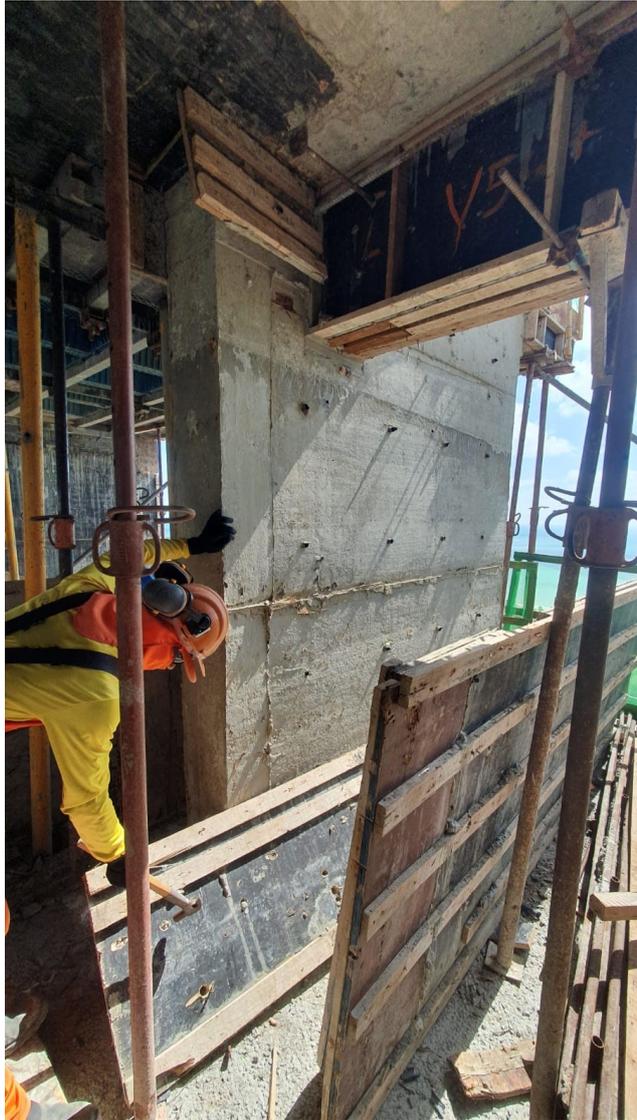


Figura 22 - Gabarito dos Pilares - Fonte: Autoria Própria



Figura 23 - Armação das Vigas - Fonte: Autoria Própria



Figura 24 - Montagem dos Pilares – Fonte: Autoria Própria



Figura 25 - Fôrma dos Pilares - Fonte: Autoria Própria



Figura 26 - Desforma das Vigas e Lajes - Fonte: Autoria Própria



Figura 27 - Separar Armação das Lajes - Fonte: Autoria Própria



Figura 28 - Fôrma das Vigas e Lajes - Fonte: Autoria Própria



Figura 29 - Montagem de Vigas - Fonte: Autoria Própria



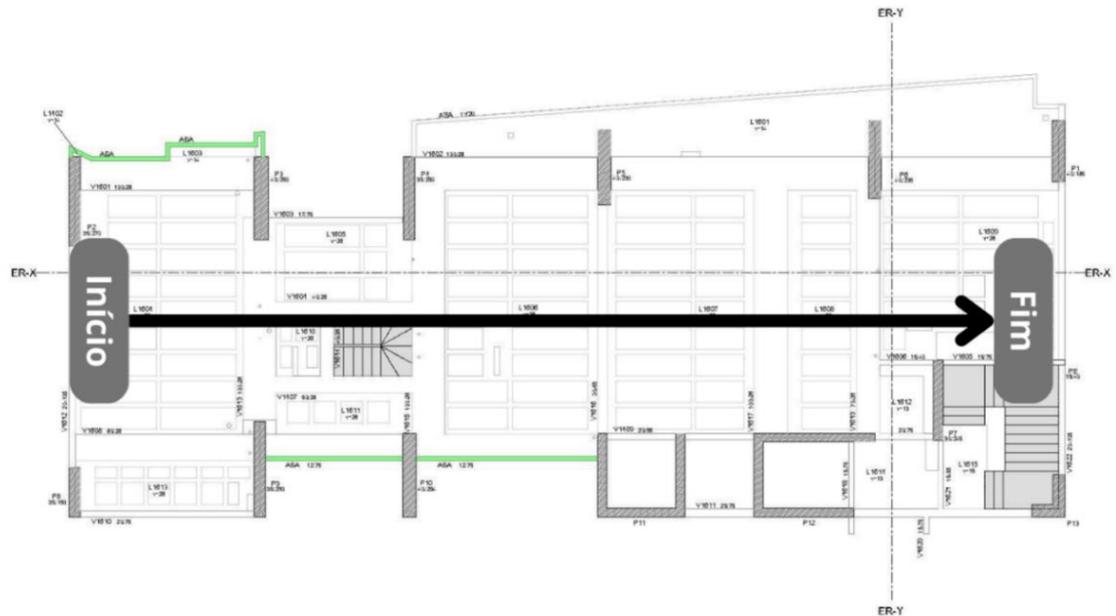
Figura 30 - Armação das Lajes - Fonte: Autoria Própria



É crucial ressaltar que a execução dos serviços ocorre de forma simultânea, não sendo necessário o término de uma atividade para início da seguinte. Isso se deve ao fato de que o canteiro de obras opera como uma indústria, onde várias atividades ocorrem em paralelo, em uma linha de produção contínua. No entanto, é essencial haver um espaço adequado para o início de cada serviço, e atrasos na execução de uma atividade podem impactar no cronograma das atividades subsequentes.

Visualizado na figura 18, todos os serviços convergem para a ‘Concretagem da Laje’, que é a última etapa da execução. Desse modo, é imprescindível compreender como essa última atividade é realizada, para isso a figura 31 ilustra a sequência de execução desse serviço no local.

Figura 31 - Ilustração da Ordem de Concretagem - Fonte: Autoria Própria



Delineada a execução dos serviços, o passo seguinte é identificar os problemas encontrados, para, em seguida, atribuí-los às suas respectivas etapas. É crucial que se entenda a sequência em que são realizados os serviços, e que a demora em um serviço consequentemente atrasa o próximo, e os que virão após. Assim, foram dispostos no trabalho os problemas que mais demonstraram impacto na sequência das atividades.

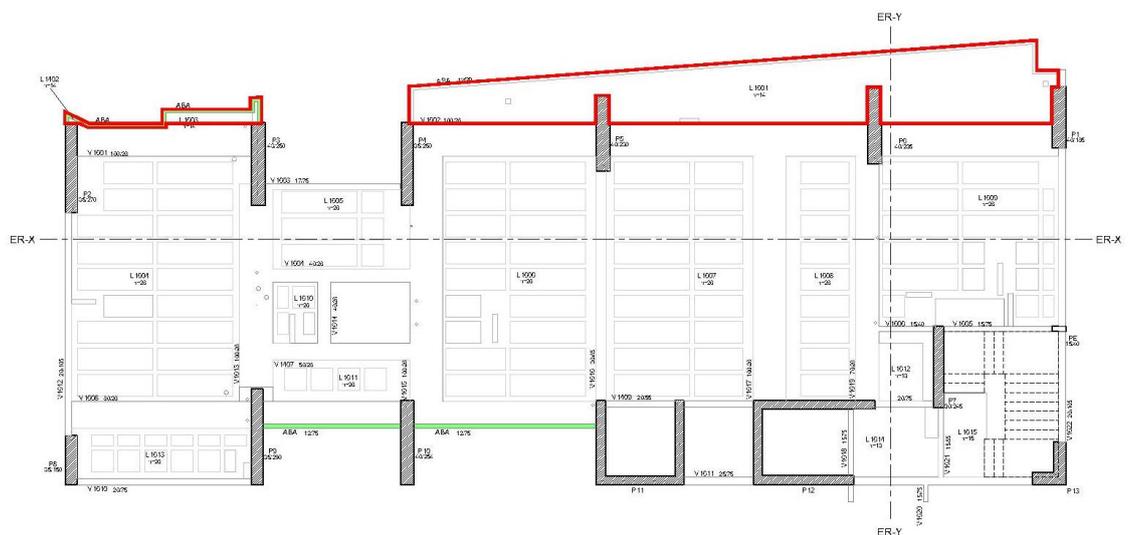
Primeiramente, foi identificado um problema na Equipe 2. Como a ‘Armação dos Pilares’ é a primeira etapa da equipe, é crucial que essa atividade ocorra de modo a não atrasar as sucessoras. O problema verificado foi que os Armadores tiveram um prazo apertado nesse serviço, pois eles só iniciaram no dia em que foi feita a concretagem da laje anterior,

identificando assim um mal planejamento. Enquanto isso, a Equipe 1 apresentou baixa produtividade na atividade ‘Eixo da Estrutura’, foi constatado que esse serviço terminou sua execução no final do turno da manhã, com um total de 5 horas trabalhados, resultando em um atraso que impactou a execução da atividade sucessora.

