

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

EMILLY DE PAULA SOUZA

**A CONTRIBUIÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DE OBRAS
NO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM CONDOMÍNIOS
HORIZONTAIS – ESTUDO DE CASO**

Goiânia, GO
2024

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO

NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC – Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Emilly de Paula Souza

Matrícula: 20181011050146

Título do Trabalho: A contribuição das ferramentas de gestão de obras no aumento da produtividade em condomínios horizontais – estudo de caso.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 02/10/2024.

Local Data

Emilly de Paula Souza

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

EMILLY DE PAULA SOUZA

**A CONTRIBUIÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO DE
OBRAS NO AUMENTO DA PRODUTIVIDADE EM
CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS – ESTUDO DE CASO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte
dos requisitos necessários para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil

Orientador: Prof^ª. Ma. Marcela Leão
Domiciano

Goiânia, GO

2024

S729c Souza, Emilly de Paula.

A contribuição das ferramentas de gestão de obras no aumento da produtividade em condomínios horizontais – estudo de caso / Emilly de Paula Souza. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2024.
70f.

Orientação: Profª. Ma. Marcela Leão Domiciano.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Condomínio. 2. Gerenciamento de obra. 3. Método Lean. I. Domiciano, Marcela Leão (orientação). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás. III. Título.

CDD 624.068

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Lana Cristina Dias Oliveira CRB1/ 2.631
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS CÂMPUS GOIÂNIA

Emilly de Paula Souza

A contribuição das ferramentas de gestão de obras no aumento da produtividade em condomínios horizontais - Estudo de caso

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, como parte dos quesitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Membros da banca: Me. Marcela Leão Domiciano (orientadora), Me. Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco, Dr. Paulo Francinete Silva Júnior.

Aprovado em 02 de Outubro de 2024.

Documento assinado eletronicamente por:

- Marcela Leao Domiciano, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/10/2024 12:20:20.
- Paulo Francinete Silva Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 03/10/2024 06:45:17.
- Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/10/2024 23:46:24.
- Matilde Batista Melo, COORDENADOR(A) DE CURSO - FUC1 - GYN-CCBEC, em 02/10/2024 22:09:27.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/10/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 571477

Código de Autenticação: 677cbe5c53



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Rua 75, nº 46, Centro, GOIÂNIA / GO, CEP 74055-110
(62) 3227-2736 (ramal: 2736)

RESUMO

O gerenciamento e planejamento de obras, atualmente, é fator imprescindível para o sucesso dos empreendimentos no âmbito da construção civil, uma vez que permite um maior controle sobre os processos executivos que dificultam a chegada ao produto final (edificação), além de mapear as dificuldades, identificar os problemas quanto à mão de obra, aos insumos e materiais, aos equipamentos e até mesmo empecilhos no próprio ato de planejar. Assim, por meio das ferramentas de gestão, o planejamento deve ser capaz de prever as adversidades, traçar estratégias de correção e prevenção e impedir a propagação de erros que atrapalhem o bom andamento do fluxo de trabalho, utilizando como fundamento a aplicação da filosofia do *Lean Construction* que visa uma produção limpa, organizada e padronizada. Portanto, este estudo, buscou apresentar algumas ferramentas empregadas, como, por exemplo, a Linha de Balanço, o *Kanban*, o Relatório A3, bem como suas vantagens na rotina da construção civil. Foram abordados dois panoramas distintos – em duas obras – para fins de comparação, o primeiro isento de qualquer intervenção do programa de planejamento e gerenciamento de obras, e o segundo com a implantação das mudanças no pensar operacional, com o uso das premissas do *Lean Construction*. Dessa maneira, avaliou-se pontos de impacto e melhoria entre as obras apresentadas, sobretudo, no que se diz respeito à produtividade. Identificou-se, com a descrição da aplicabilidade das ferramentas de planejamento, e a implantação de outras práticas gestão, as mudanças benéficas no segundo empreendimento em detrimento do primeiro, evidenciando a importância dos métodos de gestão em sua integralidade temporal.

Palavras-chave: construção civil, planejamento, gerenciamento, *Lean Construction*, produtividade.

ABSTRACT

Construction management and planning are currently essential factors for the success of projects in the construction industry, since they allow greater control over the executive processes that hinder the arrival of the final product (building), in addition to mapping difficulties, identifying problems related to labor, inputs and materials, equipment and even obstacles in the act of planning itself. Thus, through management tools, planning must be able to foresee adversities, outline correction and prevention strategies and prevent the propagation of errors that hinder the smooth running of the workflow, using as a basis the application of the Lean Construction philosophy that aims at clean, organized and standardized production. Therefore, this study sought to present some tools used, such as the Balance Line, Kanban, and the A3 Report, as well as their advantages in the construction industry routine. Two distinct scenarios were addressed – in two projects – for comparison purposes, the first exempt from any intervention by the planning and management program of projects, and the second with the implementation of changes in operational thinking, using the premises of Lean Construction. In this way, points of impact and improvement were evaluated between the projects presented, especially with regard to productivity. With the description of the applicability of the planning tools, and the implementation of other management practices, the beneficial changes in the second project were identified to the detriment of the first, highlighting the importance of management methods in their temporal integrality.

Keywords: civil construction, planning, management, Lean Construction, productivity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - As cinco abordagens para a implantação do Lean Construction	15
Figura 2 - Esquema representativo do método Kanban	21
Figura 3 - Exemplo de quadro Kanban físico.....	23
Figura 4 - Modelo montagem Relatório A3	25
Figura 5 - Exemplo de Linha de Balanço acompanhada.....	27
Figura 6 - Exemplo de linha de Balanço teórica	29
Figura 7 – Fluxograma de combinações de casas.	33
Figura 8 – Detalhamento do vagão de fundações.....	34
Figura 9 – Descrição do escopo de serviços dos pacotes.	35
Figura 10 – Linha de balanço utilizada em software.....	36
Figura 11 – Indicadores gerados por software.	37
Figura 12 – Acompanhamento de pacotes por casa.	37
Figura 13 – Andamento de pacotes distribuídos na obra A.	38
Figura 14 – Mapa de entregas da obra A.....	39
Figura 15 – Sequência de ataque da obra A.	40
Figura 16 – Planilha de acompanhamento de serviços da obra B.	41
Figura 17 – Exemplo de cronograma de uma casa da obra B.	41
Figura 18 – Quadro de restrições.	43
Figura 19 – Indicador de remoção de restrições por período.	44
Figura 20 – Indicador de restrições por categoria e prazo.....	45
Figura 21 – Índice de atrasos de restrições em dias.	45
Figura 22 – Mapeamento de restrições por responsáveis.....	46
Figura 23 – Detalhamento CED da Laje Inferior.	47
Figura 24 – Planilha de Planejamento Semanal.	48
Figura 25 – Categorização de problemas.	49
Figura 26 – Problemas Mapeados na Programação Semanal.....	50
Figura 27 – Problemas identificados nas semanas acumuladas.	50
Figura 28 – Gráfico PPC por semana.....	51
Figura 29 – Reunião de check-in e check-out no canteiro de obras.....	52
Figura 30 – Planilha de Programação Semanal Logística.	52
Figura 31 – Planilha de Planejamento Semanal - obra B.	53
Figura 32– Definição da meta ou melhoria no Relatório.	55
Figura 33 – TP de Instalação Infra Enterrada.....	56
Figura 34 – Análise da TP de Instalação Infra Enterrada.	57
Figura 35 – Resultados da redução no tempo da Infra Enterrada.....	58
Figura 36 – Resultados do aumento no tempo do Radier.....	59
Figura 37 - Esquema de funcionamento Kanban de formas da obra A.	63
Figura 38 - Exemplo de Kanban de formas utilizado do canteiro da obra A.	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CED	CADERNO DE EVOLUÇÃO DIÁRIO
JIT	<i>JUST IN TIME</i>
LDB	LINHA DE BALANÇO
LPS	<i>LAST PLANNER SYSTEM</i>
MFV	MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR
PDCA	<i>PLAN, DO, CHECK, ACT</i>
PPC	PERCENTUAL DE PACOTES CONCLUÍDOS
SINAPI	SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL
TP	TRABALHO PADRONIZADO
WIP	<i>WORK IN PROGRESS</i>

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1.	OBJETIVO GERAL.....	11
1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.3.	JUSTIFICATIVA	11
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1.	PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	13
2.2.	LEAN CONSTRUCTION E A CONSTRUÇÃO ENXUTA	14
2.3.	JUST IN TIME	17
2.4.	LAST PLANNER SYSTEM	18
2.5.	KANBAN	18
2.5.1.	Conceito e caracterização	18
2.5.2.	Implementação do Kanban	19
2.5.3.	Vantagens do Kanban	21
2.5.4.	Tipos de Kanban	22
2.6.	RELATÓRIO A3	23
2.7.	LINHA DE BALANÇO (LDB)	26
2.7.1.	Conceito e caracterização	26
2.7.2.	Construção da LDB	28
2.7.3.	Vantagens e limitações da Linha de Balanço	29
3.	METODOLOGIA	31
4.	ESTUDO DE CASO	32
4.1.	PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO	34
4.2.	PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO	42
4.3.	PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO	46
4.4.	RELATÓRIO A3	54
4.5.	KANBAN	60
5.	CONCLUSÕES	65
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é, notoriamente, um setor que se expande de maneira contínua, e devido ao aumento da complexidade dos empreendimentos e da necessidade de sempre manter uma produção elevada. A fim de se obter resultados em menor tempo, os métodos de gerenciamento e planejamento de obras vem se tornando imprescindíveis (Silva, 2018). Por esse motivo, é evidente a maior adesão à filosofia de planejar e gerenciar a obra, sobretudo em construtoras e incorporadoras que desejam manter um alto nível de desenvolvimento, pois os métodos existentes visam o alcance dos objetivos de forma satisfatória, garantindo que os padrões estabelecidos sejam cumpridos. Além disso, o gerenciamento permite que a detecção de falhas ocorra previamente, norteando as decisões e as soluções, de modo a atender as especificidades de cada empresa (Silva, 2018).

Ademais, de acordo com Batti *et al.* (2013), a concorrência no âmbito da construção civil é acirrada, grandes empreendedores estão mais atentos às estratégias de planejamento, pois com o emprego das mesmas, o caminho para se manter no mercado torna-se mais descomplicado. Por isso, entender os recursos empregados na construção, além da compreensão das razões que causam inconformidades e prejuízos ao empreendimento, configura-se no principal incentivo para se organizar e planejar com precisão e seriedade (Batti *et al.* 2013).

Por esse motivo, muitas empresas vêm buscando a inovação e mudança, e muitas vezes isso se dá por meio do emprego da filosofia *Lean Construction*, refletida por meio de suas ferramentas operacionais. Tal filosofia permite um eficiente mapeamento de problemas, além de reduzir tudo que não agrega valor ao produto final a ser elaborado, objetivando uma produtividade assertiva, minimizando empecilhos e desperdícios.

Por conseguinte, outro ponto importante a salientar é que o planejamento, apesar de seguir princípios semelhantes, não é imutável, varia de empresa para empresa, varia com relação à configuração do empreendimento, ou seja, sofre modificações conforme o

contexto em que está inserido. Portanto, cada empresa ou segmento escolhe a via que melhor atende seus objetivos.(Sacomano *et al.* 2004 *apud* Silva, 2018).

Dessa forma, este estudo tem o objetivo de evidenciar os efeitos ocasionados por essa mentalidade aplicada na construção civil. Assim, o planejamento é norteador de toda a etapa construtiva, juntamente com a elucidação de algumas ferramentas gerenciais que contribuem para o êxito da cadeia produtiva, que será o foco deste trabalho.

1.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência das ferramentas de gestão e planejamento empregadas na construção civil, no contexto de condomínios horizontais, com enfoque na construção de residências unifamiliares na configuração de sobrados, utilizando o estudo de caso.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Apresentar os procedimentos e técnicas utilizadas na gestão de obras, e posteriormente, mostrar seu emprego no cotidiano do empreendimento.
- Realizar uma comparação entre o cenário em que as ferramentas de gestão são aplicadas (obra A), e o cenário oposto - sem qualquer ferramenta de gestão (obra B), através de dados obtidos em pesquisa de campo.
- Ponderar os impactos que a consolidação do plano de gerenciamento e planejamento de obra proporcionou, evidenciando a produtividade e o rendimento dos serviços.

1.3. JUSTIFICATIVA

No Brasil atual, o setor da construção civil vem apresentando uma expansão considerável, principalmente pós pandemia de Covid-19, em que as pessoas buscaram uma maior qualidade de moradia e vivência, tornando visível o aquecimento do mercado com as inúmeras construções simultâneas. Por essa razão, observa-se que as empresas estão cada vez mais dedicadas em manter os seus níveis de produtividade elevados, a fim de atenderem às expectativas do mercado. Para que a produtividade seja elevada de forma eficaz, é necessário um planejamento e gerenciamento adequado de todo o

sequenciamento de produção, juntamente com os departamentos envolvidos para tal objetivo (Pituco, 2022).

Segundo Mattos (2010), muitas empresas consideram o planejamento como um trabalho à parte, isolado. Porém, sabe-se que o planejamento precisa ser integrado em toda a estrutura da empresa, respeitando a interdisciplinaridades de tarefas, de modo que todas elas irão interferir no andamento da produção, afetando a produtividade da obra e o atendimento aos requisitos de prazo e qualidade. Além disso, é recomendável que o planejamento seja retroalimentado de forma ininterrupta, pois os dados mais assertivos, sobretudo, em relação ao avanço físico da obra, devem ser originários do planejamento, é onde a informação, tanto positivamente quanto negativamente, deve estar contida.

Além disso, segundo Silva (2018), cada empresa, de acordo com o seu funcionamento, escolhe adotar as medidas de planejamento e controle que mais se adequarão à sua sistemática e cultura. Por conseguinte, existe uma certa homogeneidade nessas escolhas, pois adota-se o método que se aplica melhor a uma maioria, que no caso é a filosofia do *Lean Construction*, que vem sendo cada vez mais difundida e empregada. O *Lean Construction* se fundamenta no conceito de “construção enxuta”, em que todas as atividades envolvidas no sistema de produção, devem convergir de forma a minimizar os desperdícios, maximizar valores a fim de obter um produto bem-sucedido, que no contexto abordado, seria a edificação (Pituco, 2022).