O terceiro problema identificado ocorreu no serviço ‘Montagem dos Pilares’. Devido aos atrasos das suas antecessoras, esse serviço sofreu um atraso natural. No entanto, o problema observado nessa atividade se diz respeito à falta de coordenação entre as Equipes 2 e 3. A montagem dos pilares no local depende da sequência de elevação das armações para a área de trabalho, que não estava sendo realizada de forma organizada. Resultando assim no atraso do serviço subsequente ‘Fôrma dos Pilares’

Os serviços seguintes tiveram um bom fluxo até a atividade ‘Fôrma das Vigas e Lajes’, onde surgiram dois problemas a serem solucionados. Primeiramente, o projeto de escoramento das lajes revelou algumas incompatibilidades com o projeto de fôrma, presente na figura 14. Além disso, uma das regiões da laje, delimitada na figura 32, que demanda mais tempo dos Armadores, na atividade ‘Armação das Lajes’, não seguiu uma sequência de execução na ‘Fôrma das Vigas e Lajes’ que favorecesse o andamento do serviço seguinte ‘Armação das Lajes’.

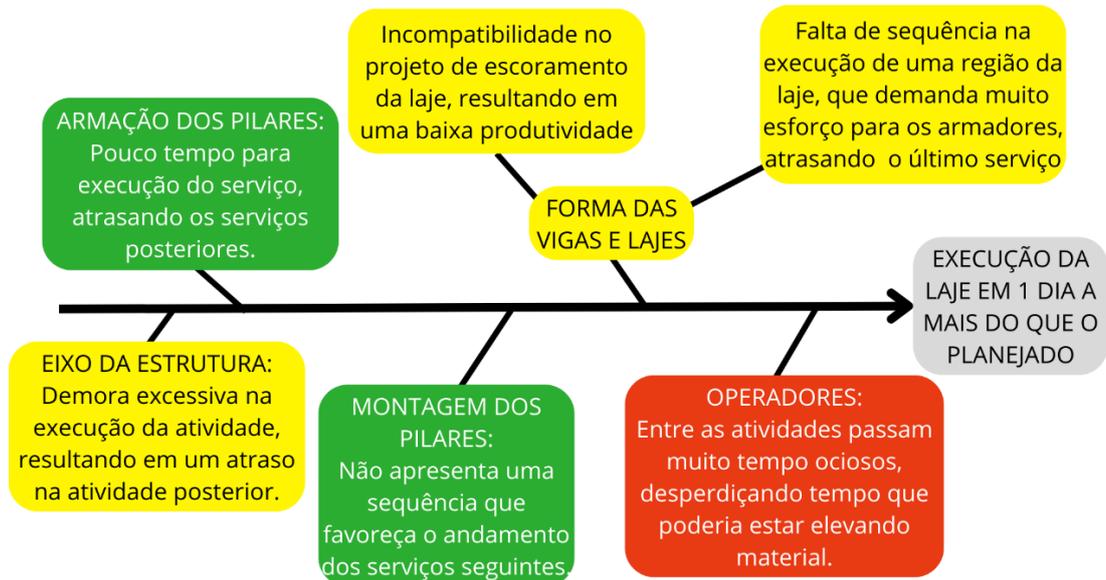
Figura 32 – Área Crítica para a Equipe 2 – Fonte: Autoria Própria



Por último, ao longo de todo o processo, foi observado que os Operadores ficavam ociosos durante a execução dos serviços, o que gerava conflitos entre as Equipes 1 e 2. Isso ocorria porque ambas as equipes necessitavam de auxílio simultaneamente, tornando difícil para a Equipe 3 atendê-las de maneira eficaz, gerando dessa forma os conflitos visualizados.

Identificado todos os problemas na execução da laje do 12º pavimento, elaborou-se um diagrama de Ishikawa, figura 33.

Figura 33 - Análises dos Problemas - Fonte: Autoria Própria



Concluída a fase de Planejamento, é hora de avançar para os próximos passos do Relatório A3, seguindo todo o procedimento dessa ferramenta. As próximas etapas incluem a proposição de contramedidas para resolver os problemas identificados, a elaboração de um plano de ação para implementar as contramedidas e, por último, o fornecimento do *feedback* sobre os resultados alcançados após implementação das ações corretivas. Essas etapas são fundamentais para garantir a melhoria contínua dos processos e o alcance do objetivo estabelecido.

3.3. CONTRAMEDIDAS PROPOSTAS

Os problemas descobertos durante as atividades foram listados e posteriormente foi feita uma análise metódica sobre eles. Para cada problema listado, seguiu-se para a proposição de contramedidas de forma a buscar uma resolução eficaz. O Plano de Ação, próximo passo do atual estudo, é a fase em que serão fornecidos os detalhes de como as contramedidas serão implementadas, fornecendo uma explicação do plano de forma clara e abrangente, garantindo uma implementação bem-sucedida das contramedidas propostas na fase atual.

Constatou-se que a grande maioria dos problemas identificados decorreu de uma falta de coordenação simultânea entre as equipes. Por essa razão, foi proposta uma reunião com as Equipes 1 e 2 para analisar qual atividade representou o maior obstáculo para a execução da

tarefa subsequente. Após uma discussão construtiva, chegou em unanimidade que a ‘Montagem dos Pilares’ é um serviço crucial que precisa ser realizado da maneira mais ágil possível. Isso se deve ao fato de que a ‘Fôrma dos Pilares’ depende da conclusão da montagem para ser finalizado o quanto antes. Uma vez que a ‘Fôrma de Vigas e Lajes’ é executada inicialmente, utilizando os pilares fechados como gabarito para as vigas. Relembrando, conforme mencionado na tabela 12, a atividade ‘Fôrma de Vigas e Lajes’ representa o maior desafio para a Equipe 1, sendo necessário que eles tenham mais tempo para sua execução adequada.

Desse modo, a primeira contramedida proposta consiste em estabelecer uma sequência para a atividade ‘Armação dos Pilares’, com o consenso dos Carpinteiros e Armadores. Da mesma forma, na ‘Montagem dos Pilares’, a coordenação entre as Equipes 2 e 3 será melhor executada, com a supervisão do elaborador do trabalho, com a finalidade de seguir uma ordem que torne mais viável a execução dos serviços seguintes para a Equipe 1.

Entretanto, apesar de uma melhoria na execução da primeira atividade dos Armadores, é igualmente imprescindível que os Carpinteiros aprimorem a execução do ‘Eixo da Estrutura’, dado que é a primeira tarefa da equipe. Nesse sentido, é crucial que seja estudado maneiras mais eficazes de elevar o eixo. Para isso, a contramedida proposta é que se consulte os responsáveis pelas obras anteriores da empresa, desse modo visando encontrar um método viável para a execução desse serviço.

A contramedida proposta, para o problema identificado da falta de compatibilidade entre o projeto de fôrma e o projeto de escoramento, é estabelecer contato com o responsável pela elaboração do projeto, o qual foi um escritório terceirizado contratado pela empresa. Essa contramedida visa investigar as incompatibilidades detectadas e, aprimorar o projeto consequentemente, tornando-o mais eficiente e auxiliando, ao invés de atrapalhar, a execução do serviço.

Na atividade ‘Fôrma das Vigas e Lajes’, foi proposto uma solução semelhante a primeira contramedida elencada, desenvolver uma sequência na execução da área de maior dificuldade para os Armadores, com orientação do responsável pelo trabalho, visando uma finalização, da área crítica para a Equipe 2 na ‘Armação das Lajes’, o mais breve possível.

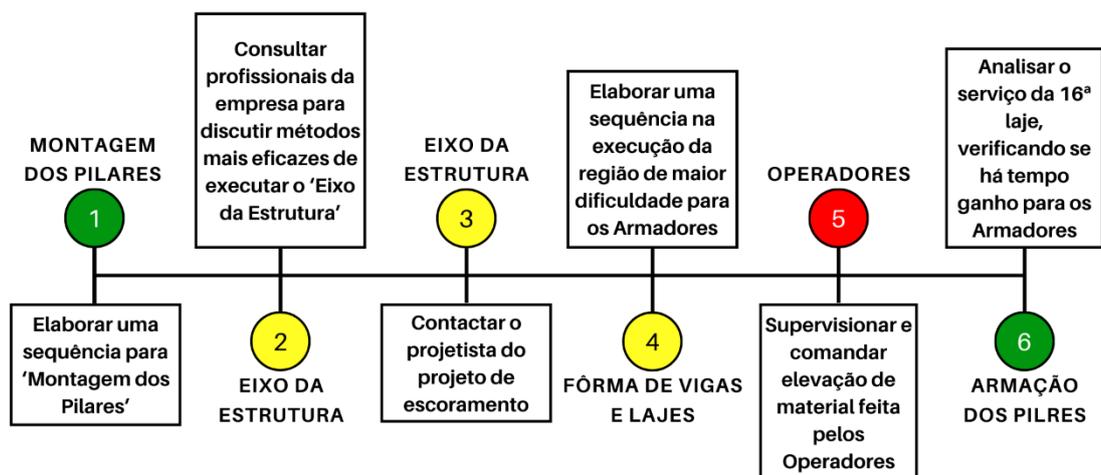
Com o intuito de diminuir a ociosidade da Equipe 3 durante a execução das atividades, foi proposto como quinta contramedida que os Operadores fossem coordenados pelo responsável pela elaboração do trabalho, este que esteve supervisionando todos os serviços, identificando oportunidades em que a Equipe 3 tem a possibilidade de atender ambas as equipes. Essa coordenação garante que o ambiente de trabalho sempre esteja abastecido de

material, para as Equipes 1 e 2, evitando desperdício de tempo devido à falta de materiais e diminuindo os conflitos previamente visualizados.

Finalmente, a sexta, e última, contramedida foi sugerida para o primeiro problema apresentado, diferentemente das outras propostas apresentadas, essa última visa a análise dos serviços na execução da 16ª laje. Essa decisão foi tomada devido a análise durante todo o processo da 15ª laje, onde foi perceptível que a Equipe 2, devido aos outros problemas apresentados, apresentava um grande desperdício de tempo durante os demais serviços. Desse modo a contramedida é verificar o tempo que os Armadores deixarão de desperdiçar. E quando for feito o *feedback*, no final do Relatório, identificar se eles conseguiram concluir seus serviços em um tempo mais hábil, deixando-os com um maior tempo para executar o serviço inicial.

A figura 34 ilustra um resumo das contramedidas propostas.

Figura 34 - Contramedidas Propostas - Fonte: Autoria Própria



Após a proposição das contramedidas, tem-se a finalização da fase de Contramedidas Propostas, o passo seguinte é elaborar o Plano de Ação, este que descreverá à implementação das propostas. Neste estágio, o responsável pelo presente trabalho, deve supervisionar a implementação, fornecendo o suporte necessário para garantir que as contramedidas sejam realizadas de forma correta. Em seguida, é avançado para a última etapa do Relatório A3, o *feedback*. Esta que fornecerá uma avaliação dos esforços empregados em todo o relatório, destacando as resoluções alcançadas.

3.4. PLANO DE AÇÃO

Seguindo o andamento do Relatório A3, com todas as contramedidas propostas é necessário criar ações que visem corrigir/melhorar os problemas visualizados, sendo assim esse passo é responsável por elaborar e implantar um plano de ação que torne a execução dos serviços mais produtiva e com menor desperdício.

Com o intuito de melhorar o andamento da ‘Montagem dos Pilares’ foi criada a sequência presente na figura 35, a explicação para essa ação é devido a forma como a ‘Concretagem da Laje’ ocorre, pois, uma vez que se é executado os serviços no mesmo sentido da concretagem, os serviços antecessores a ele podem ser finalizados de modo a não comprometer a atividade final, além de que diminui o desperdício de tempo por parte da Equipe 1 por consequência, uma vez que com a sequência definida dessa atividade os subsequentes a ela vão seguir o mesmo andamento, ou seja, a ‘Fôrma de Vigas e Lajes’ irá ocorrer no mesmo sentido da ‘Concretagem da Laje’ e assim por diante.

Figura 35– Sequência de Execução da ‘Montagem dos Pilares’ – Fonte: Autoria Própria



Seguindo ainda nas etapas iniciais para a atividade ‘Eixo da Estrutura’ após a consulta com os responsáveis de obras anteriores da empresa obteve-se o pensamento de utilizar um equipamento eletrônico, o nível a laser, como método para se obter esse eixo de forma mais ágil, afinal o equipamento não necessita de um manuseio humano muito complicado, afinal anteriormente essa atividade era feita utilizando apenas um prumo de centro, dependendo das condições do vento e da precisão humana para conseguir ser executado.

Antes de chegar à etapa de ‘Fôrma das Vigas e Lajes’ foi feita uma reunião, com os fornecedores do projeto de escoramento, onde conseguiu apresentar algumas possíveis soluções

para que o projeto tivesse uma maior compatibilidade com o projeto de fôrma, mantendo todos os materiais previamente utilizados, ou seja, foi possível otimizar o projeto sem necessitar de material extra para essa melhoria.

Para a região com maior dificuldade para a Equipe 2 foi planejada a sequência visualizada na figura 36. O motivo dessa ação visa a mesma finalidade da feita na ‘Montagem dos Pilares’, afinal seguindo dessa forma é possível se ter uma maior agilidade para os Armadores conseguirem finalizar suas atividades na execução da 16ª laje, podendo dessa forma, começar o primeiro serviço da laje seguinte, assim solucionando o problema encontrado no início da 15ª laje.

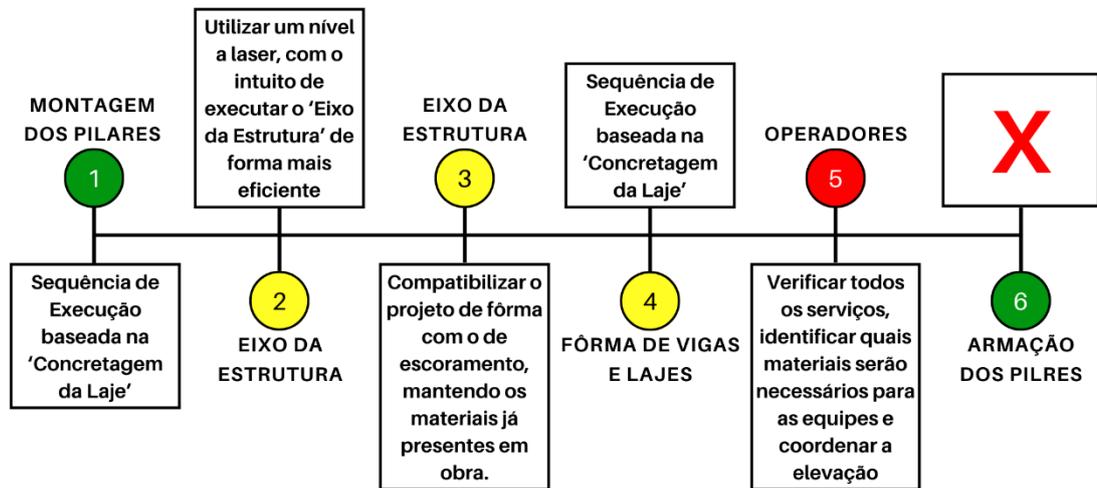
Figura 36 - Sequência na Execução da Região com Maior Dificuldade – Fonte: Autoria Própria



Partindo para a última ação do plano o elaborador do trabalho permaneceu constantemente no ambiente de trabalho com o intuito de verificar todos os serviços, desse modo observando períodos em que a Equipe 3 conseguiria atender a necessidade das equipes, além de coordenar a elevação de material, ou seja, no momento 1 era carregado material para a Equipe 1 e no momento 2 o material a ser elevado seria para a Equipe 2 e assim por diante.