Ademais, o planejamento é de suma importância para o sucesso dos empreendimentos, e deve ser consultado de forma a guiar todas as decisões, sempre suscitando a capacidade de “prever imprevistos”. Não apenas, o planejamento analisa os impactos ocasionados por qualquer alteração que possa vir a ocorrer, seja ela na contratação de mão de obra, na compra de um material ou uma estratégia construtiva proposta, também buscando soluções.

Portanto, um planejamento bem elaborado e bem executado, com auxílio de suas ferramentas de gestão, proporciona índices de satisfação e produtividade maiores que um sistema que não possui um, e essa constatação é obtida de forma mais contundente e elucidativa à medida que se passa o tempo. Devido a esse fator, verifica-se o crescimento de empresas adeptas, justamente por entenderem a relevância do gerenciamento e planejamento ativo, visando sua perenidade no ramo da construção civil.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Fundamentado em pesquisas técnicas, neste capítulo, apresenta-se as conceituações gerais empregadas no planejamento, com ênfase nas mais utilizadas, como o *Lean Construction*, o *Last Planner System* e o *Just in Time*. Além disso, serão apresentadas as ferramentas de planejamento que possibilitam a materialização e aplicabilidade dos conceitos, como, por exemplo, o Kanban e a Linha de Balanço.

2.1. PLANEJAMENTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O planejamento de produção, sobretudo na construção civil, é um processo que reúne diversas atribuições simultaneamente, sendo a primordial delas o estabelecimento de metas e objetivos a serem alcançados (Pituco, 2022). Além de descrever o ponto de chegada, o planejamento determina como será a caminhada, com quais recursos, quais metodologias empregadas, quais ações tomadas, o sequenciamento de execução, considerando o melhor cenário, visando permanecer na margem de custos e prazos limitados (Silva, 2018).

O planejamento é uma ferramenta gerencial responsável por direcionar toda a etapa de produção, e ainda cabe por minimizar erros e prever inconsistências, a fim de atingir o objetivo da melhor maneira possível. Segundo Formoso (2001), a baixa produtividade, os atrasos nas construções, e a baixa qualidade dos produtos, deve-se, essencialmente à deficiência da elaboração do planejamento, causando transtornos na execução das obras.

Em relação às características do planejamento direcionado para a construção civil, o mesmo é subdividido em três níveis: longo prazo, médio prazo e curto prazo, somado às etapas de preparação que antecedem o planejamento em si. O primeiro nível, considera-se um como norteador, nomeado como plano mestre (*Master Plan*), em que se visualiza toda a duração do empreendimento (Ballard, 2000).

Já no segundo nível, determinado como plano tático (*Look-ahead*), o planejamento se estende de duas a seis semanas, observando de forma mais minuciosa os eventos que o compõem, com a provisão de necessidades do curto prazo e regulação do longo prazo (Ballard, 2000).

Em relação ao terceiro nível, faz-se uma análise com um tempo ainda menor, cerca de cinco a dez dias úteis, detalhando melhor todos os pacotes de serviço juntamente com

as equipes destinadas à execução. Neste nível, o planejamento elabora o sistema de restrições, de forma a mapear todos os empecilhos que possam vir a interferir no sucesso da efetivação das atividades (Ballard, 2000).

2.2. *LEAN CONSTRUCTION* E A CONSTRUÇÃO ENXUTA

O *Lean Construction* é uma filosofia de gestão da produção derivada do *Lean Manufacturing*, criada após a Segunda Guerra Mundial pela empresa Toyota, por volta do ano de 1950, que objetiva um aumento de produtividade determinado pela eliminação ininterrupta de desperdícios (Batti *et al.* 2013). O *Lean* é caracterizado como um modelo de “Construção Enxuta”, em que as atividades contidas dentro do fluxo de trabalho, desde a matéria prima até o produto final, estão divididas em duas categorias: as que agregam valor ao produto final e as que não agregam, e por isso, buscam ser eliminadas definitivamente do fluxo produtivo (Marchesini, 2021). Além disso, essa determinação de “construção enxuta” parte da premissa de se considerar todos os parâmetros reduzidos, quantidade de mão de obra, equipamentos, tempo, espaço, defeitos, mas mantendo-se o ritmo de alcance de produtos finais. (Batti *et al.* 2013).

De acordo com Ballard, (2000), o *Lean Construction* tem como características, os seguintes pontos:

- a) Visão clara dos objetivos a estabelecer no processo de entrega do produto e boa percepção das necessidades e requisitos do cliente;
- b) Equipe de carácter multifuncional que desenvolve e desenha o produto e o processo de forma concorrencial, este trabalho em paralelo estimula a interação positiva dentro do processo;
- c) Alteração do alinhamento dos trabalhos ao longo da cadeia de fornecimento de forma a reduzir a variação e otimizar a quantidade e conteúdo de trabalho em execução;
- d) Estruturação do trabalho em termos de processo global para aumentar o valor e reduzir o desperdício. Uma melhor performance ao nível do planeamento faz aumentar o desempenho do projeto;

Womack e Jones (1992) *apud* Marchesini (2021) estrutura a conceituação do *Lean* nas seguintes bases:

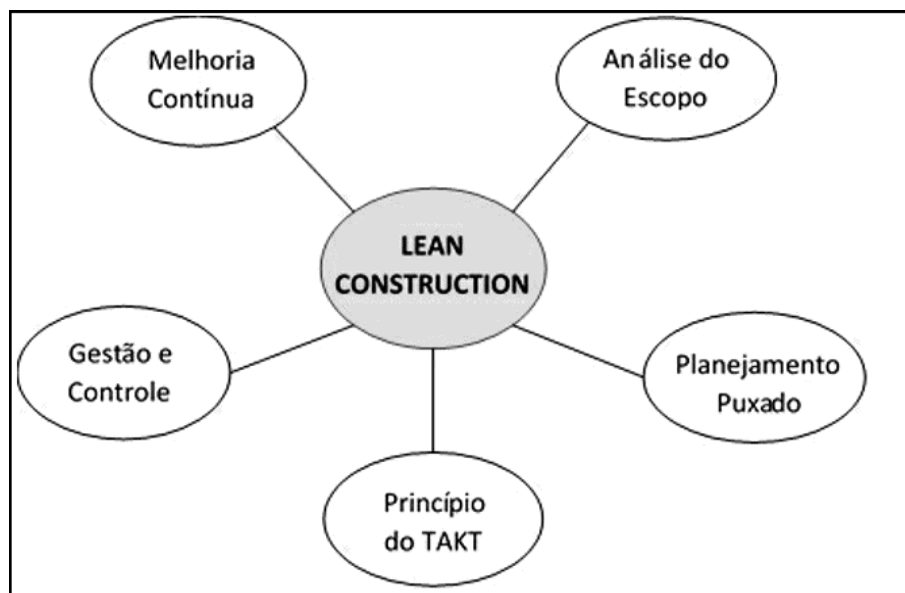
- a) Sistema integrado de produção com enfoque no fluxo de pequenos lotes na produção, baseado no just-in-time e estoques reduzidos;
- b) Viabiliza ações preventivas e não corretivas;
- c) Opera com a produção puxada e não empurrada, baseada em previsões de demanda;
- d) Flexibilidade, operando com mão de obra polivalente;
- e) Envolvimento máximo na solução das causas de problemas, com o objetivo de aumentar o valor agregado ao produto;
- f) Relacionamento envolvente desde fornecedores a clientes.

Segundo Oliveira (2018), para a aplicação do *Lean Construction* na construção civil, apesar de as metodologias utilizadas no sistema fabril e em outros sistemas serem similares, deve-se considerar a obra como condição única, um produto com suas particularidades e características específicas. Dessa forma, saber como utilizar as ferramentas *Lean* é fator crucial e um grande desafio para o segmento. Além disso, Oliveira (2018) ressalta que para a implantação do *Lean Construction*, deve-se encontrar uma metodologia prática, acessível, de fácil compreensão, de forma que os conceitos dessa filosofia seja adotado sem maiores dificuldades.

Dessa forma, Oliveira (2018) sugere cinco abordagens do *Lean Construction* (conforme a Figura 1), para que sua implantação na construção civil ocorra de forma satisfatória e simplificada, são elas:

- 1) Análise do Escopo
- 2) Planejamento Puxado
- 3) Princípio do Takt
- 4) Gestão e Controle
- 5) Melhoria Contínua

Figura 1 - As cinco abordagens para a implantação do *Lean Construction*



Fonte: Oliveira, 2018.

À vista disso, descrevendo três importantes abordagens apresentadas por Oliveira (2018), tem-se que na etapa de análise de escopo, reúne-se todas as informações

essenciais para a elaboração do produto que fora vendido ao cliente, de forma a ter os primeiros passos para o entendimento de toda a obra. Sendo assim, deve-se observar a estrutura analítica do projeto, análise de contratos, análise de orçamento, previsão de mão de obra e equipamentos.

Ademais, nessa etapa inicial, Oliveira (2018) propõe a realização do mapeamento do fluxo de valor (MFV), que consiste, basicamente, em unir todas as informações obtidas dos itens anteriores, de forma a torná-las acessíveis e consultivas aos gestores de obras, auxiliando nas tomadas de decisões e nas etapas consecutivas. O autor também ressalta que o MFV é responsável por todos os dados e informações de cada uma das etapas, obedecendo o fluxo desde a origem até o final, quando o produto será disponibilizado ao cliente.

Por conseguinte, a ferramenta do MFV é imprescindível para mapear os possíveis desvios entre o escopo e as necessidades construtivas e identificar os desperdícios que possam vir a surgir no ciclo da produção. Além disso, as análises devem ser executadas de forma colaborativa, de modo que os envolvidos no processo de produção agreguem mudanças e opiniões, para que o MFV se torne cada vez mais aplicável e próximo à realidade executiva (Oliveira, 2018).

Na etapa de Gestão e Controle, são elaborados métodos de controle da rotina do empreendimento, levando em consideração todas as etapas e frentes de trabalho compreendidas no planejamento, realizando a análise entre previsto e realizado, periodicamente. Dessa maneira, segundo Oliveira (2018), é necessário o hábito de reuniões, geralmente realizadas em uma *Oobeya*, caracterizada por um recinto onde todas as informações referentes a um determinado projeto estão à vista, para que se realizem as devidas discussões e tomadas de decisões entre os envolvidos.

Conforme o autor, essas reuniões devem acontecer regularmente, com a duração estimada de duas horas, gerando-se um plano de ações para cada elemento discutido, inseri-lo em um quadro visível e fixado para ser reavaliado nas próximas reuniões, de forma a verificar o cumprimento ou o não cumprimento das ações.

Além disso, Oliveira (2018) destaca, que para maior controle das atividades em andamento na obra, é de suma importância o acontecimento de reuniões de alinhamento diárias, envolvendo os principais responsáveis por cada atividade, com o objetivo de relatar as problemáticas e apontar os índices de produção, colaborando para a existência de um fluxo de informações mais assertivo quanto a realidade. Por fim, essas reuniões

devem ocorrer em dez minutos e podem ser harmonizadas juntamente com os diálogos de segurança, para que não comprometam o tempo de produção das equipes.

Na etapa de melhoria contínua, a filosofia do *Kaizen* é seu pilar, em que a mesma exige o emprego contínuo de esforços para a melhoria do sistema, propondo uma organização que visa a diminuição do tempo de resposta diante ao problema, além de trabalhar na resolução das causas raízes e não somente corrigir pontualmente. (Ciconelli, 2007).

Dessa forma, conforme Oliveira (2018), o conceito do *Kaizen* é incorporado nas premissas para a implantação do *Lean Construction*, em que a persistência e resiliência dos gestores da obra é fator essencial para o sucesso do planejamento, além de proporcionar o incentivo da equipe a seguir a cultura de busca ininterrupta de avanços positivos para o empreendimento no qual estão incorporados.

2.3. *JUST IN TIME*

O *Just In Time* (JIT) é uma técnica também incorporada pelo sistema Toyota de produção, que objetiva manter os padrões de produtividade, otimizando os recursos disponíveis, ou seja, viabiliza a entrega do produto final ao cliente com menor custo. (Lubben, 1989). Além desse fator, o JIT, conforme Chambers (1982) *apud* Júnior (2003) afirma: “Possibilita a produção eficaz em termos de custo, assim como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos [...]”, ou seja, viabiliza a não ocorrência de estoques e não faz com que o tempo de espera do cliente seja longo, possuindo o verdadeiro equilíbrio.

Conforme Grenho (2009), os aspectos da filosofia *Just in Time* são definidos pelas seguintes proposições:

- a) Produção sem estoques;
- b) Eliminação de desperdícios;
- c) Produção de fluxo contínuo;
- d) Esforço contínuo na resolução de problemas;
- e) Melhoria contínua dos processos;

Em suma, Júnior (2003) afirma que o *Just in Time* consiste substancialmente na eliminação de perdas durante o processo, ou seja, a exclusão tudo que não acrescente valor ao produto final. Além disso, Moura (1989) declara que o *Just in Time* possui uma objetividade em sua produção, de maneira que confecciona-se somente o solicitado, ou seja, a produção baseia-se apenas na demanda, em que cria-se um sincronismo entre o âmbito operacional e o cliente.

2.4. *LAST PLANNER SYSTEM*

O *Last Planner System* (LPS) é um sistema de planejamento e controle, dentro da filosofia *Lean Construction*, que possui suas origens na Engenharia de Produção, mas que foi incorporado na construção civil a fim de garantir a melhoria das atividades produtivas. Essa metodologia tem como finalidade garantir que não haja nenhuma restrição para que uma atividade seja iniciada e concluída como planejado, e em todos os níveis de planejamento, seja ele a longo prazo, curto prazo e médio prazo, assegurando a não interrupção do fluxo de trabalho, sem comprometimento do plano geral da obra. (Pituco, 2022).

Dentro da análise de curto prazo, avalia-se o planejado e o executado através do índice de Percentagem de Planejamento Concluído (PPC), em que se investiga quais atividades não foram concluídas e quais foram as causas para o não cumprimento das mesmas. Dessa forma, é traçado um plano de correção e prevenção para que o impedimento de outras atividades semelhantes não se propague (Grenho, 2009). Portanto, esse elemento permite a avaliação de itens impeditivos, verificando o que deve ser feito e o que pode ser efetuado, e identificando as inconformidades com relação ao planejamento, e removendo-as conforme necessário. (Silva, 2018).

2.5. KANBAN

2.5.1. Conceito e caracterização

O Kanban é considerado um dos pilares da filosofia *Just in Time*, que foi desenvolvida, inicialmente, pela empresa Toyota, em sua produção automobilística, por volta da década de 1960. O *Just in Time* tem por essência a afirmação “item certo, na quantidade correta, no tempo exato”, e por essa razão, o Kanban tornou-se um mecanismo adequado para atender a essa exigência. (Silva, 2019). Além disso, segundo Silva (2019), a aplicabilidade do Kanban é facilitada, pois o *Just In Time* visa uma melhoria contínua, aumentando a produtividade, mantendo-se um padrão de qualidade, com a eliminação dos desperdícios e utilização de uma menor quantidade de recursos, sejam eles equipamentos, pessoas e outros.

Por conseguinte, em sua tradução, Kanban significa cartão, símbolo, sinal visual, ou seja, trata-se de um método de controle de produção com o uso de cartões ou etiquetas,

com a finalidade de regular os estoques, impedindo a ocorrência da superprodução ou escassez de um produto necessário, de forma a atender a demanda exigida, sem extrapolar os limites inferiores ou superiores. Além disso, o Kanban permite a identificação de produtos defeituosos, impedindo sua chegada ao final da linha de produção. (Ohno, 1997).

Uma exemplificação do método pode ser vista em uma produção fabril, em que as peças, para a composição de um produto, são armazenadas em locais específicos, e quando são requisitadas pela etapa posterior, sofrem movimentações, e o seu cartão correspondente também é movimentado através das seções de fabricação. Dessa maneira, à medida que as peças são consumidas, esvaziam-se os recipientes, e os cartões Kanban são colocados em escaninhos que são recolhidos juntamente com os recipientes vazios e enviados às seções iniciais do processo, de forma a retroalimentar todo o sistema. (Oliveira, 2005).

Segundo Marinho (2020), o Kanban, por ser uma ferramenta visual, apresenta facilidade na gestão de tarefas, permitindo uma fácil compreensão. Ademais, por se caracterizar um sistema de baixo custo, o Kanban é bastante atrativo para as empresas, de forma a surgir cada vez mais adesões em suas linhas produtivas.

Em síntese, o Kanban é um método de gerenciamento e controle bastante eficaz quando implantado corretamente, que de acordo com Oliveira (2005), possui as seguintes funções:

1. Acionar o processo de fabricação apenas quando necessário;
2. Não permitir a produção para estoque com previsões futuras;
3. Paralisar a linha quando surgirem problemas não solucionados;
4. Permitir o controle visual do andamento do processo;
5. Ser acionado pelo próprio operador;
6. Constituir-se em uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço;
7. Tornar-se uma ferramenta para evitar o excesso ou a falta de produção/entrega de peças;
8. Controlar o inventário;
9. Descobrir e amplificar as fraquezas do processo;
10. Produzir peças com base em lotes pequenos;
11. Entregar as peças de acordo com o consumo;
12. Identificar as peças.

2.5.2. Implementação do Kanban

Conforme Marinho (2020): “[...] o Kanban pode ser dividido em estágios: *To Do* (a fazer), *Dev.* (desenvolvimento), *Test* (teste), *Release* (entrega) e *Done* (finalizado) [...]”, mostrando todas as etapas envolvidas no processo, permitindo uma visualização

amplificada. Por essa razão, essa decomposição é essencial para a eficiência do método, visto que, quando o fluxo de trabalho é visualizado em sua integralidade, a percepção da cadência e execução do processo é facilitada. (Marinho, 2020)

O Kanban é uma metodologia que possui menos instruções, uma técnica bastante simplificada e adaptativa para as empresas que desejam desenvolver seus processos produtivos. Dentre as instruções, para a implantação do Kanban, pode-se destacar três passos: a retratação do fluxo de trabalho atual, a limitação do fluxo de trabalho, e o acompanhamento e gerenciamento das atividades inseridas dentro do fluxo de trabalho (Kniberg, 2012 *apud* Neto, 2012). A Figura 2 apresenta um esquema representativo do método Kanban e suas etapas.

Em relação a primeira instrução, a definição se dá a partir da estruturação de cada cenário e de cada empresa, de acordo com as necessidades para o alcance do produto. Já em relação a segunda instrução, Neto (2012) e Marinho (2020) ressaltam que o Kanban possui um limitador de tarefas, conhecido *WIP (Work in Progress)*, em que o número de atividades em execução não deve extrapolar o determinado, sendo um empecilho para o rendimento da ferramenta.

Tal determinação, segundo Marinho (2020) possibilita a implementação de um sistema puxado e rigoroso, em que novas atividades não são iniciadas até que as determinadas anteriormente sejam finalizadas por completo, garantindo um melhor tempo de resposta e identificação de problemas. E por fim, na terceira instrução, conforme descrito por Neto (2018), é onde se analisa os resultados do Kanban, empregando técnicas para mapear, controlar e solucionar os problemas encontrados.

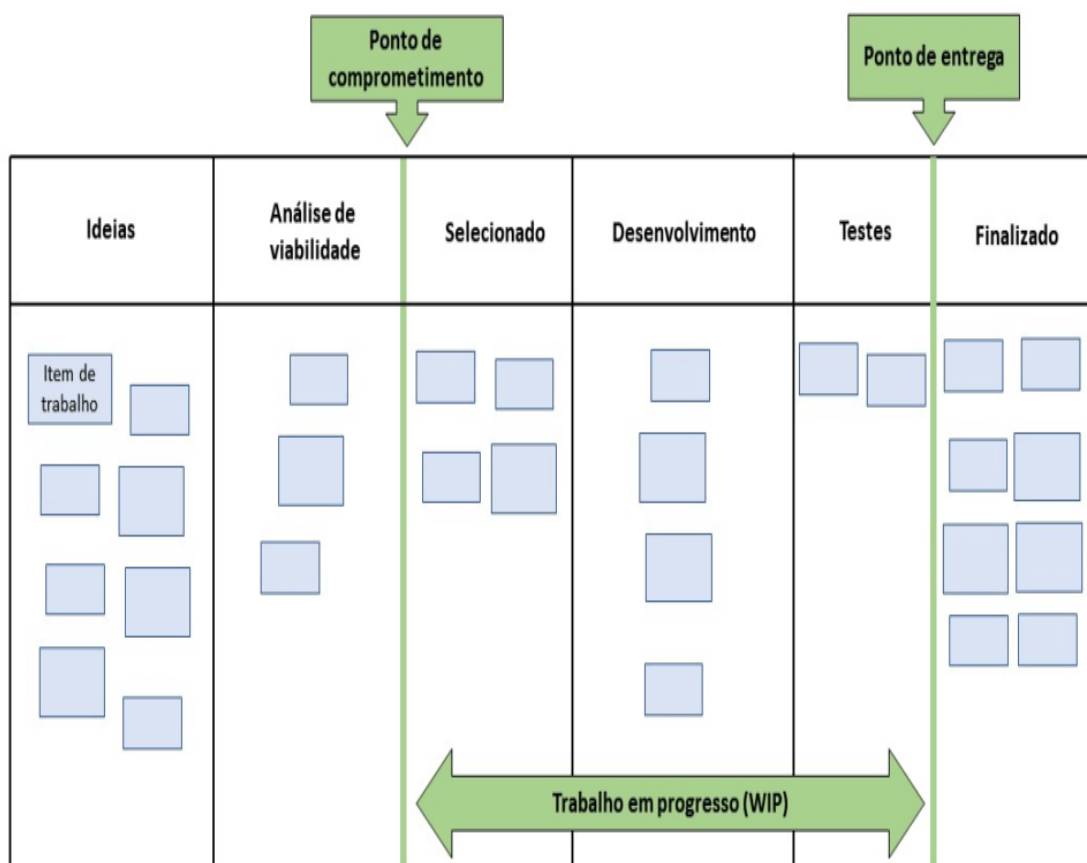
De acordo com Marinho (2020), há duas formas de se avaliar o método Kanban, através do cálculo de métricas e do gráfico de fluxo cumulativo. Nos métodos citados, é realizado o cálculo do *lead time*, que é definido como o tempo que o item de trabalho é mapeado durante todo o fluxo, desde sua entrada até a conclusão. (Neto, 2012)

Para Oliveira (2005), algumas estratégias devem ser tomadas para que o Kanban esteja alinhado à filosofia do *Just In Time*, como:

- a. Multidisciplinariedade dos operários, podendo alterar seus postos de trabalho;
- b. Boa organização dos locais de trabalho (*Layout*);
- c. Redução de imprevistos;
- d. Prazos de manutenção reduzidos;

- e. Bom funcionamento da relação entre cliente e fornecedores durante todas as etapas do processo;
- f. Treinamento e capacitação de profissionais.

Figura 2 - Esquema representativo do método Kanban



Fonte: RIBAS (2023)

2.5.3. Vantagens do Kanban

Em relação às vantagens da aplicação do método Kanban, pode-se destacar a sua multidisciplinaridade, em que se pode visualizar várias tarefas simultaneamente. Além disso, apesar de seu surgimento da indústria, ele pode ser aplicado em diversos outros segmentos, como o caso da construção civil, do desenvolvimento de softwares, e até mesmo na execução de projetos, de forma a adequar-se a qualquer atividade que tenha o papel de “demanda” e “entrega de produto” (Marinho, 2020). Ainda sobre essas abordagens, o Kanban permite um processo mecanizado, automático, que os operários

não precisam dispor de muitos pensamentos para executar as tarefas, e sim realizar de acordo com que se determina nos cartões, seguindo suas características, respeitando seus pontos de partida e chegada e sua sequência (Silva, 2019).

Outrossim, pode-se acrescentar, de acordo com Oliveira (2005), mais alguns fatores que contribuem para o emprego do método Kanban, sendo eles:

- a. Redução dos estoques, liberando um maior espaço físico para uso, maior facilidade de gestão e as alterações ocorrem de forma mais rápida;
- b. Descentralização do controle de produção;
- c. Interligação entre várias unidades de trabalho;
- d. Rápida circulação entre unidades de trabalho, seja espaço físico, ou para comunicação, na circulação de informações.
- e. Melhor qualidade dos produtos e serviços aos clientes, visto que as entregas são em quantidades menores mas também em prazos reduzidos.

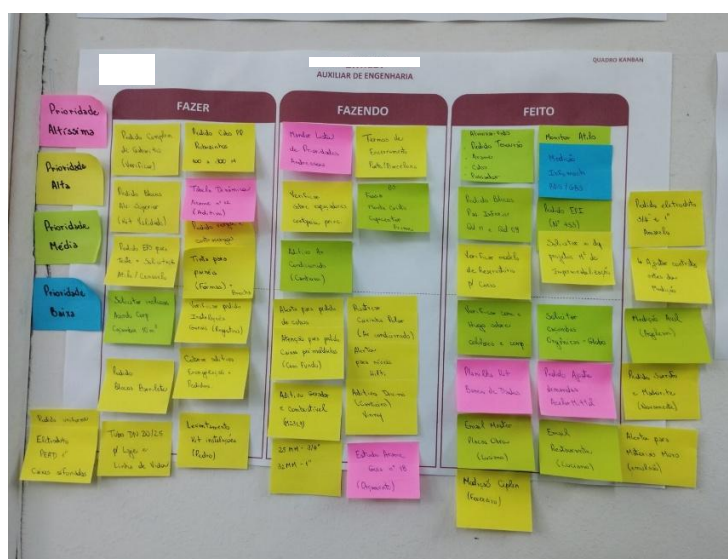
2.5.4. Tipos de Kanban

Ribeiro (2003), cita quatro configurações de Kanban, são elas:

- a. Kanban de Movimentação e Transporte: o objetivo é destinar um material ou um produto de um local específico para outro.
- b. Kanban de Fabricação/ Produção: relacionando à solicitação de material e insumos para produção de novos lotes, é ligado ao setor de almoxarifado.
- c. Kanban de Montagem: referente à sequência de montagem do produto, como exemplo, de peças e aparelhos, mostra-se a ordem de execução através de pacotes de Kanbans.
- d. Kanban de Fornecedor: responsável por estabelecer a comunicação com os fornecedores a fim de realizar o abastecimento de material e componentes necessários para a produção, é atrelado ao setor de suprimentos e fornecedores externos.

A Figura 3 apresenta um modelo de quadro físico do Kaban.

Figura 3 - Exemplo de quadro Kanban físico



Fonte: autor, 2024.

2.6. RELATÓRIO A3

O relatório A3 é uma metodologia elaborada pelo Sistema Toyota de Produção (STP), na década de 1960, com a finalidade de aplicar as atividades de melhoria, auxiliando o emprego inicial das ferramentas de controle de qualidade dos processos. (Ribeiro *et al.*, 2023). Além disso, os autores ressaltam que a metodologia A3 consiste em uma alternativa para resolução de problemas, de forma a reunir as informações de forma sucinta e integrada, permitindo uma visão mais objetiva, direcionando melhor as pessoas do ambiente corporativo responsáveis pelas decisões e soluções cabíveis em relação aos empecilhos apresentados no relatório.

Segundo Delgado (2016) *apud* Shook (2016), o nome do relatório surgiu a partir do uso da folha em formato A3 para a estruturação do projeto de melhoria, tornando-o um modelo organizacional que apresenta as informações, sem excesso de páginas e dados irrelevantes. Em síntese, a metodologia A3 é usada para documentar de forma resumida um processo de pensamento estruturado por participantes do mesmo. (Sobek, 2016)

Ademais, Pascoal (2022) evidencia que há uma maior agilidade na resolução do problema apresentado, visto que a comunicação e interpretação acontece de forma mais concisa, de forma que todos os parâmetros necessários se encontram em apenas uma folha, seguindo um padrão pré-estabelecido de organização. Outro ponto importante salientado por Pascoal (2022) é que a metodologia A3 proporciona a divulgação de uma

cultura de solucionadores de problemas no ambiente em que ela é empregada, já que sua configuração é mais compreensível e acessível, ou seja, facilitadora.

Por conseguinte, Pascoal (2022) afirma que o relatório A3 deve ser preenchido de forma narrativa e colaborativa, envolvendo todos os afetados pelo problema a ser tratado, deixando a descrição e documentação dos fatos o mais próximo da realidade. Além disso, para a elaboração do relatório A3, há uma diversidade de métodos a serem usados em seu preenchimento, a depender da meta a ser alcançada. Dentre eles, podemos citar como exemplo o *Brainstorming*, o PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), diagrama de Ishikawa, entre outros (Pascoal, 2022) .