O resumo de todo o plano de ação encontra-se na figura 37.

Figura 37 - Plano de Ação - Fonte: Autoria Própria



Aplicando esse plano de ação é perceptível já um aumento na sincronização e andamento dos serviços, afinal foi preparado um caminho a ser seguido. Com a finalização dessa etapa parte-se agora para a etapa de acompanhamento, ou *feedback*, esta que irá apresentar o resultado do planejamento, contramedidas e o plano de ação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. *FEEDBACK*

Na fase conclusiva do Relatório A3, é onde se obtêm o retorno da ferramenta, ou seja, é nela que engloba a convergência de todos os passos: o que foi previamente planejado, as contramedidas propostas, o que foi realizado e supervisionado. Nesse estágio se examina as modificações nos processos de execução. Além de ser nessa fase que é possível comparar as ações previamente planejadas com aquelas efetivamente executadas.

Posteriormente à análise das modificações na execução dos serviços, é feita uma análise, quantitativa, da produtividade das equipes responsáveis pelas atividades. Nela é onde se evidenciará a diminuição do desperdício de tempo, dos Armadores e Carpinteiros.

4.1.1. Modificações nos processos de execução

Primeiramente é necessário que se faça um retrospecto do processo de execução anterior à aplicação do estudo. Para isso, foi admitido o uso de um gráfico de Gantt, não para planejar, mas sim para identificar o início, e fim, de cada atividade durante o processo de execução da 15ª laje do empreendimento utilizado no estudo. Para melhor visualização das atividades, os gráficos, figuras 38 e 39, foram separados entre as Equipes 1 e 2.

Com os elementos de visualização referentes à 15ª laje concluídos, procedeu-se à repetição da elaboração para as atividades da 16ª laje, visualizados mais à frente nas figuras 40 e 41. Com todos os gráficos elaborados, é necessário identificar a quantidade de dias para execução dos serviços, tabela 13.

Após identificados, é feita a comparação entre as atividades. Porém, primeiramente é feita a análise do objetivo, verificando se ele foi alcançado na execução da 16ª laje. Posteriormente, em uma detalhada análise, descreve-se as diferenças identificadas nos processos de execução, elencando os motivos que contribuíram para a melhoria ou, eventualmente, para a estagnação no andamento do serviço.

Esta etapa, do *feedback*, oferece a oportunidade de visualização concreta e tangível sobre as etapas do processo, em que as soluções propostas e as ações implementadas, de modo a resolver os problemas identificados na etapa de planejamento, transpassam o âmbito teórico e alcançam a realidade prática. Essa abordagem, permite uma melhor compreensão das dificuldades existentes e das estratégias eficazes, de modo a superá-los, contribuindo assim, para um aprendizado significativo na melhoria contínua dos processos.

Figura 38 - Gráfico de Gantt Execução Serviços Equipe 1 15ª Laje - Fonte: Autoria Própria

EQUIPE 1	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira
	17/10/23	18/10/23	19/10/23	20/10/23	21/10/23	22/10/23	23/10/23	24/10/23	25/10/23
Eixo da Estrutura					-	-			
Desforma dos Pilares					-	-			
Gabarito dos Pilares					-	-			
Forma dos Pilares					-	-			
Desforma das Vigas e Lajes					-	-			
Forma das Vigas e Lajes					-	-			
Concretagem da Laje					-	-		PLANEJADO	EXECUTADO

Figura 39 - Gráfico de Gantt Execução Serviços Equipe 2 15ª Laje - Fonte: Autoria Própria

EQUIPE 2	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira
	16/10/23	17/10/23	18/10/23	19/10/23	20/10/23	21/10/23	22/10/23	23/10/23	24/10/23	25/10/23
Armação dos Pilares						-	-			16ª LAJE
Montagem dos Pilares						-	-			
Armação das Vigas						-	-			
Montagem das Vigas						-	-			
Separar Armação das Lajes						-	-			
Armação das Lajes						-	-			
Concretagem da Laje	14ª LAJE					-	-		PLANEJADO	EXECUTADO

Figura 40 - Gráfico de Gantt Execução Serviços Equipe 1 16ª Laje - Fonte: Autoria Própria

EQUIPE 1	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira
	26/10/23	27/10/23	28/10/23	29/10/23	30/10/23	31/10/23	01/11/23
Eixo da Estrutura				-			
Desforma dos Pilares				-			
Gabarito dos Pilares				-			
Forma dos Pilares				-			
Desforma das Vigas e Lajes				-			
Forma das Vigas e Lajes				-			
Concretagem da Laje				-			PLANEJADO E EXECUTADO

Figura 41 - Gráfico de Gantt Execução Serviços Equipe 2 16ª Laje - Fonte: Autoria Própria

EQUIPE 2	Quarta-Feira	Quinta-Feira	Sexta-Feira	Sábado	Domingo	Segunda-Feira	Terça-Feira	Quarta-Feira
	25/10/23	26/10/23	27/10/23	28/10/23	29/10/23	30/10/23	31/10/23	01/11/23
Armação dos Pilares					-			17ª LAJE
Montagem dos Pilares					-			
Armação das Vigas					-			
Montagem das Vigas					-			
Separar Armação das Lajes					-			
Armação das Lajes					-			
Concretagem da Laje	15ª LAJE				-			PLANEJADO E EXECUTADO

Tabela 13 - Quantidade de Dias para Execução dos Serviços das 15 e 16ª laje - Fonte: Autoria Própria

Quantidade de dias para execução dos serviços – 15 e 16ª Laje					
Carpinteiros – Equipe 1			Armadores - Equipe 2		
Atividades	15ª Laje	16ª Laje	Atividades	15ª Laje	16ª Laje
Eixo da Estrutura	1 dia	1 dia	Armação dos Pilares	3 dias	3 dias
Desforma dos Pilares	1 dia	1 dia	Montagem dos Pilares	2 dias	2 dias
Gabarito dos Pilares	2 dias	2 dias	Armação das Vigas	3 dias	3 dias
Fôrma dos Pilares	2 dias	2 dias	Montagem das Vigas	2 dias	2 dias

Desforma das Vigas e Lajes	3 dias	2 dias	Separar Armação das Lajes	2 dias	2 dias
Fôrma das Vigas e Lajes	4 dias	3 dias	Armação das Lajes	3 dias	2 dias

Como visualizado nos gráficos de Gantt, figuras 38 e 39, a data do serviço ‘Concretagem da Laje’ da 16ª laje, foi planejado para a data 01 de novembro de 2023, e sua execução ocorreu na data em questão, desse modo é possível identificar que o objetivo, estabelecido na etapa de planejamento do Relatório A3, foi alcançado.

Pode-se identificar, na tabela 13, que as Equipes 1 e 2 tiveram reduções na quantidade de dias na execução de alguns serviços. Para os Carpinteiros houve uma redução nas atividades ‘Desforma das Vigas e Lajes’ e ‘Fôrma das Vigas e Lajes’. Já para os Armadores identificasse a redução apenas na atividade ‘Armação das Lajes’. Todas as atividades listadas reduzindo seu tempo total de execução em 1 dia.

Segue-se para a comparação entre as diferenças na execução dos serviços, descrevendo-as, analisando quais as melhorias encontradas com as ações implementadas, como também a diferença entre o planejado com o executado. Desse modo é descrito abaixo as diferenças na execução dos serviços:

Armação dos Pilares:

Na primeira atividade da Equipe 2 a execução das armações, da laje 16, realizou-se de acordo com o planejado na figura 33. Apesar de ter sido executado na mesma quantidade de dias que a laje anterior, essa atividade gerou uma melhora nos passos posteriores de ‘Montagem dos Pilares’, ‘Fôrma dos Pilares’ e conseqüentemente as etapas seguintes, devido a sequência estabelecida. Como visualizado no gráfico de Gantt, na figura 39, o serviço ‘Armação dos Pilares’, da 17ª laje, foi o único executado no dia da ‘Concretagem da Laje’, da 16ª laje, algo que anteriormente era uma atividade que ocorria no mesmo dia da ‘Armação das Lajes’, ou seja, esse serviço tem um foco maior no dia anterior ao início de um novo ciclo. Obtendo dessa forma a resolução esperada na contramedida proposta referente essa atividade, a qual diminuiria o desperdício dos Armadores durante a execução da 16ª laje.