Segundo Sobek e Smalley (2010), há sete elementos que compõem a essência do relatório A3, são eles:

- a. Processo de raciocínio lógico: A metodologia A3 permite que os pensamentos sejam estruturados de forma organizada e completa, ligando todos os detalhes importantes e descartando os desnecessários, de uma forma estratégica, a fim de visualizar os melhores resultados diante do problema apresentado e auxiliar na detecção de falhas.
- b. Objetividade: Nesse tópico, o relatório A3 possibilita uma conversão de pontos de vista de quem o utiliza e o analisa, de forma a reunir as diversas perspectivas para um objetivo comum e uma representação mais fidedigna à realidade.
- c. Resultados e processos: deve-se alcançar um resultado que seja fundamentado na compreensão e descrição do problema, análises e proposições para a solução do problema, e definição da técnica mais satisfatória.
- d. Síntese, destilação e visualização: O autor do relatório A3 deve filtrar as informações obtidas, de forma a selecionar apenas as que convém, mantendo a simplicidade e a brevidade do método. No entanto, deve manter os dados suficientes para se obter o entendimento, e tratá-los empregando forma visuais, como gráficos, desenhos e outros.
- e. Alinhamento: Toda a equipe envolvida na realização do relatório deve-se manter em comunicação ativa, seja verticalmente, em hierarquia, seja horizontalmente, respeitando a organização dos colaboradores.
- f. Coerência interna e consistência externa: O tema, a retratação da situação problema e os objetivos a serem alcançados devem possuir uma interligação coerente e explícita, além de que as resoluções e propostas encontradas devem ser

conectadas diretamente ao exposto inicialmente no relatório, ou seja, todos em conexão única.

- g. Ponto de vista sistêmico: O relatório A3 é uma importante ferramenta de aplicação de melhorias contínuas nas instituições que o adotam, devido à sua abrangência, sua compreensão é levada aos diversos segmentos envolvidos, não somente o setor diretamente afetado. Dessa maneira, a melhoria é levada aos demais setores, possuindo um conhecimento amplificado e caráter motivacional no que diz respeito à difusão do aperfeiçoamento.

Para a elaboração bem-sucedida do relatório A3, Oliveira (2018) destaca os seguintes passos:

1. Descrição do problema
2. Análise da situação
3. Definição da meta (deve ser factível)
4. Análise das causas (método de Ishikawa)
5. Planejamento das ações

A Figura 4 apresenta o modelo de montagem do relatório A3.

Figura 4 - Modelo montagem Relatório A3

Relatório A3

Título Execução de detalhe de fachada
Autor Inserir aqui
Data Xx/xx/xxxx

0 – DEFINIÇÃO DA EQUIPE

Nomes

1 – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA / MELHORIA

Texto

2 – ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

- Texto;

Causa Raiz:

3 – DEFINIÇÃO DA META

Texto

4 – PLANO DE AÇÃO

Ação	Responsável	Data	Status

5 – MONITORAMENTO

Texto

6 – RESULTADO ALCANÇADO

Texto

Fonte: autor, 2024.

Dessa maneira, seguindo o modelo de montagem do Relatório A3, com todos seus componentes, permite-se uma padronização da narrativa, proporcionando uma melhor interligação e sequência dos itens apresentados, possibilitando uma interpretação mais adequada para a resolução do problema. (Sobek, 2010 *apud* Delgado, 2016).

2.7. LINHA DE BALANÇO (LDB)

2.7.1. Conceito e caracterização

A Linha de Balanço (LDB) foi uma técnica desenvolvida, inicialmente, pela empresa Goodyear, responsável pela fabricação de pneus de aeronaves, durante a década de 40. Posteriormente, a LDB foi ainda mais desenvolvida com sua incorporação na Marinha dos Estados Unidos, durante a ocorrência da Segunda Guerra Mundial (Mattos, 2010). No entanto, segundo Batti *et al.* (2013), há registros da utilização dessa técnica na construção do Empire State Building em Nova York, Estado Unidos, nos anos 30. No Brasil, a Linha de Balanço começou a ser utilizada na construção de conjuntos habitacionais populares, dentre as décadas de 70 e 80, em que a quantidade de unidades a serem construídas era relativamente alta, necessitando de auxílio no controle e gestão do processo (Batti, 2013).

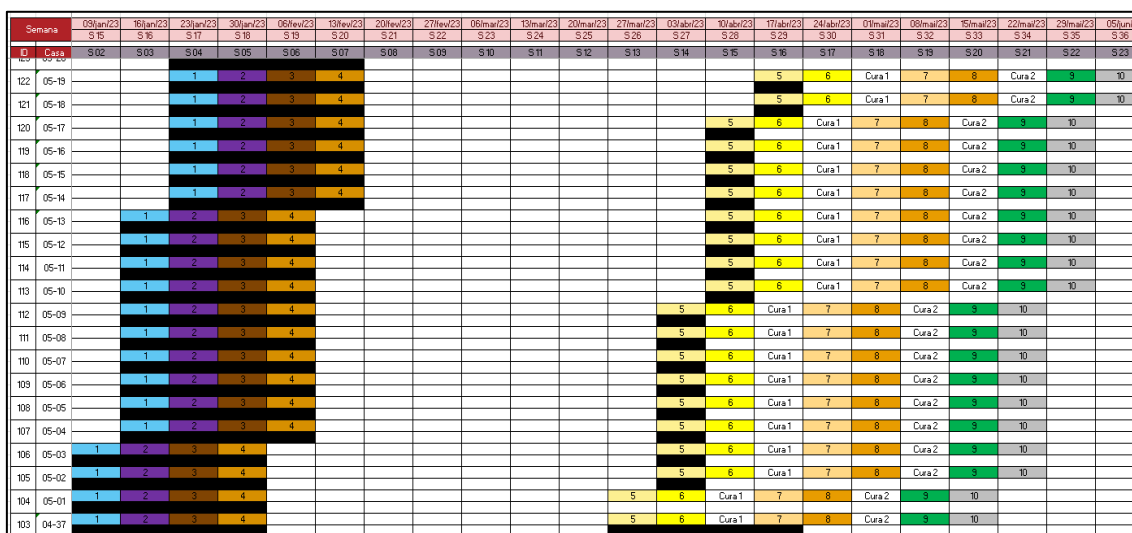
A difusão do uso da Linha de Balanço se deu a partir de construções que possuíam itens repetitivos, como o caso de um prédio de multipavimentos, haveria como unidade repetitiva o pavimento. A partir daí, a LDB é estruturada visando uma “pacotização do trabalho”, em que cada unidade repetitiva (apartamento), se constituiria de itens como alvenaria, instalações, pintura e outros. No entanto, a LDB não permite uma visualização das pequenas estruturas contidas em cada pacote, pois assim comprometeria o seu entendimento. Além disso, a LDB determina o sequenciamento das atividades a serem executadas, como o exemplo anterior, as instalações de parede viriam após a execução de alvenaria e assim por diante, mantendo as etapas interligadas (Vargas, 2009).

A LDB é derivada de outra técnica de gerenciamento, o Diagrama ou Gráfico de Barras de Gantt, em que as informações são preenchidas horizontalmente. Já no caso da LDB, ela é disposta em um eixo cartesiano, em que as unidades de repetição são dispostas nas ordenadas, e o tempo é disposto nas abscissas, permitindo a elaboração de um traçado de linhas balanceadas, tendenciando para a diagonal, em função dessas duas variáveis,

em que sua inclinação determina o ritmo que será tomado na execução das unidades repetitivas (Mendes, 2009).

A Linha de Balanço, conforme apresentada na Figura 5, é um método essencialmente gráfico, que permite a visualização da obra a longo prazo com facilidade, se tornando instrumento essencial e indispensável, adotada por inúmeras construtoras e incorporadoras em seus empreendimentos. Além disso, a LDB é uma ferramenta capaz de prever problemas que possam surgir futuramente, pois apresenta uma visão ampliada do planejamento da obra, além de permitir identificar quais atividades não estão sendo cumpridas conforme prazo estabelecido (Pacheco, 2013 *apud* Batti, 2013).

Figura 5 - Exemplo de Linha de Balanço acompanhada



Fonte: autor, 2024.

Conforme descrito por Maziero (2009), a LDB ou LOB (do inglês Line of Balance), tem bastante influência do Taylorismo, popularizado na Segunda fase da Revolução Industrial, relacionando-se com seus princípios básicos, como:

- Manter a produção uniforme, sem cumes ou vales;
- Aumentar a produtividade pela redução da descontinuidade do trabalho;
- Benefícios da repetibilidade e ritmo na execução das atividades;
- Encurtar a duração do projeto;
- Otimizar o emprego dos recursos com maior assertividade.

2.7.2. Construção da LDB

Conforme descrito por Souza (2014), para a construção da Linha de Balanço, devem ser seguidas as cinco etapas seguintes:

a) Determinação da unidade básica: consiste em selecionar o grupo de serviços que serão repetidos ao longo de todo o projeto, se atentando para que a unidade repetitiva não fique pequena, tornando-se minuciosa, e nem grande, dificultando o mapeamento das atividades. Um exemplo de unidade básica a ser utilizada seria, em um condomínio horizontal, casas.

b) Seleção das atividades inclusas na unidade básica: aponta-se quais são os serviços para a finalização de uma unidade básica. Pode-se citar, no cenário de casas, que a unidade básica terá os serviços de fundação, estrutura, alvenaria, pintura, entre outros.

c) Construção da rede lógica: Criação de encadeamento de ações, em que se define os antecessores de cada atividade, ou seja, o início de uma nova etapa depende diretamente da finalização de outra.

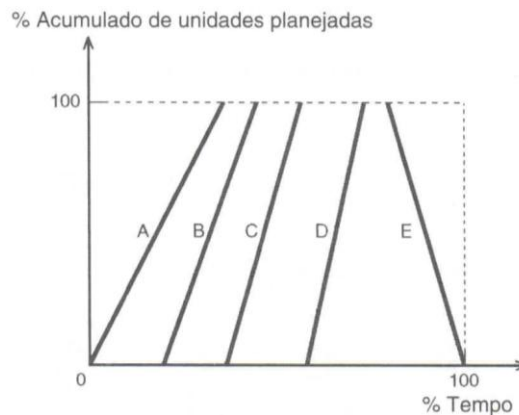
d) Definição de equipes e tempo de execução: A definição de equipes surge do levantamento das composições de produtividade de cada serviço, que podem ser coletadas por meio das Tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), ou até mesmo do histórico da empresa que está elaborando a Linha de Balanço. Esse cálculo visa obter a demanda da mão de obra necessária para executar os serviços no tempo pré-determinado, ou seja, estima-se a duração de cada etapa.

e) Desenvolver as Linhas de Balanço: dado que as demais etapas foram concluídas, calcula-se o ritmo de execução, definindo as datas de início e de término, de todos os serviços selecionados na unidade básica. A partir daí, é necessário escolher escalas adequadas, determinar critérios para que seja um gráfico instrutivo e traçar as linhas.

A Figura 6 apresenta um modelo de linha de balanço teórica, em que no eixo horizontal apresenta-se o tempo disponível para execução das atividades A, B,C,D e E, de forma tal que as unidades de repetição ficam dispostas no eixo vertical. As retas dos serviços representam os ritmos estabelecidos pela Linha de Balanço, quanto mais inclinada a reta, menos tempo hábil para a realização do serviço, com mais unidades executadas em um curto espaço de tempo ou simultaneamente. Essa representação é uma

forma generalizada das linhas de balanço utilizadas nos empreendimentos, que possuem uma riqueza maior de detalhes.

Figura 6 - Exemplo de linha de Balanço teórica



Fonte: VARGAS, 2009.

Um ponto a se considerar sobre a elaboração da Linha de Balanço é não permitir o cruzamento das linhas, pois elas indicam interferências nas atividades, o início da próxima tarefa sem o término prévio da sua predecessora. Isso pode indicar que a execução deverá ser paralisada, causando ociosidade das equipes, exigindo reprogramação e interferindo diretamente no planejamento. Ademais, as interferências podem ocasionar atrasos e causar transtornos para a finalização da obra, da indústria, ou do empreendimento que emprega a LDB (Souza, 2014).

2.7.3. Vantagens e limitações da Linha de Balanço

A Linha de Balanço (LDB) é uma das diversas ferramentas de controle, gestão e planejamento de obras que integram à filosofia consolidada do *Lean Construction*, que visa uma construção objetiva e padronizada, e por esse motivo está sendo cada vez mais utilizada. Segundo Souza (2014), as principais vantagens da LDB são:

- a. Facilidade na transmissão de informações, sobretudo, no canteiro de obras;
- b. Melhor rastreamento de execução, de forma simplificada;
- c. Auxílio na tomada de decisões, oferecendo as informações necessárias para tal;
- d. Produtividade elevada devido ao caráter repetitivo das unidades;
- e. Auxílio na visualização de imprevistos e impactos futuros.

Ademais, Vargas (2009) descreve que uma vantagem para a utilização da Linha de Balanço é a especialização da mão de obra, visto que os operários executarão a mesma atividade repetidas vezes, possibilitando que a produtividade seja aumentada com a superação da curva de aprendizagem em tempo reduzido. Outro fator importante é que a A LDB não é de uso exclusivo da construção civil, também é aplicada em outros segmentos que obtém um procedimento elaborado, citando o caso da indústria, onde ela teve sua origem (Batti, 2013).

Já referente às limitações, no que se diz respeito ao planejamento, a Linha de Balanço é norteadora, facilitando a comunicação entre os gestores de diversas áreas, porém, deve ser complementada por outras ferramentas, deve-se trabalhar em conjunto com as demais. (Batti, 2013) Além disso, a falta de softwares mais completos dificulta a montagem do método da Linha de Balanço, exigindo muito ainda de fatores humanos e externos (Souza, 2014).

3. METODOLOGIA

Primordialmente, após estudo das literaturas disponíveis, artigos, livros e demais monografias, acerca dos tópicos de contextualização e emprego das ferramentas de gerenciamento e gestão de obras, juntamente com a elaboração da revisão bibliográfica, foram coletados dados nos empreendimentos de estudo. Os dados foram coletados em campo com os engenheiros responsáveis pelo planejamento dos empreendimentos analisados. Esses dados circundaram apenas a temática da produtividade e avanço físico em duas realidades distintas, ou seja, duas obras, uma obra que emprega as ferramentas de gestão e outra sem a implementação das mesmas, apontando suas diferenças.

Os dados foram apresentados com o auxílio de planilhas, tabelas e gráficos para que haja uma visão objetiva do trabalho. Dentre esses artifícios, para parâmetros de comparativo, foram utilizadas planilhas de controle disponibilizadas pelo departamento de planejamento de ambas as obras, uma vez que todas as atualizações são documentadas por esse método. Além disso, houve materiais de elaboração própria, a fim de complementar a apresentação, visto que muitas informações foram coletadas e desenvolvidas pelo próprio departamento de obras, visando assim otimizar a compreensão e aproximar-se da realidade do estudo. As análises consideraram as ferramentas de gestão apresentadas no trabalho, mostrando seu emprego e seus impactos.

4. ESTUDO DE CASO

Para o desenvolvimento do trabalho, adotou-se o estudo de caso em dois empreendimentos de uma empresa “X” estudada, em momentos distintos de execução. Salienta-se que a obra A desenvolveu e adotou ferramentas de planejamento e gerenciamento de obras, já a obra B não dispunha de tais ferramentas.

Em relação à caracterização do objeto de estudo, tem-se a obra A que possui o número de 626 casas, localizada em Aparecida de Goiânia-GO, em que as unidades são situadas uma ao lado da outra, ocupando todos os lotes do condomínio, em sua integralidade. Já a obra B, se trata de um condomínio de casas horizontais, localizado no Município de Senador Canedo-GO, com o total de 41 unidades, dispostas arbitrariamente em lotes dentro da área disponível.

No entanto, apesar da divergência nas quantidades, o padrão de construção se mantém o mesmo, sendo ele: sobrado com dois pavimentos, com área construída, de 160 m², em média, e lotes medindo em torno de 240 m². Além dessas características, os sobrados possuem variações em seis tipologias, sendo elas: 4Q3SHO (4 quartos e 3 suítes com home-office), 4Q2SHO (4 quartos e 2 suítes com home-office), 3Q3SHO (3 quartos e 3 suítes com home-office), 3Q3S (3 quartos e 3 suítes, sem home-office), 2Q2SHO (2 quartos e 2 suítes com home-office), 2Q2S (2 quartos e 2 suítes, sem home-office).

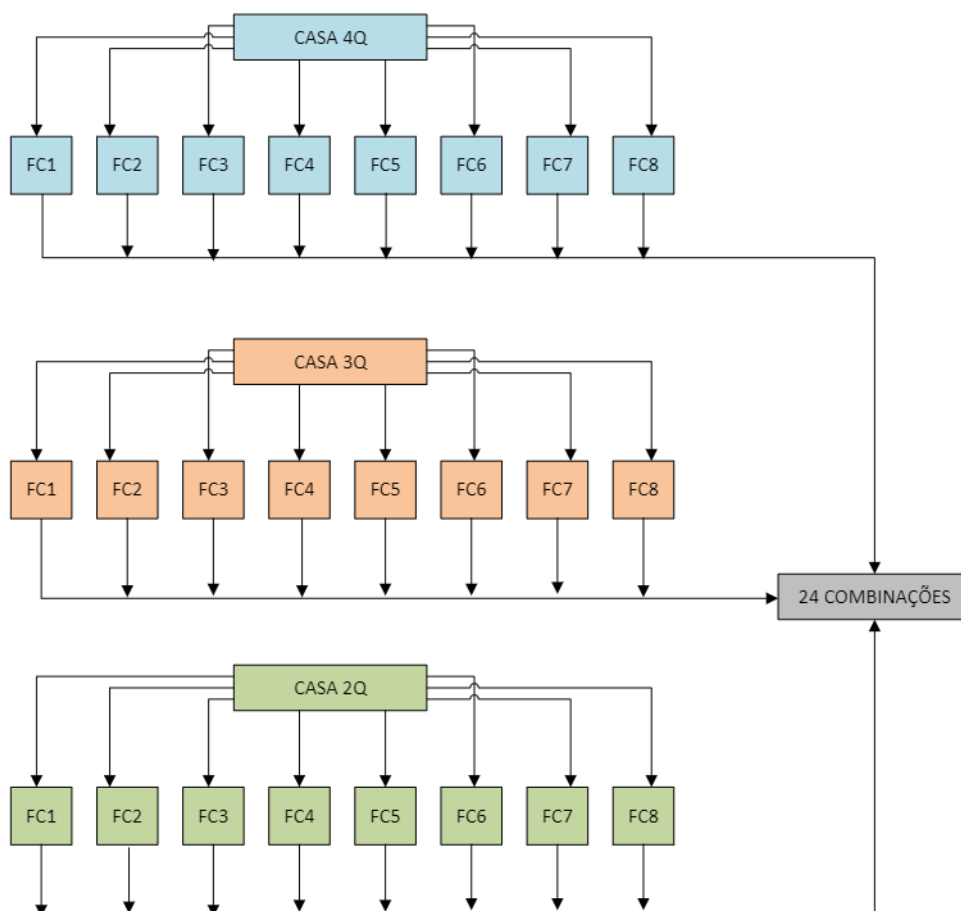
As unidades habitacionais possuem um conjunto de fachadas que podem variar em oito tipos: FC1 (Ipê), FC2 (Magnólia), FC3 (Jasmin), FC4 (Bougainville), FC5 (Acácia), FC6 (Cerejeira), FC7 (Azaléia) e FC8 (Flamboyant). Fazendo uma combinação simples entre as variedades de fachadas e quartos, não considerando a variação de home-office, tem-se o total de 24 combinações diferentes possíveis no empreendimento, dado que todas elas estão disponíveis para escolha do cliente, conforme apresentado na Figura 7.

Também, pode-se acrescentar alguns kits pré-determinados nas edificações, nos quais podemos citar: kit goulmert, com a inclusão de churrasqueira e bancada, kit piscina, com a inclusão de uma piscina com três modelos definidos, e por fim, o kit rampa, que determina o acabamento final da entrada da edificação. A inserção desses kits aumenta ainda mais a variabilidade do produto final, caracterizando um desafio para o controle e gestão de processos inclusos na construção dos sobrados, visto que a padronização se torna mais complexa.

Em relação à organização da obra A, pode-se evidenciar que ela é particionada em equipes por frente de trabalho, seja a equipe produtiva, em que a mão de obra é terceirizada, seja equipe administrativa, caracterizada como mão de obra própria da empresa “X” estudada. Ou seja, cada grupo de serviços possui uma equipe composta por um engenheiro residente, um mestre de obras, encarregados, estagiários e um almoxarife, além de empresas especializadas somente na execução do serviço para que foram contratadas. Já na obra B, a mesma equipe era responsável por todas as etapas envolvidas, sem divisão.

Por conseguinte, como abordado anteriormente, os dois empreendimentos possuem duas realidades distintas, mas pertencem a uma única empresa. Devido à realização de consultorias e preparação de todos os funcionários, envolvendo diversos departamentos da empresa, possibilitou-se que houvesse a mudança organizacional da mesma, acarretando uma transformação nos processos produtivos que pode ser observada a partir das diferenças entre as obras mencionadas.

Figura 7 – Fluxograma de combinações de casas.



Fonte: autor, 2024.

4.1. PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO

O planejamento de longo prazo é o ponto de partida de toda a construção do planejamento, é a base da pirâmide, em que se estabelece a fundação sólida para os próximos passos do projeto de gerenciamento. Fundamentalmente, o planejamento de um empreendimento é elaborado a partir duas premissas: a relação dos serviços executados distribuídos no tempo, e então é traçada a estratégia de planejamento.

Dentre essas diretrizes, encontra-se a elaboração do Macrofluxo de Obra, que foi uma ferramenta norteadora, adotada pela empresa analisada. O Macrofluxo trata-se de um documento em que são listados todos os serviços que serão realizados na obra, que se encontram agrupados em vagões, que consequentemente, são constituídos por um conjunto menor de serviços, que são os pacotes. Essas determinações dos vagões e pacotes são realizadas embasadas no sequenciamento da execução e agrupamento de serviços realizados simultaneamente, ou realizados em um intervalo de tempo reduzido, encaixando-se na mesma categoria.

Um exemplo a ser demonstrado na obra A é o vagão de fundação, composto por quatro pacotes de serviços: estacas, infra enterradas, radier e cura radier, conforme pode-se notar na Figura 8. Os pacotes pertencentes a esse vagão, assim como os demais, possuem cores diferentes para uma melhor caracterização e identificação no planejamento, servindo de uma forma visual intuitiva, que também auxilia na construção da Linha de Balanço. Além das cores, cada pacote possui uma duração pré-estabelecida, e a partir dessa duração que as relações de dependências entre os pacotes são criadas.

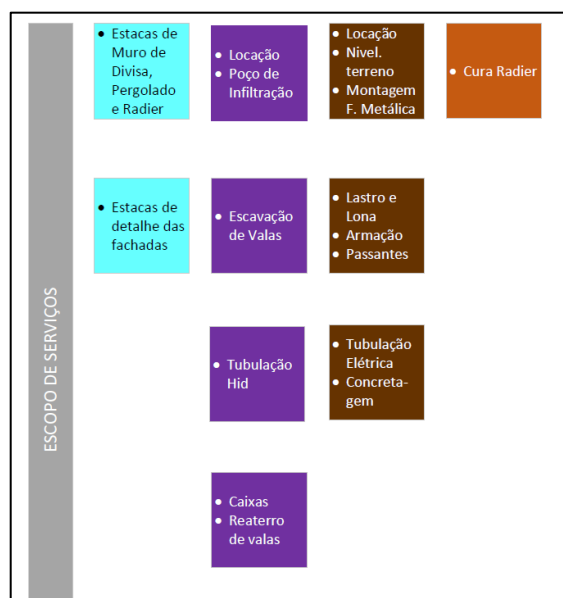
Figura 8 – Detalhamento do vagão de fundações.



Fonte: autor, 2024.

Seguidamente, cada pacote possui seu escopo de serviços, que deverão ser realizados no período determinado pelo macrofluxo, como por exemplo, o pacote intitulado “Radier”, na cor marrom, com cinco dias de duração, possui oito passos desde o seu início até a sua conclusão, que deverá acontecer nesse prazo, conforme ilustrado na Figura 9.

Figura 9 – Descrição do escopo de serviços dos pacotes.



Fonte: autor, 2024.

Entendendo a importância da ferramenta do Macrofluxo para o planejamento, ele deve ser elaborado da forma mais correta e assertiva quanto possível, pois guiará as próximas etapas. Na obra A, o Macrofluxo foi elaborado em conjunto, envolvendo os departamentos de planejamento e obra, em que seus líderes e gestores, validaram as informações juntamente com a frente de produção, alcançando um retrato mais próximo da realidade, tornando todos os procedimentos exequíveis.

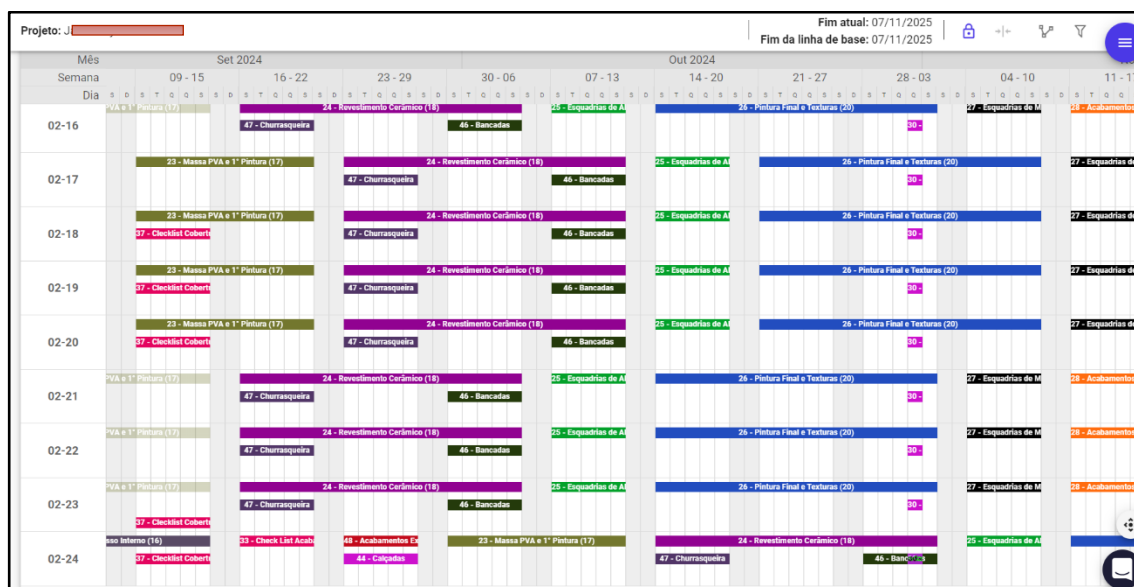
A partir da disposição do Macrofluxo e desse conceito de “pacotização” de serviços, elaborou-se a Linha da Balanço, em que forma distribuídos os pacotes do Macrofluxo ao longo do tempo disponível para execução da obra. Realizada essa distribuição, a Linha de Balanço ditará o ritmo das atividades, ou seja, em quantos locais a mesma atividade será executada simultaneamente, além de se tornar o objetivo a ser seguido, independentemente da etapa da obra.

A Linha de Balanço, unida ao Macrofluxo, configura-se como um artifício de uso a longo prazo, em que sua consulta ocorre em todo o processo executivo do empreendimento, e por essa razão, seu controle acontece por meio dos pacotes. Como o

exemplo já citado, é mais inteligível acompanhar a execução do pacote “radier” do que os serviços compreendidos em seu interior, como nivelamento, montagem de formas, dentre outros, sendo que esse acompanhamento mais minucioso faz parte do planejamento à curto prazo.