Eixo da Estrutura:

Seguindo para o primeiro passo da Equipe 1 essa atividade, apresentou uma melhora significativa, anteriormente a execução desse serviço ocorreu em um período de 2 horas, um tempo relativamente longo para um serviço simples. Afinal para a laje de estudo foi executado de acordo com o plano de ação, utilizando o nível a laser. Dessa forma, a atividade ‘Eixo da Estrutura’ durante a 16ª laje apresentou um tempo de execução de apenas 30 minutos, reduzindo

de forma expressiva o tempo da atividade. Com isso foi possível que os passos sucessores, como ‘Gabarito de Pilares’ e ‘Fôrma dos Pilares’ acontecesse o mais breve possível.

Desforma dos Pilares:

Essa atividade não apresentou uma diferença extravagante, afinal a ‘Desforma dos Pilares’ ocorre de forma rápida naturalmente. Observou-se que a única diferença na execução ocorreu, devido a decisão da equipe de Carpinteiros, na mesma ordem da ‘Montagem dos Pilares’.

Gabarito dos Pilares:

Como a atividade descrita anteriormente, essa etapa não houve uma diferença expressiva, apenas a ordem de execução que seguiu a da ‘Montagem dos Pilares’.

Montagem dos Pilares:

Devido a alteração nos passos antecessores, ‘Armação dos Pilares’ e ‘Eixo da Estrutura’, serviço esse que tornou a execução do serviço ‘Gabarito dos Pilares’ mais eficaz, a presente atividade alterou de forma expressiva sua execução, e duração. Afinal com a sequência bem estabelecida e com a agilidade no processo dos gabaritos, a ‘Montagem dos Pilares’, da laje 16, pôde iniciar em um horário mais cedo do que a executada na laje anterior. Dessa forma foi possível a montagem de 77% dos pilares da laje no primeiro dia de atividade. Entretanto, a atividade não seguiu a execução em sua totalidade, sendo executada de acordo com a figura 42. Esse serviço, apesar de não seguir 100% ao plano de ação apresentou uma melhora significativa em relação à anterior, pois seu término, na laje de aplicação do estudo, ocorreu pela manhã do segundo dia de atividade, enquanto na 15ª laje ocorreu no turno da tarde do segundo dia.

Fôrma dos Pilares:

Apesar de se manter a quantidade de dias de execução do pavimento anterior, essa atividade finalizou no segundo dia de ciclo, o qual anteriormente foi finalizado no terceiro. A melhoria obtida nesse serviço ocasionou as ações implementadas para os passos de ‘Montagem dos Pilares’ e ‘Eixo da Estrutura’. Afinal como a execução, principalmente, da montagem dos pilares armados foi iniciado de forma mais breve, pôde-se executar a fôrma deles também de forma mais breve.

Desforma das Vigas e Lajes:

Essa atividade apresentou duas diferenças. Observou-se que a primeira diferença na sequência de execução, a qual ocorreu na mesma ordem da ‘Concretagem da Laje’, a segunda diferença foi no período de execução, o qual reduziu em 1 dia. Essa redução tornou-se possível devido ao tempo ganho pela Equipe 1 na execução mais breve da ‘Fôrma dos Pilares’, o que

ocasionou em mais colaboradores auxiliando nessa atividade, dessa forma o presente serviço pôde ter sua finalização também mais breve.

Armação das Vigas:

Com a ‘Montagem dos Pilares’ finalizando sua execução de forma mais breve, do pavimento em estudo, a Equipe 2 pôde iniciar a ‘Armação das Vigas’ em um horário mais cedo que a da laje anterior. Dessa forma sendo finalizado mais brevemente, apesar de se manter a quantidade de dias em sua execução.

Fôrma das Vigas e Lajes:

Como visualizado na figura 38, a ‘Desforma das Vigas e Lajes’ finalizou no dia de início da execução da atividade ‘Fôrma das Vigas e Lajes’, ou seja, houve material suficiente para a Equipe 1 executar o serviço. Além disso, com as ações implantadas para o presente serviço, foi possível obter uma melhora em sua execução, afinal com uma maior compatibilidade entre projetos tornou-se a concepção mais eficaz. Como também na execução da região de maior dificuldade para os Armadores, seguindo a sequência estabelecida, foi possível obter uma melhora significativa, pois anteriormente essa região estava sendo executada no sentido inverso ao estabelecido pelo estudo. Além de que essa área estava sendo iniciada no dia anterior a ‘Armação das Lajes’, algo que permaneceu na laje 16, entretanto com a diferença de que anteriormente a Equipe 2 não podia iniciar o serviço no início do dia posterior, pois a execução de sua última atividade necessita que seja seguido a mesma sequência da ‘Concretagem da Laje’, sendo então uma melhoria de grande valia para ambas as equipes. Desse modo, esse serviço obteve um aprimoramento no período de concepção, reduzindo em 1 dia de serviço. Esse aprimoramento gerou uma possibilidade para a execução tanto da ‘Montagem das Vigas’ quanto ‘Armação das Lajes’, principalmente essa última, ocorrerem de forma mais breve.

Montagem das Vigas:

O início dessa atividade já se deu em dias de ciclo diferentes, na laje 15 esse serviço teve início no quarto dia, enquanto na 16ª ocorreu no terceiro dia, mantendo o mesmo tempo de execução, ou seja, a finalização ocorreu em uma data anterior no ciclo. A melhora na atividade se deu pela evolução nas execuções dos passos antecessores, o que ocasionou em um aproveitamento mais eficaz do tempo para ambas as equipes. Com a ‘Montagem das Vigas’ finalizando em um dia anterior no ciclo, é possível que os dois últimos passos dos Armadores ocorram de forma mais breve.

Separar Armações das Lajes:

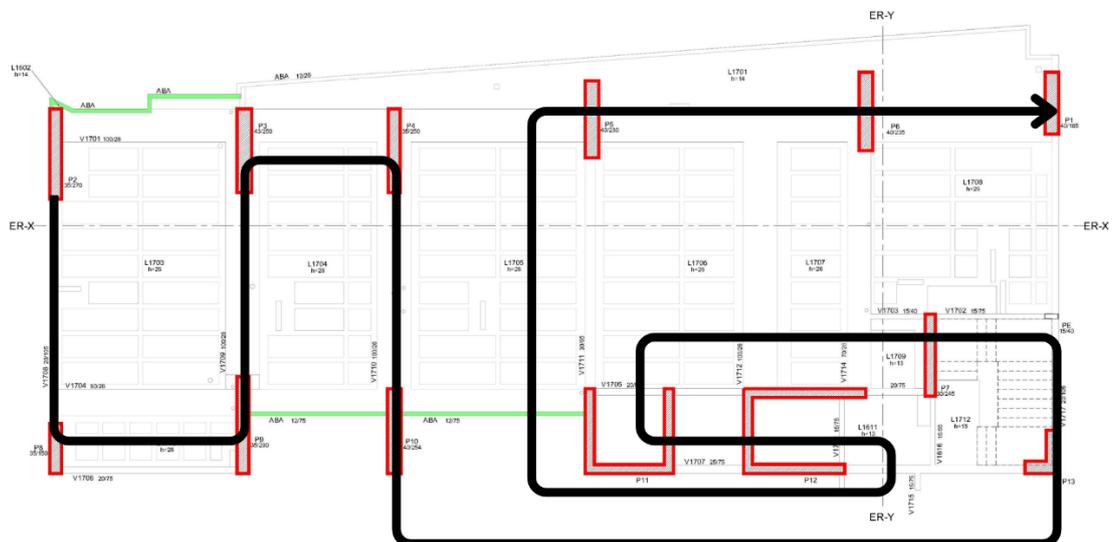
Essa atividade não apresentou nenhuma melhoria significativa, apenas que sua execução ocorreu em datas de ciclo diferentes, anteriormente iniciando e finalizando, respectivamente

nos dias 5 e 6 do ciclo, e após aplicação do estudo as datas foram alteradas para os dias 4 e 5 do ciclo.