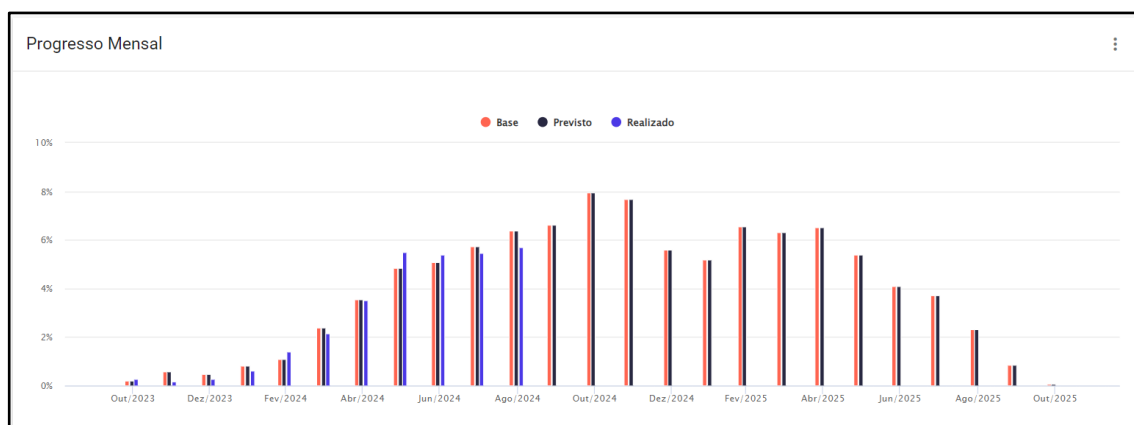
Na obra A, a Linha de Balanço é disposta em um software de acesso à visualização a todos os departamentos, de forma a todos possuírem a mesma informação atualizada e integrada, conforme é mostrado na Figura 10. À medida que ocorre a progressão da obra, são realizados os acompanhamentos, que são as atualizações de cada pacote em cada unidade ou casa. Esses acompanhamentos, também chamados de medições, ocorrem via aplicativo, de forma semanal, em que os engenheiros responsáveis pelo serviço determinado, informam os itens concluídos. Quando realizados, o software processa todos os acompanhamentos atualizando a Linha de Balanço e gerando indicadores, que comparam a aderência do realizado com relação ao planejado inicialmente, de acordo com a Figura 11.

Figura 10 – Linha de balanço utilizada em software.



Fonte: autor, 2024.

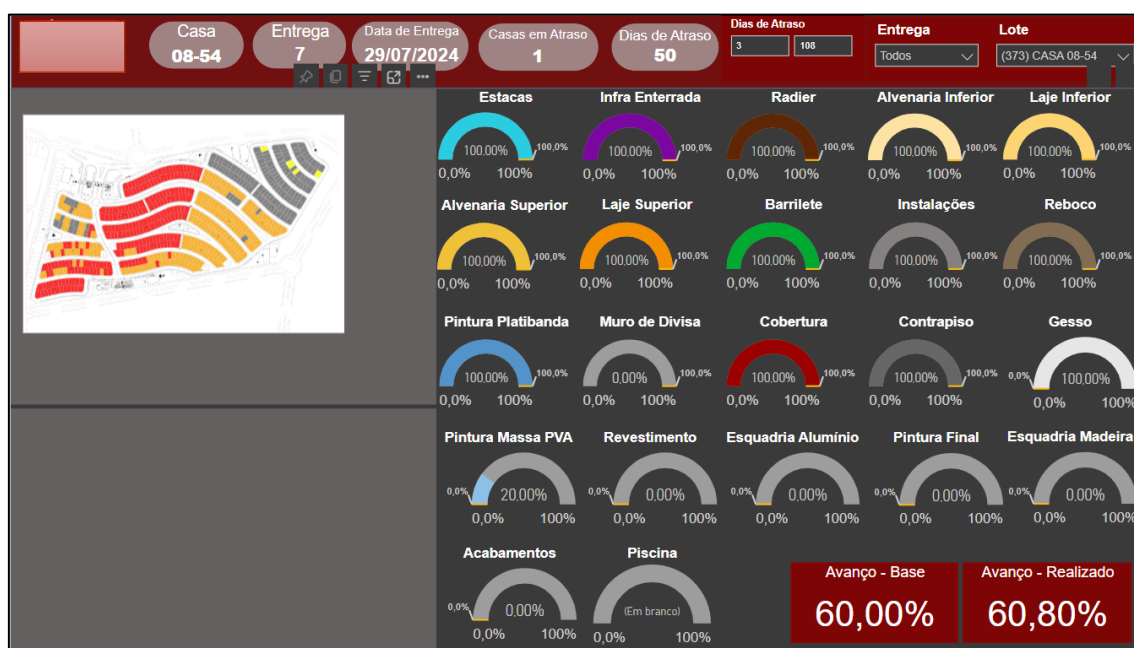
Figura 11 – Indicadores gerados por software.



Fonte: autor, 2024.

Seguidamente ao processamento do software, seu banco de dados alimenta uma planilha que gera *dashboards* de visualização, que mostra de forma mais intuitiva e mais lúdica, a situação de cada unidade (casa) e a situação de cada pacote, no empreendimento como um todo. Na Figura 12, a visualização acontece de forma unitária, em que é visualizada a situação de cada pacote a partir da casa selecionada, além de mostrar uma previsão de possíveis dias de atraso, conforme andamento, e ainda informa sobre a aderência com relação à linha de base, nas porcentagens indicadas no canto inferior direito.

Figura 12 – Acompanhamento de pacotes por casa.

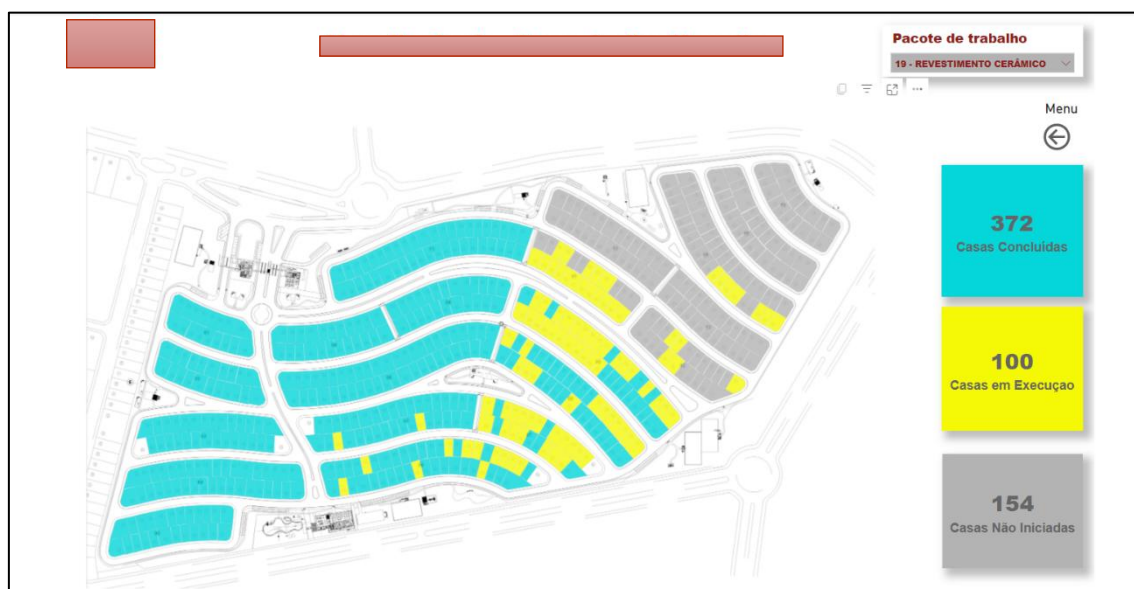


Fonte: autor, 2024.

Já a Figura 13, mostra a situação de cada pacote de forma abrangente, por meio de um mapa iluminado de todo o condomínio, em que são apontadas as casas com o serviço finalizado, em andamento e a iniciar, permitindo uma visualização completa. Dentro do *dashboard*, filtra-se o serviço a ser analisado, como exemplo o pacote de revestimento cerâmico, e os dados apresentados são divididos em cores que definem cada situação, juntamente com a contagem de unidades com o mesmo cenário, apresentado no bordo direito.

Ademais, somado às ferramentas de visualização, o software utilizado para Linha de Balanço, calcula a porcentagem executada por pesos dos serviços distribuídos em cada pacote, gerando, inclusive, um acompanhamento parcial, apresentando os dados com mais veracidade. A partir desse software também é possível elaborar cenários, alterando ritmos e serviços, e ainda verificar a tendência de prazo da obra, prevendo seu término a partir das suposições realizadas.

Figura 13 – Andamento de pacotes distribuídos na obra A.



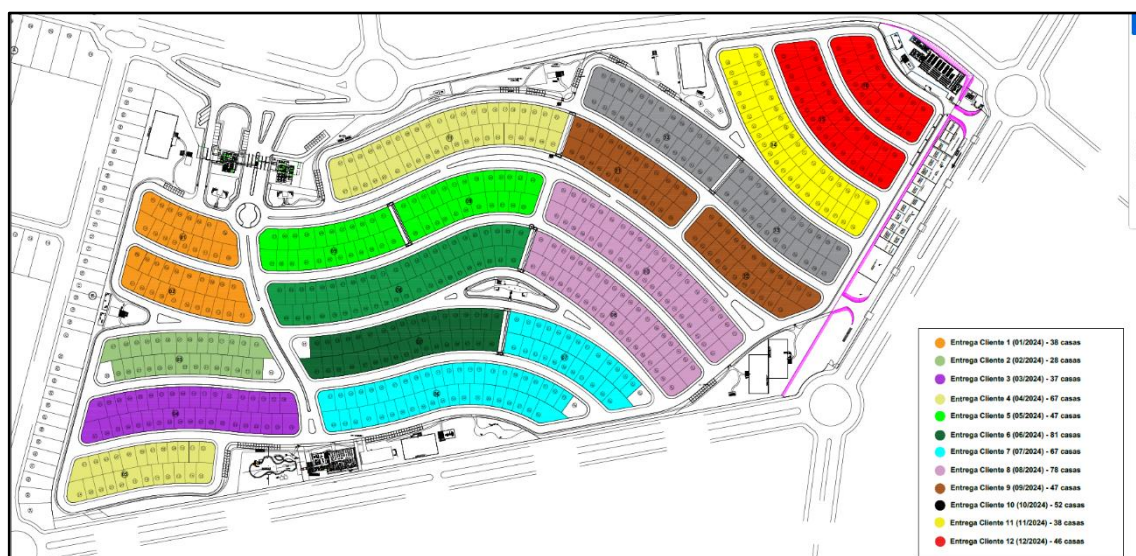
Fonte: autor, 2024.

Por conseguinte, essas ferramentas apresentadas possibilitaram um melhor acesso à informação, de forma rápida e prática, em que os gestores conseguem realizar suas consultas, e utilizá-las em suas tomadas de decisões e construções estratégias executivas, além de possuírem os dados sempre atualizados.

Na obra A, devido ao volume extenuado, as entregas foram definidas como sendo faseadas, entregue por frações. Dessa maneira, foi preciso construir uma estratégia de

entrega por parte do planejamento juntamente com o departamento comercial, elaborada no início do projeto. As entregas ocorreriam mensalmente obedecendo o mapa de entrega, com as casas selecionadas em grupos diferenciados por cor, segundo apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Mapa de entregas da obra A.



Fonte: autor, 2024.

Dito isso, a partir dessa definição, elaborou-se um mapa que guia a ordem de execução das unidades compreendidas no condomínio, conhecido como “sequência de ataque”, utilizado como mais um dos artifícios no planejamento a longo prazo, exemplificado na Figura 15. Com esse mapeamento, é possível definir, por exemplo, pontos estratégicos para instalação dos canteiros, almoxarifado e centrais de forma e armação, de forma a serem posicionados em locais que serão desmobilizados por último, a fim de evitar movimentações desnecessárias. Ademais, esse sequenciamento é o mesmo utilizado para a elaboração da Linha de Balanço, de maneira que as atividades sejam executadas conforme arranjo estabelecido, realçando a importância de elaboração do mesmo.

Figura 15 – Sequência de ataque da obra A.



Fonte: autor, 2024.

Já na obra B, verifica-se que as medições ou os acompanhamentos de serviços não eram realizados em softwares e sim em planilhas simples, em que as porcentagens de conclusão eram determinadas arbitrariamente pelos engenheiros responsáveis, e não calculadas como realizado no software. As medições eram realizadas mensalmente, de maneira que a informação ficava na maior parte do tempo obsoleta. Além dessas deficiências, os pacotes de serviço eram pouco detalhados, não havia um Macrofluxo orientativo, apenas foram escolhidos grandes pacotes, considerando as disciplinas ou categorias de serviços.

As planilhas de acompanhamento eram bem defasadas, segundo apresentado na Figura 16, de forma que não era possível realizar uma análise completa dos pacotes, o que dificultava a identificação de problemas de produtividade, ou qualquer outra previsibilidade de dificuldades a se propagarem. A análise era realizada individualmente, olhando unidade a unidade, seguindo a ordem de entregas. Dessa maneira, não havia um plano de ataque à longo prazo e sim individualizado, solucionando problemas de forma imediatista constantemente.

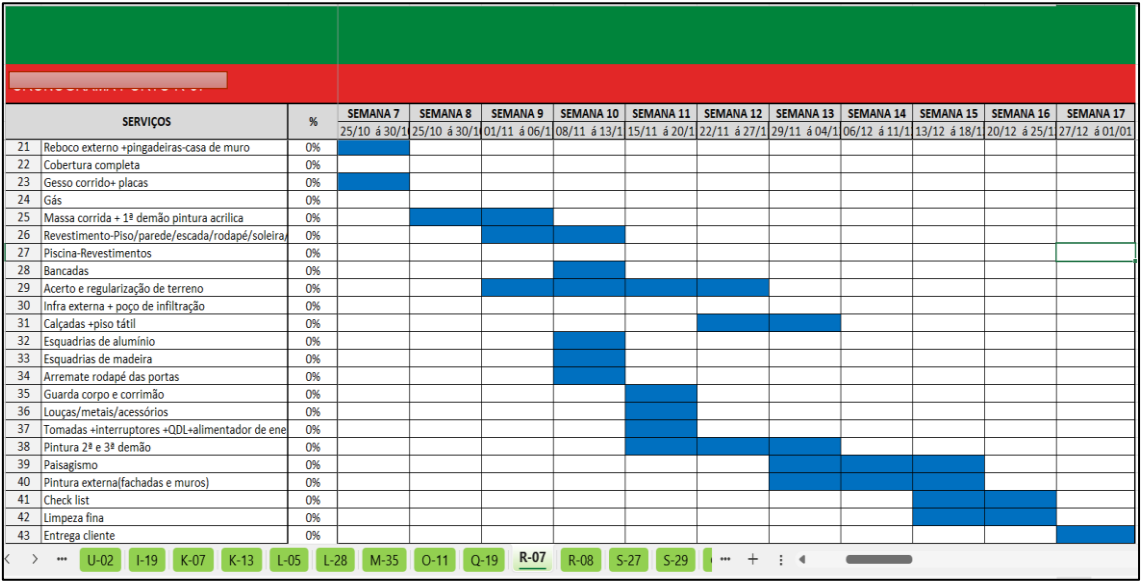
Figura 16 – Planilha de acompanhamento de serviços da obra B.

MEDIÇÃO DE OBRA		30/04/2022	30/05/2022	28/05/2022	13/05/2022	23/04/2022	23/04/2022	13/04/2022	30/04/2022	27/05/2022	ENTREGUE
ITEM	DESCRIÇÃO	G-14	J-08	O-30	P-20	S-18	S-26	S-29	T-09	U-09	V-18
4	ALVENARIAS E PAINÉIS										
4.1	PLATIBANDA E BARRILETE	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4.2	ELEVÇÃO DE ALVENARIA	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4.3	ELEVÇÃO DE ALVENARIA - GOURMET	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4.4	ESQUADRIAS DE MADEIRA	0%	80%	0%	80%	0%	0%	0%	0%	80%	0%
4.5	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO	0%	90%	8%	100%	0%	10%	10%	0%	10%	10%
4.6	GUARDA-CORPO E CORRIMÃO	0%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	40%	0%
5	COBERTURAS E PROTEÇÕES										
5.1	COBERTURA	0%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	0%	100%	100%
5.2	IMPERMEABILIZAÇÃO	40%	100%	100%	100%	100%	70%	100%	50%	100%	100%
6	REVESTIMENTOS										
6.1	REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS INTERNOS	60%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	95%	100%	100%
6.2	REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EXTERNOS	70%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	90%	100%	100%
6.3	REVESTIMENTO DE PAREDE	0%	60%	60%	100%	20%	0%	100%	0%	100%	60%
6.4	FORRO DE GESSO	0%	100%	95%	100%	0%	0%	10%	0%	90%	100%
6.5	PINTURA INTERNA - 1ª DEMÃO	0%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	30%

Fonte: autor, 2024.

Ainda na obra B, não havia o uso da Linha de Balanço integrada com todos os serviços e suas interdependências, a análise era realizada de forma unitária e superficial, em que era produzido um cronograma simplório para cada unidade, conforme Figura 17. Esse método, além de prejudicar a previsibilidade, transforma-se em um obstáculo para a gestão de equipes, visto que, por se tratar de um trabalho sequenciado, dentro da Linha de Balanço é possível verificar a movimentação do fluxo de trabalho, e as interferências e empecilhos ocasionados pelo desandar dos serviços, o que uma planilha de controle simples não permite visualizar, deixando mais propenso a ocorrência de um desequilíbrio generalizado.

Figura 17 – Exemplo de cronograma de uma casa da obra B.



Fonte: autor, 2024.

4.2. PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO

O planejamento de médio prazo fundamenta-se no acompanhamento constante de restrições, que corresponde na realização do mapeamento de todos os empecilhos que possam surgir para o acontecimento de uma atividade específica. A rotina de médio prazo consiste em reuniões semanais, em que representantes de cada departamento da empresa, como por exemplo, Projetos, Obra, Orçamento, Suprimentos e outros, se reúnem para mapear e apresentar soluções para as restrições apontadas.

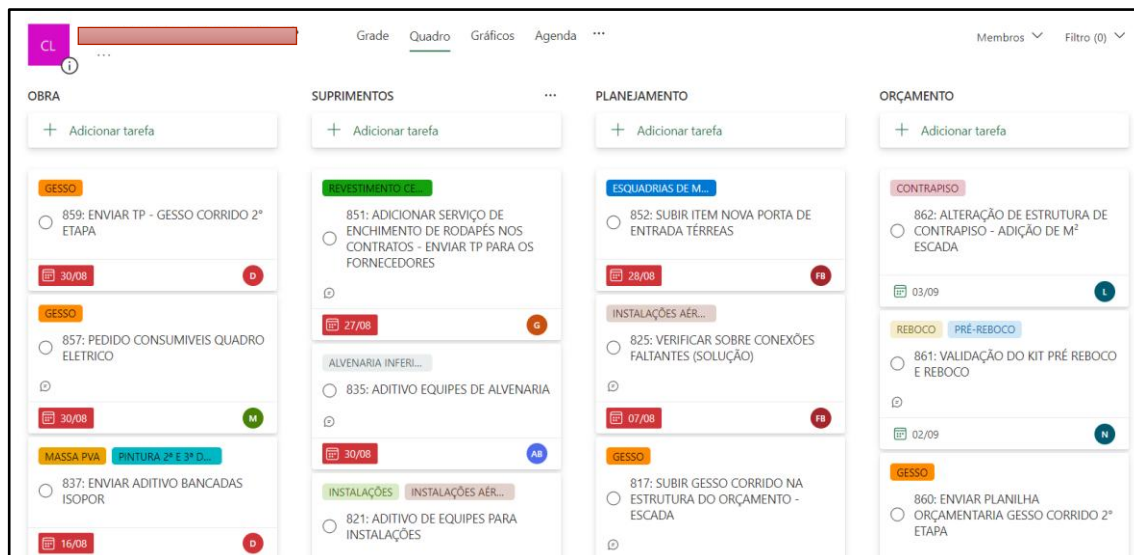
Na obra A, o mapeamento de restrições acontece com base no sequenciamento de serviço estabelecido no Macrofluxo da obra, em que se analisa cada pacote, conforme seu início, ou seja, o pacote de alvenaria inferior será analisado antes do pacote de laje, e assim sucessivamente. Durante as reuniões, é sempre vislumbrado um período de oito semanas a frente da data atual, de forma a ter previsibilidade de todos os pacotes que estão inseridos nesse intervalo. Porém, para a realização da primeira reunião de médio prazo, o cálculo é feito de forma reversa, em que se retorna oito semanas antes do início da obra de fato, de maneira que sempre a reunião estará à frente do ponto de partida do acontecimento.

Ainda na obra A, as reuniões de médio prazo, possuem a duração de cerca de 45 min a uma hora, em que são discutidos todos os pontos propostos, de forma objetiva. A reunião é mediada pelo planejador responsável pela obra, que inicialmente repassa o status atual da obra, expondo o andamento dos pacotes de serviços, para que todos tenham uma visão e atualização amplificada da obra em questão. Logo em seguida, o planejador repassa as restrições solucionadas, a fim de informar a todos os pontos já concluídos, e repassa também as restrições ainda pendentes como forma de atenção e cobrança aos responsáveis. Realizado esse roteiro, a visão é direcionada para os pacotes e é aberta a discussão para os problemas, em que todos os departamentos podem manifestar o que acharem pertinente. É de suma importância que todas as dificuldades sejam postas na reunião, pois serão documentadas e rastreadas, garantindo que não passem despercebidas.

O acompanhamento das restrições é feito via aplicativo *online* que imita um Kanban virtual, e todos possuem acesso ao quadro gerado. Dentro do aplicativo temos os bucket's, ou as colunas com cada departamento, e compondo essas colunas temos os cartões com as restrições. Cada restrição possui um número, uma "ID", que é determinada em ordem de abertura, e ainda inclui os responsáveis atribuídos e suas respectivas datas de vencimento, conforme a Figura 18. Dentro dos cartões, há informações que auxiliam

no desenvolvimento da atividade e etiquetas identificadoras das categorias que cada restrição faz parte, auxiliando na análise.

Figura 18 – Quadro de restrições.



Fonte: autor, 2024.

Além disso, os envolvidos nas restrições, apresentam a todos presentes na reunião, uma data de entrega das tarefas a eles direcionadas e são cobrados pelo cumprimento delas, visto que as tarefas possuem uma interdependência, que afetará outras restrições, produzindo um verdadeiro encadeamento, que precisará ser analisado por completo.

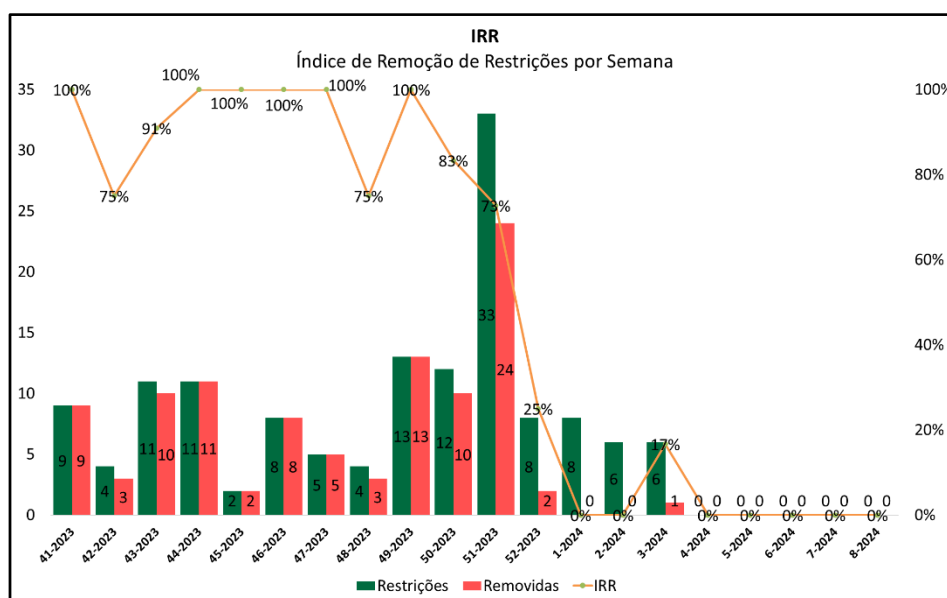
Para elucidar a situação, exemplifica-se a situação de alteração de projeto solicitada ao departamento de projetos, devido a uma mudança estratégica. Primeiramente, é aberta uma restrição para o departamento de Projetos, responsável por revisar e entregar o arquivo corrigido aos demais departamentos. Depois do projeto corrigido, o departamento de Orçamento deverá realizar a revisão de quantitativos, verificando a necessidade de inclusão ou substituição de materiais, alterando a Planilha Orçamentária conforme alteração de projeto. Após realizada a alteração de orçamento, a obra solicita os pedidos de compra do material e contratação de serviço para o departamento de Suprimentos, que irá ao mercado buscar os itens requisitados para efetuar suas cotações e posteriores contratações e compras. Após o cumprimento da restrição do Suprimentos, a obra acompanhará a entrega do material e receberá a equipe contratada para a execução do serviço.

Esse fluxo apresentado é um exemplo simples, com envolvimento de poucos departamentos, no entanto, há atividades que envolvem outros departamentos, como

Segurança do Trabalho, Qualidade e Novos Negócios, tornando o encadeamento de restrições ainda mais extenso. Um ponto importante a ressaltar é que as restrições precisam atender à data de impacto da operação, ou seja, se há o início da atividade em uma data estabelecida, todas os problemas devem ser solucionados até esta data, exigindo um comprometimento de todos os portadores de restrições.

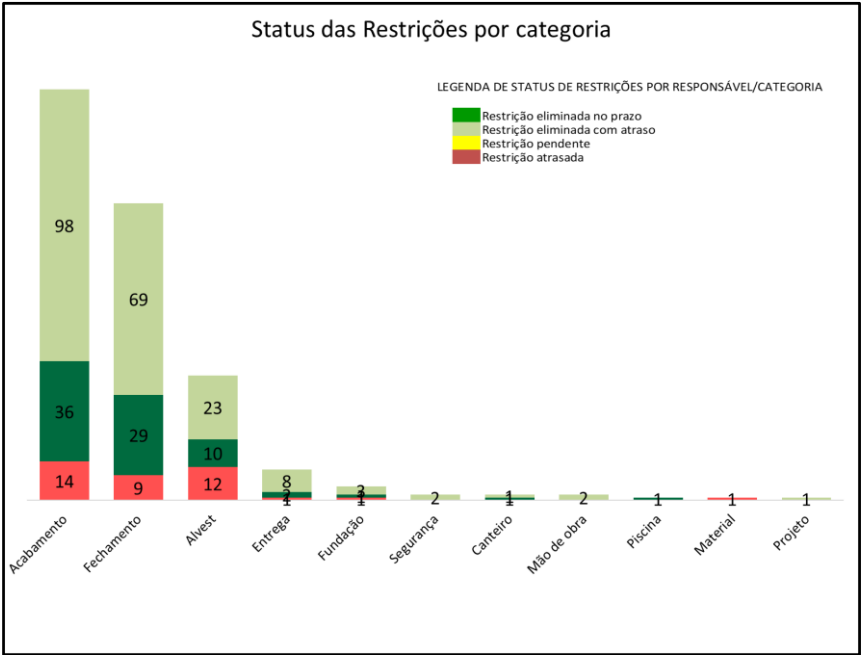
Seguidamente à reunião, o planejador da obra comunica via *e-mail* todas as restrições geradas, e ainda produz indicadores do montante das últimas reuniões, apresentando dados como o quantitativo de restrições resolvidas no período, o número de restrições por categoria ou pacote, além do índice de atrasos das restrições e ainda o mapeamento por responsáveis, perceptível nas Figuras 19, 20, 21 e 22, respectivamente. Esse desenvolvimento permite identificar quais departamentos ou responsáveis estão comprometendo o processo, tornando-o mais moroso, a fim de que outros auxiliem no rompimento dos empecilhos e não em sua culpabilidade. Ademais, permite identificar quais categorias merecem mais atenção, devido à complexidade ou características particulares, como um material de difícil entrega, com demora na produção, ou uma mobilização de equipe mais demorada, e isso é notável nos tempos de resolução identificados.

Figura 19 – Indicador de remoção de restrições por período.



Fonte: autor, 2024.

Figura 20 – Indicador de restrições por categoria e prazo.