Armação das Lajes:

No último serviço de concepção do pavimento, anterior a ‘Concretagem da Laje’, foi possível perceber algumas melhorias, ocasionadas pelas ações implementadas anteriormente. Primeiramente a principal melhoria visualizada é a diminuição no tempo de execução, a qual diminuiu em 1 dia. Devido ao melhor andamento da ‘Fôrma das Vigas e Lajes’ tanto na melhoria do projeto de escoramento, o qual tornou-se possível que a fôrma da laje fosse concebida de forma mais eficiente, quanto na execução da região de maior dificuldade para a Equipe 2, essa que tornou possível o início da armação dessa área no mesmo dia, em horários diferentes, onde anteriormente sua execução era iniciada no dia posterior. Dessa forma a ‘Armação das Lajes’ não seguiu para o último dia do ciclo, possibilitando que os Armadores iniciassem o próximo ciclo com todos seus membros, esperando assim um aumento na agilidade de execução do ciclo seguinte.

Figura 42 - Sequência Real de Execução da Montagem dos Pilares - Fonte: Autoria Própria



4.1.2. Comparação da produtividade

Com o intuito de verificar a redução no desperdício de tempo, é feita a análise da produtividade das equipes. Como a intenção dessa análise é verificar a alteração no desperdício os parâmetros anteriormente descritos, e seus valores, serão utilizados para as Equipes 1 e 2 em sua totalidade, ou seja, não será analisado individualmente por colaborador.

Antes de se executar o cálculo da produtividade, é necessário descrever a quantidade de dias levados para a execução de todos os serviços, ou seja, quantos dias foram necessários para os Carpinteiros e Armadores, finalizarem todos os passos existentes. Logo, a quantidade de dias necessários para as lajes 15 e 16, foram respectivamente 7 e 6 dias, para ambas as equipes.

Partindo para os cálculos de produtividade, é obtido a tabela 14

Tabela 14 - Produtividade das Equipes 1 e 2 - Fonte: Autoria Própria

Lajes	Carpinteiros	Armadores
15	100,33 m ² /dia	1.801,50 kg/dia
16	119,38 m ² /dia	1.948,48 kg/dia

Após os cálculos, realizou-se uma comparação entre eles. Analisando a tabela 14, observa-se que os Carpinteiros aumentaram sua produtividade em 19,05 m²/dia, enquanto os Armadores produziram 146,98 kg/dia a mais do que na laje anterior. Assim, as estratégias implementadas para as atividades com problemas demonstraram resultados satisfatórios na redução do desperdício de tempo. Uma execução mais bem planejada, juntamente com soluções viáveis, resultou em menor tempo de espera para todas as equipes envolvidas.

Numa análise final, conforme mencionado anteriormente, o empreendimento compreende um total de 39 lajes a serem executadas. O estudo em questão foi aplicado na execução da 16^a laje, restando ainda 23 pavimentos a serem concluídos. Caso o objetivo inicial do A3 não fosse atingido e a execução da laje não pudesse ser realizada em 6 dias úteis, mantendo-se os 7 dias, o prazo para conclusão da ESTRUTURA, considerando a execução da laje em análise, seria de 168 dias úteis, o que corresponde aproximadamente a 7 meses e meio. No entanto, como o objetivo foi alcançado, o prazo previsto para conclusão é de 144 dias úteis, ou seja, houve um ganho de 24 dias que equivale a 1 mês trabalhado.

4.2. RELATÓRIO A3

Concluída todas as etapas, elaborou-se o Relatório A3. Este documento condensa informações de forma concisa e prática, visando a compreensão facilitada de todos os envolvidos no projeto. Um dos propósitos fundamentais do A3 é garantir que todos os participantes do relatório sejam beneficiados, permitindo que cada um possa verificar os resultados de seus esforços.

De modo a tornar o Relatório A3 de mais fácil entendimento a todos os que irão visualizar, utilizou os recursos criados no presente trabalho. Foram utilizadas as figuras 33, 34 e 37, além das tabelas 13 e 14. Como complemento criou-se a tabela 15, condensando as

informações da condição atual presentes na fase de planejamento, como: a quantidade de colaboradores, os parâmetros de produção utilizados, a quantidade dos parâmetros e as datas de início e fim de serviço.

Tabela 15 – Condição Atual – Fonte: Autoria Própria

Equipes		Parâmetros	Quant. A Produzir	Datas	Início	Fim
1	Carpinteiros	Fôrmas – m ²	Laje 15: 702,28	Laje 15	17/10/23	25/10/23
	15 Colaboradores		Laje 16: 716,30			
2	Armadores	Armaduras - kg	Laje 15: 12.610,50	Laje 16	26/10/23	-
	9 Colaboradores		Laje 16: 11.690,88			
3	Operadores	Elevação de Material	-	Laje 16	26/10/23	-
	2 Colaboradores					

Dessa forma, o Relatório A3 finalizado, contendo todas as informações, encontra-se no **APÊNDICE A**, do presente trabalho.

5. CONCLUSÃO

A indústria da construção civil, marcada por sua longevidade, enfrenta desafios persistentes em aumentar sua produtividade e reduzir o desperdício de tempo. A adoção da Construção Enxuta emerge como uma solução viável, promovendo eficiência na execução de uma ampla gama de serviços em canteiro de obras.

O embasamento teórico deste estudo proporcionou uma compreensão mais profunda das teorias envolvidas na implementação da Construção Enxuta, ampliando assim a visão sobre sua aplicabilidade prática.

Dessa forma, o presente trabalho teve como foco a implementação do Relatório A3, uma ferramenta *Lean*. Esta que apresenta características de resolução de problemas e é fomentadora de uma cultura de melhoria contínua na construção civil. A implementação do A3 foi realizada de modo a otimizar o processo de execução de uma laje de concreto armado.

O Relatório A3 visou a criação de um plano de ação prático, com o intuito de combater os problemas apresentados na execução da laje e, conseqüentemente, a melhoria do processo, com o intuito de reduzir desperdícios de tempo devido a um aumento de produtividade dos colaboradores envolvidos.

A integração entre o rigor científico e a aplicação prática revelou-se fundamental, uma vez que foi possível criar e aplicar um plano de ação que trouxe uma melhoria tangível no processo construtivo, resultando na efetuação dos objetivos desse estudo, ou seja, o aumento da produtividade e redução do desperdício de tempo.

No entanto, reconhece-se que esse trabalho representa apenas um passo na direção de preencher a lacuna existente na literatura sobre a aplicação de ferramentas da Construção Enxuta em canteiros de obras, especialmente sobre o Relatório A3.

Sugere-se, portanto, a continuidade desse trabalho por meio da elaboração de novos Relatórios em todas as áreas da construção civil. Essa expansão permitirá não apenas aprofundar o uso do A3, mas também irá promover a disseminação do conhecimento sobre o *Lean Construction* na indústria da construção civil. Assim, busca-se não apenas resolver os desafios imediatos, mas também contribuir para uma transformação duradoura e sustentável no setor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, G. A.; CRUZ, A.L.L. **Modelo para acompanhamento de produção utilizando a Técnica do Valor Agregado (TVA)**. 2010. In: Anais eletrônicos... IETEC.

BAJJOU, M. S.; CHAFI, A. **The potential effectiveness of lean construction principles in reducing construction process waste: An input-output model**. Journal of Mechanical Engineering and Sciences, v. 12, 2018.

BASSANI, L. D.; PIRAN, F. A. S. **Aplicação do princípio Lean Construction e teoria das restrições para reduzir desperdícios em uma cadeia de suprimentos na construção civil**. Revista Produção Online, v. 22, n. 2, 2023.

CAMPOS, T. V.; AZEVEDO, R. C. DE. **A metodologia lean e a indústria da construção civil: uma revisão sistemática da literatura**. Revista Produção Online, v. 21, n. 2, 2021.

CORTES, B. F.; DE MORI, L. M. **USO DO RELATÓRIO A3 PARA A MELHORIA DA QUALIDADE NA EXECUÇÃO DA ARMADURA NEGATIVA DE LAJES EM OBRA DE MÚLTIPLOS PAVIMENTOS**. 3º Workshop de Tecnologia de Processos e Sistemas Construtivos, 2021.

COSTA, T.; MENDES, M. **Análise da causa raiz: Utilização do diagrama de Ishikawa e Método dos 5 Porquês para identificação das causas da baixa produtividade em uma cacauicultura**. SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE. Anais...2018.

COSTELLA, M. F. et al. **Proposal and evaluation of a method to implement the lean construction principles**. Brazilian Journal of Operations & Production Management, v. 15, n. 4, 2018.

ELY, D. M. et al. **FERRAMENTAS PARA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BASEADA NA TEORIA LEAN CONSTRUCTION**. In:

BALABUCH, P. (Ed.). **Princípios e Filosofia LEAN**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2017. p. 167–180.

FILHO, G. M. S.; SIMÃO, L. E. **A3 methodology: going beyond process improvement**. *Revista de Gestao*, v. 30, n. 2, 2023.

GARCÉS, G.; PEÑA, C. A. **Review on Lean Construction for Construction Project Management**. *Revista Ingenieria de Construccion*, v. 38, n. 1, 2023.

GÓES, M. B. DE et al. **Impactos da Implementação da Metodologia Lean Construction no Brasil**. *Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção*, v. 9, n. 16, 2021.

HERRERA, R. F. et al. **Impact of game-based learning on understanding lean construction principles**. *Sustainability (Switzerland)*, v. 11, n. 19, 2019.

JAQIN, C.; ROZAK, A.; PURBA, H. H. **Case Study in Increasing Overall Equipment Effectiveness on Progressive Press Machine Using Plan-do-check-act Cycle**. *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, v. 33, n. 11, 2020.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical report. No. 72, CIFE, Stanford University, Stanford, California, 1992, 81p.

LAPINSKI, A.R.; HORMAN, M.J.; RILEY, D.R. **Lean Processes for Sustainable Project Delivery**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 132, n. 10, p. 1083-1091, 2006. Disponível em: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2006\)132:10\(1083\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:10(1083)).

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. **Lean Construction Institute: Transforming Design and Construction**. Página Inicial. Disponível em: < <https://leanconstruction.org> >. Acesso em: 07 de fev. de 2024.

LOYD, N.; HARRIS, G.; BLANCHARD, L. **Integration of A3 Thinking as an Academic Communication Standard**. *Proceedings of the 2010 Industrial Engineering Research Conference*, 2010.

MARCHIORI, R. S. **Utilização dos princípios da Lean Construction em obras de uma empresa tradicional de Goiânia.** Revista de Engenharia Civil IMED, v. 9, n. 1, 2023.

MELO, D. R. **GERENCIAMENTO, CONTROLE E APLICAÇÃO DO MÉTODO - LEAN CONSTRUCTION NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** In: DUARTE, A. D. (Ed.). Engenharia civil: Demandas sustentáveis e tecnológicas e aspectos ambientais 2. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2022. p. 241–254.

MORADI, S.; SORMUNEN, P. **Implementing Lean Construction: A Literature Study of Barriers, Enablers, and Implications.** Buildings, v. 13, n. 2, 2023.

NIKAKHTAR, A.; HOSSEINI, A.A.; WONG, K.Y.; ZAVICHI, A. **Application of lean construction principles to reduce construction process waste using computer simulation: a case study.** International Journal of Services and Operations Management, v. 20, n. 4, p. 461–480, 2015.

OLIVEIRA, S. M. DE; SILVA, C. T. DA; BRANDÃO, E. M. **CICLO PDCA.** Universidade Federal Fluminense, 2022.

OLIVEIRA, J.; SÁ, J. C.; FERNANDES, A. **Continuous improvement through “Lean Tools”: An application in a mechanical company.** Procedia Manufacturing, v. 13, 2017.

PACHECO, A. et al. **O CICLO PDCA NA GESTÃO DO CONHECIMENTO: UMA ABORDAGEM SISTÊMICA.** [s.l: s.n.].

PASCOAL, E. T.; IAMAGUTI, B. H.; BERNARDES, P. H. V. **Metodologia A3.** Cadernos UniFOA, v. 17, n. 49, 2022.

PEREIRA, J. et al. **Application of the A3 methodology for the improvement of an assembly line.** Procedia Manufacturing. Anais...Elsevier B.V., 2019.

PFAFFENZELLER, M. et al. **Lean Thinking na Construção Civil: Estudo da Utilização de Ferramentas da Filosofia Lean em Diferentes Fluxos da Construção Civil.** Iberoamerican Journal of Industrial Engineering, v. 7, n. 14, p. 86–107, 2015.

PRADO, J. S.; CALDERARO, D. R.; PIRAN, F. A. S. **Efeitos da utilização dos princípios da construção enxuta no desempenho operacional das empresas da construção civil: uma pesquisa considerando a percepção de profissionais do Rio Grande do Sul.** Revista Produção Online, v. 19, n. 2, 2019.

REALYVÁSQUEZ-VARGAS, A. et al. **Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) cycle to reduce the defects in the manufacturing industry. A case study.** Applied Sciences (Switzerland), v. 8, n. 11, 2018.

RIBEIRO, N. **Gráfico de Gantt: o que é e como utilizar na Construção Civil, 2024.** Disponível em: <<https://www.prevision.com.br/blog/grafico-de-gantt/>>. Acesso em: 20 de abr. de 2024.

SANTOS, J. L. **O uso do relatório A3 como ferramenta de implementação da filosofia Lean na gestão de empresas do setor de construção civil.** IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, dez. 2020.

SARHAN, J. G. et al. **Lean construction implementation in the Saudi Arabian construction industry.** Construction Economics and Building, v. 17, n. 1, 2017.

SCHWAGERMAN, W. C.; ULMER, J. M. **The A3 lean management and leadership thought process.** Journal of Technology, Management, and Applied Engineering, v. 29, n. 4, dez. 2013.

SERRANO, P. D. S.; MERINO, M. D. R.; SÁEZ, P. V. **Methodology for continuous improvement projects in housing constructions.** Buildings, v. 10, n. 11, 2020.

SHAQOUR, E. N. **The impact of adopting lean construction in Egypt: Level of knowledge, application, and benefits.** Ain Shams Engineering Journal, v. 13, n. 2, 2022.

SILVA, R. B.; PAIVA, T. P. D. A. **A Aplicação do Método da Lean Construction na Construção Civil,** Publicação XXXXX, Curso de Engenharia Civil, Evangélica, Goianésia, GO, Xp. 2017.

SINGH, S.; KUMAR, K. **Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018)**. Ain Shams Engineering Journal, 2020.

SOBEK, D. K.; JIMMERSON, C. **Relatório A3: Ferramentas para a melhoria do processo**. Lean Institute Brasil, p. 1–9, 2006.

SOBEK II, D. K.; SMALLEY, A. **Understanding A3 thinking: A critical component of toyota's PDCA management system**. [s.l: s.n.].

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. **Implementation of continuous improvement cells: a case study from the civil infrastructure sector in the UK**. Production Planning and Control, v. 34, n. 1, 2023.

VALENTE, A.; AIRES, V. **Gestão de Projetos e Lean Construction**. 1. ed. Curitiba - PR: Appris, 2017.

VIANA, S. G.; TORTORELLA, G. **APLICAÇÃO DE GRUPOS FOCADOS E CICLOS DE APRENDIZAGEM NA METODOLOGIA DO PENSAMENTO A3: O CASO DE AUMENTO DA CAPACIDADE DE RETIFICAÇÃO EM UMA SIDERÚRGICA**. [s.l: s.n.].

VIVAN, A. L.; ORTIZ, F. A. H.; PALIARI, J. C. **Modelo para o desenvolvimento de projetos Kaizen para a indústria da construção civil**. Gestao e Producao, v. 23, n. 2, 2016.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean Thinking**. Nova York: Simon & Schuster, 1996.

ZHANG, L; CHEN, Xi. **Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction**. Procedia Engineering, v. 145, p. 1267-1274, 2016.

APÊNDICE A

**RELATÓRIO A3 – REDUÇÃO NO TEMPO DE EXECUÇÃO DA LAJE EM CONCRETO
ARMADO**

Título: Redução no Tempo de Execução da Laje em Concreto Armado

Situação: Concluído

Data de Início: 16/10/2023

Data de Término: 02/11/2023

1 - Contexto

O empreendimento estudado apresenta um planejamento a ser seguido, esse foi concebido com a execução de uma laje em concreto armado (pilares, vigas e lajes) ocorrendo em 6 dias trabalhados. Entretanto esse prazo não está sendo seguido. Dessa forma é necessário que se reduza o tempo dessa execução, para se adequar ao planejamento

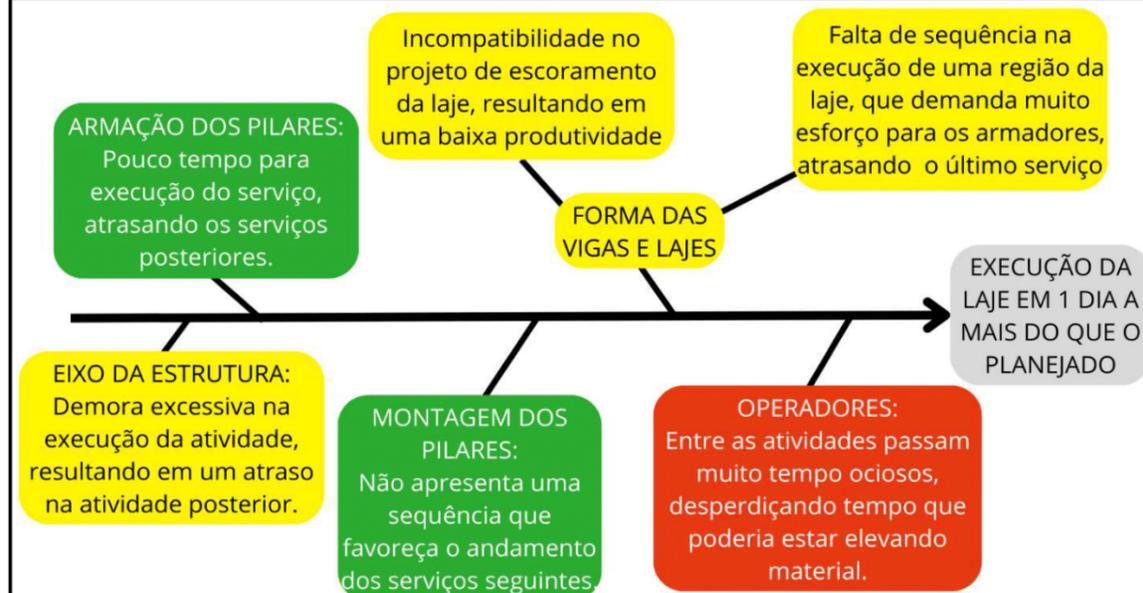
2 - Condição atual

Equipes	Parâmetros	Quant. a Produzir	Datas	Início	Fim
1 Carpinteiros 15 Colaboradores	Fôrmas - m²	Laje 15: 702,28	Laje 15	17/10/23	25/10/23
		Laje 16: 716,30			
2 Armadores 9 Colaboradores	Armaduras - kg	Laje 15: 12.610,50	Laje 16	26/10/23	-
		Laje 16: 11.690,88			
3 Operadores 2 Colaboradores	Elevação de Material	-			

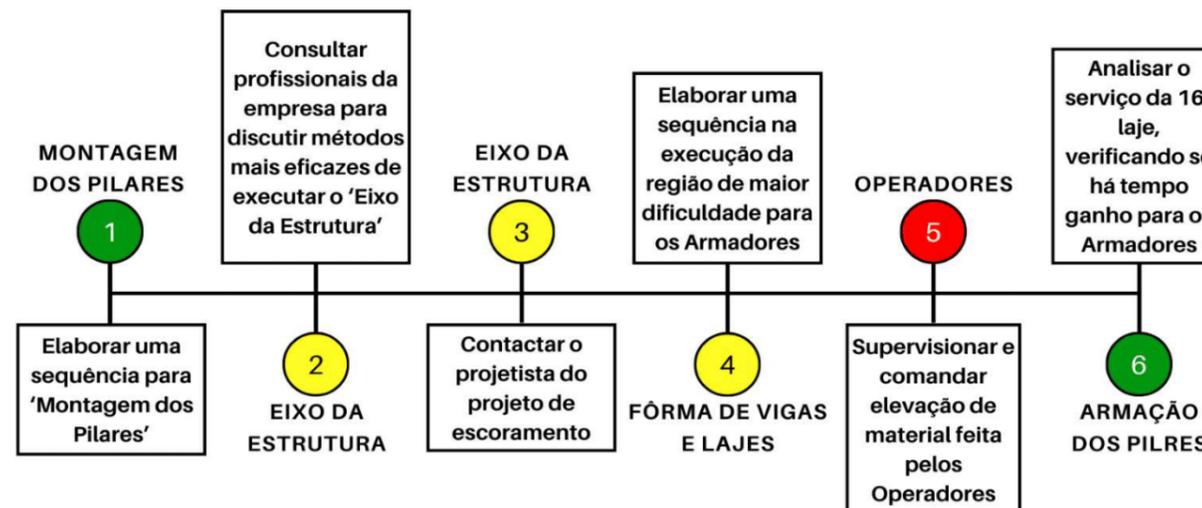
3 - Objetivo

Como visualizado na condição atual, a laje 15 foi executada em 7 dias trabalhados. Visando atender ao planejamento da obra, faz-se necessário que se adeque a execução da laje em concreto armado na quantidade de dias planejado, ou seja 6 dias. Com isso a meta a ser atingida é a redução em 1 dia na execução da laje em concreto armado.

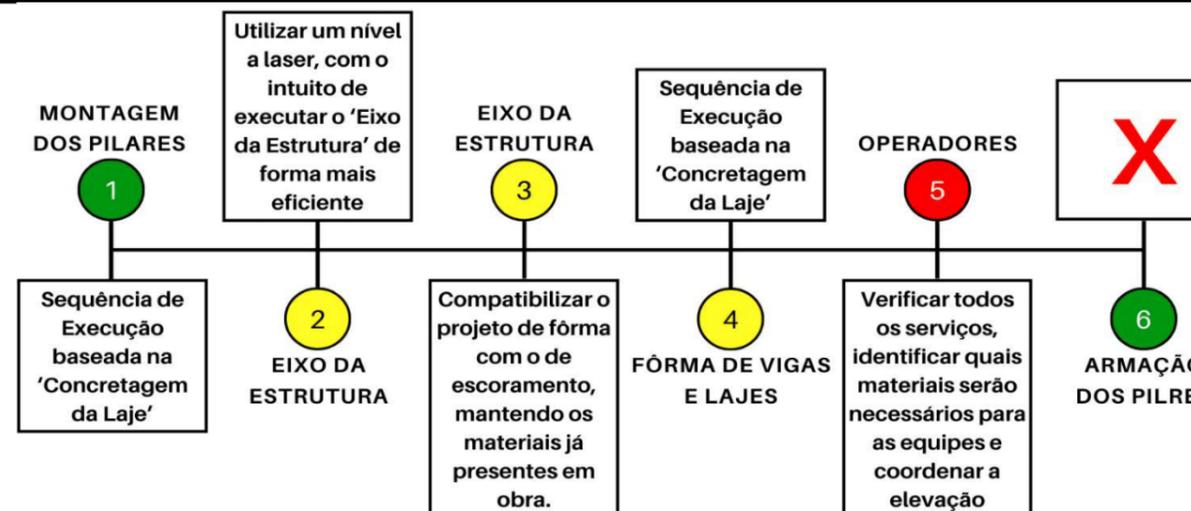
4 - Análise dos problemas



5 - Contramedidas propostas



6 - Plano de Ação



7 - Feedback

Quantidade de dias para execução dos serviços						Prazo Final da ESTRUTURA	
Equipe 1	Laje 15	Laje 16	Equipe 2	Laje 15	Laje 16	Antes	168 dias
Eixo da Estrutura	1 dia	1 dia	Armação Pilares	3 dias	3 dias	Depois	144 dias
Desforma Pilares	1 dia	1 dia	Montagem Pilares	2 dias	2 dias	OBJETIVO ALCANÇADO?	
Gabarito Pilares	2 dias	2 dias	Armação Vigas	3 dias	3 dias		
Forma Pilares	2 dias	2 dias	Montagem Vigas	2 dias	2 dias	SIM	
Desforma Vigas/Lajes	3 dias	2 dias	Separar Lajes	2 dias	2 dias		
Forma Vigas/Lajes	4 dias	3 dias	Armação Lajes	3 dias	2 dias		
Equipe 1	Laje 15	Laje 16	Equipe 2	Laje 15	Laje 16		
Produtividade - m²/dia	100,33	119,38	Produtividade - kg/dia	1.801,50	1.948,48		