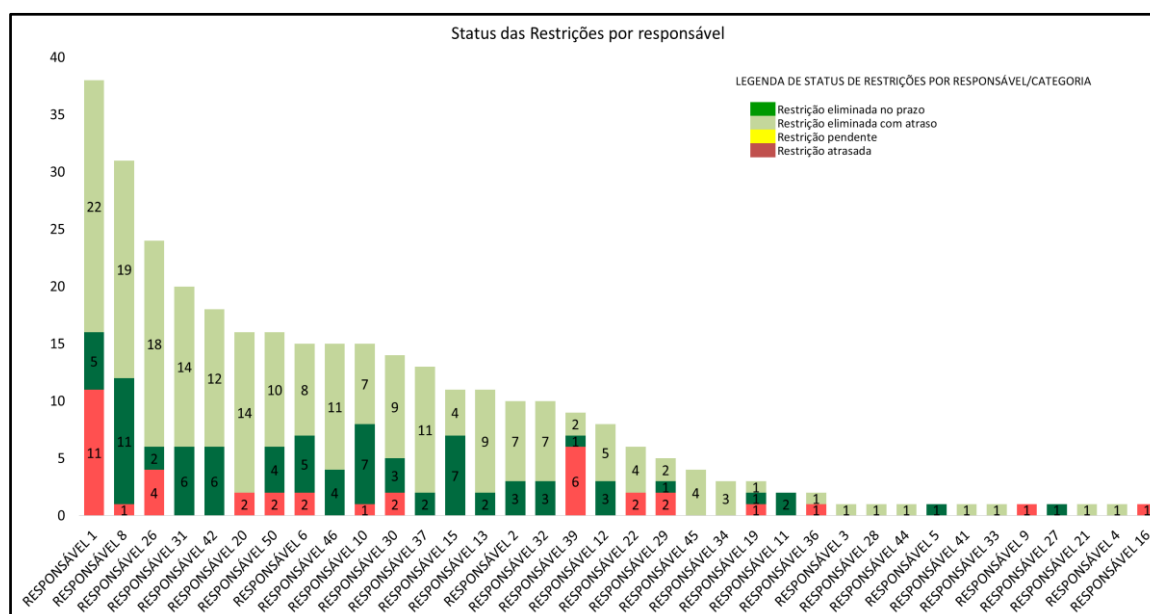
Fonte: autor, 2024.

Figura 21 – Índice de atrasos de restrições em dias.



Fonte: autor, 2024.

Figura 22 – Mapeamento de restrições por responsáveis.



Fonte: autor, 2024.

Portanto, o planejamento de médio prazo é de suma importância para o bom andamento da obra, visto que estabelece uma integração e uma sinergia entre os departamentos, proporcionando que todos estejam envolvidos no processo, ciente das decisões, fomentando o trabalho em equipe e a construção de um equilíbrio gerencial. Ademais, as restrições geradas em médio prazo constituem um histórico documentado para os demais empreendimentos, que possuem uma lista a se orientar para eliminação mais assertiva das dificuldades já vivenciadas.

Em relação à obra B, evidencia-se que o empreendimento não possuía a rotina da obra A, ou alguma rotina de reunião com os demais departamentos da empresa, comprometendo o mapeamento dos problemas encontrados. Os departamentos agiam no limite de prazos para impacto na obra, sem estruturação prévia, atuando conforme solicitação da obra, sem otimização dos processos. E por esse motivo, verificou-se a necessidade de implementação dessa rotina.

4.3. PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO

O planejamento de curto prazo, diferentemente dos demais, possui uma abrangência mais restrita e imediatista, visando o período de uma semana. Dentro desse escopo, uma rotina implementada na obra A foi a confecção da programação semanal. Todas as semanas, além do acompanhamento diário, realiza-se uma atualização de todos

os serviços de forma sintetizada, com o intuito de, a partir dos dados coletados do executado *versus* não executado, programar as atividades da semana seguinte.

A programação semanal era realizada todas as sextas-feiras nas quais cada engenheiro programava os serviços de sua responsabilidade, de acordo com a divisão de pacotes prevista anteriormente em Macrofluxo. O planejamento semanal é realizado via planilha automatizada, configurada a partir dos elementos do caderno de evolução diário (CED), em que cada dia da semana é programado. O CED detalha a execução do serviço, conforme o tempo estipulado para a duração do mesmo, com a descrição de cada atividade e qual dia de sua realização. Na Figura 23 é detalhado o serviço de Laje Inferior, que possui dez dias de duração, como exemplo.

Figura 23 – Detalhamento CED da Laje Inferior.

Laje Inferior

Etapa / Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Montagem Fôrma de Pilares Solteiros										
Montagem Fôrma Base de Viga										
Armação de viga										
Travamento de Viga										
Laje										
Linha de vida										
Instalações										
Armação de laje										
Concretagem										
Montagem viga invertida e concretagem										
Cura										

Fonte: autor, 2024.

O caderno de evolução diário, assim como o Macrofluxo, foi definido junto aos gestores e responsáveis de cada frente de serviço, de maneira a tornar a atividade o mais exequível possível. Além disso, o CED é norteador para a programação semanal, visto que cada etapa proposta estabelecerá um marco de conferência a ser realizado pela equipe de obra.

Seguidamente, após orientação do CED, a obra A confecciona uma planilha de programação semanal, em que se distribuem as equipes e as empresas que executarão cada uma das atividades, e dentro das células correspondentes aos dias da semana, são identificadas as casas nas quais as equipes deverão estar atuando, conforme demonstrado na Figura 24. Ademais, a planilha possui o informativo de qual engenheiro e qual responsável, seja ele encarregado, estagiário ou mestre de obras, ficará incumbido de acompanhar o serviço.

Figura 24 – Planilha de Planejamento Semanal.

PROGRAMAÇÃO OBRA																											
ENGENHEIRO:		IURY	PPC SEMANAL		0,0%		SEMANA PLANEJADA					SEMANA ACOMPANHADA					PROBLEMAS										
							23-out	24-out	25-out	26-out	27-out											23-out	24-out	25-out	26-out	27-out	
COORDENADOR	Responsável	Empresa	Equipes	Pacote de Trabalho	Serviço		S	T	Q	Q2	S3	S2	T3	Q4	Q25	S36	EXEC		S22	T33	Q44	Q255	S366				
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	MONTAGEM FÔRMA, BASE DE VIGA		06-09	06-10			06-30						0%										
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	ESCORAMENTO DE VIGA		06-09	06-10			06-30						0%										
TOSTA	WESLEY	LKS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	ARMAÇÃO DE VIGA		06-11	06-09	06-10								0%										
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	TRAVAMENTO DE VIGAS			06-11	06-09	06-10							0%										
TOSTA	FLAVIO	GBS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	LAJE				06-11	06-09	06-10						0%										
TOSTA	FLAVIO	GBS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	LINHA DE VIDA				06-11	06-09	06-10						0%										
TOSTA	WESLEY	LKS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	ARMAÇÃO DE LAJE		07-57				06-11	06-09					0%										
TOSTA	GUILHERME	BN	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	CONCRETAGEM			07-57			06-11						0%										
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	DESFORMA E LIMPEZA						07-57						0%										
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE A	LAJE COBERTURA	LIMPEZA PARA LIBERAÇÃO DE FRENTE DE SERVIÇO						07-57						0%										
LUCAS	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	MONTAGEM DE FORMA DE PILARES SOLTEIROS		10-01	10-03									0%										
LUCAS	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	MONTAGEM FÔRMA, BASE DE VIGA		10-01	10-03									0%										
LUCAS	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	ESCORAMENTO FÔRMA, BASE DE VIGA		10-01	10-03									0%										
LUCAS	WESLEY	LKS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	ARMAÇÃO DE VIGA				10-01	10-03							0%										
LUCAS	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	TRAVAMENTO DE VIGAS					10-01	10-03						0%										
LUCAS	FLAVIO	GBS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	LAJE						10-01	10-03					0%										
LUCAS	FLAVIO	GBS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	LINHA DE VIDA						10-01	10-03					0%										
LUCAS	WESLEY	LKS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	ARMAÇÃO DE LAJE																						
LUCAS	GUILHERME	BN	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	CONCRETAGEM																						
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	LIMPEZA PARA LIBERAÇÃO DE FRENTE DE SERVIÇO																						
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE INFERIOR	DESFORMA E LIMPEZA																						
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE COBERTURA	MONTAGEM FÔRMA, BASE DE VIGA		06-02	06-16			06-21						0%										
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE COBERTURA	ESCORAMENTO DE VIGA		06-02	06-16			06-21						0%										
TOSTA	WESLEY	LKS	EQUIPE B	LAJE COBERTURA	ARMAÇÃO DE VIGA			06-02	06-16								0%										
TOSTA	JOMARIO	GBS	EQUIPE B	LAJE COBERTURA	TRAVAMENTO DE VIGAS				06-02	06-16							0%										
TOSTA	FLAVIO	GBS	EQUIPE B	LAJE COBERTURA	LAJE		07-06				06-02	06-16					0%										
TOSTA	FLAVIO	GBS	EQUIPE B	LAJE COBERTURA	LINHA DE VIDA		07-06				06-02	06-16					0%										
TOSTA	WESLEY	LKS	EQUIPE B	LAJE COBERTURA	ARMAÇÃO DE LAJE			07-06			06-02						0%										

Fonte: autor, 2024.

A planilha semanal é distribuída a todos os responsáveis na segunda-feira, de forma a terem sua atenção guiada, juntamente com as metas a serem cumpridas, no período designado. Dessa forma, são realizados os acompanhamentos diários, em que caso a equipe cumpra suas atividades designadas, informa-se a casa, caso contrário, é preenchida a coluna de problemas, em que o responsável deverá apontar os motivos que se tornaram empecilhos para a execução do programado, na coluna à direita. Ao decorrer

da obra, os problemas foram identificados e analisados conforme sua incidência, e enfim categorizados com um número identificador, de acordo com a Figura 25, e assim passaram a ser utilizados em todas as programações.

Figura 25 – Categorização de problemas.

ITEM	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA
1	Falta de material - Suprimentos
2	Falta de material - Logística
3	Falta de Mão de obra
4	Equipamentos e ferramentas
5	Fatores climáticos
6	Atraso no serviço anterior
7	Falta de terminalidade
8	Baixa produtividade
9	Superestimação da produtividade
10	Alteração da programação
11	Dúvida de projetos
12	Problema na gestão do serviço

Fonte: autor, 2024.

A partir desse mapeamento dos problemas incorridos é possível analisar os indicadores das principais causas, que permitem uma identificação dos problemas mais recorrentes para serem tratados e não se propagarem, realizando um acompanhamento minucioso. Além disso, esses indicadores são divulgados a todos os responsáveis pela programação, a fim de que tenham ciência das dificuldades, ajam para mitigar os problemas apontados em cada uma das frentes de serviço. A Figura 26 apresenta esses indicadores, relacionando a categoria de problema ao seu respectivo pacote de serviço, ambos gerados semanalmente.

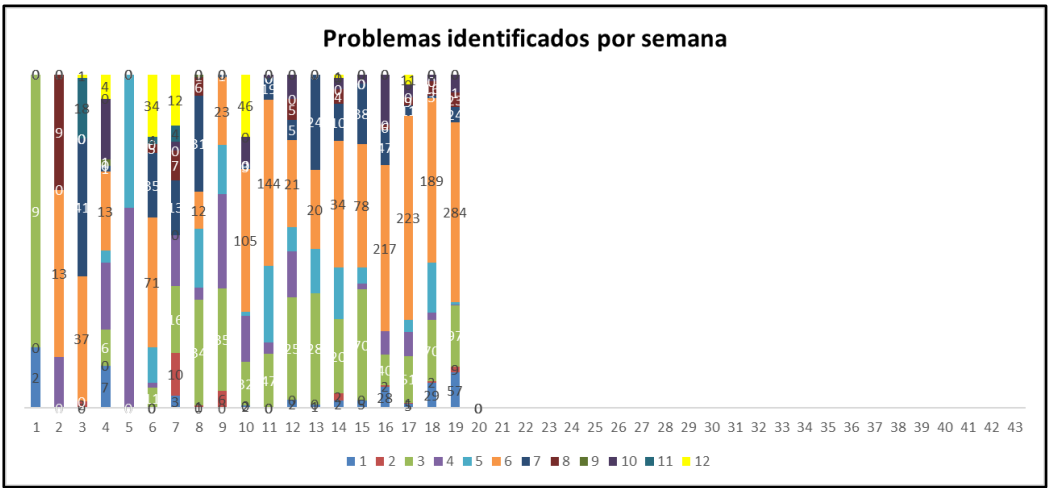
A Figura 27, gerada a partir do acompanhamento semanal, demonstra as semanas realizadas da obra de maneira cumulativa, apontando os itens mais recorrentes, seguindo a caracterização determinada e observando a incidência dos mesmos na obra em sua totalidade. Além disso, é possível analisar quais problemas ocorrem em determinado momento da obra, em que algum pacote se encontra em seu ápice. Em uma situação hipotética, na semana 11, o pacote de serviço em maior evolução é a alvenaria, e dentro dessa semana o problema mais ocorrido é o número 6, que é o atraso no serviço anterior, em que sua origem pode estar concentrada em algum processo que precede a execução da alvenaria, e esse mapeamento fornece a possibilidade de notar essa situação com mais facilidade. Dessa maneira, os indicadores permitem que o planejamento atue de maneira mais assertiva na resolução dos problemas nos serviços analisados.

Figura 26 – Problemas Mapeados na Programação Semanal.

Item	Rep.	%	Código	Categoria	Rep.	%	%Acum
Infra enterrada	0	0%	2	Falta de material - Logística	0	0%	0%
Alvenaria Inferior	0	0%	1	Falta de material - Suprimentos	2	33%	33%
Alvenaria Superior	0	0%	11	Dúvida de projetos	0	0%	33%
Estaca	0	0%	12	Problema na gestão do serviço	3	50%	83%
Radier	1	17%	6	Atraso no serviço anterior	0	0%	83%
Central de armação	1	17%	7	Falta de terminalidade	0	0%	83%
Obra	1	17%	4	Equipamentos e ferramentas	1	17%	100%
Laje Inferior	1	17%	10	Alteração da programação	0	0%	100%
Laje Superior	0	0%	8	Baixa produtividade	0	0%	100%
Central de Fôrma	0	0%	5	Fatores climáticos	0	0%	100%
Barrilete	0	0%	9	Superestimação da produtividade	0	0%	100%
Fundações periféricas	2	33%	3	Falta de Mão de obra	0	0%	100%
Muro	0	0%					
Instalações	0	0%		TOTAL	6		

Fonte: autor, 2024.

Figura 27 – Problemas identificados nas semanas acumuladas.

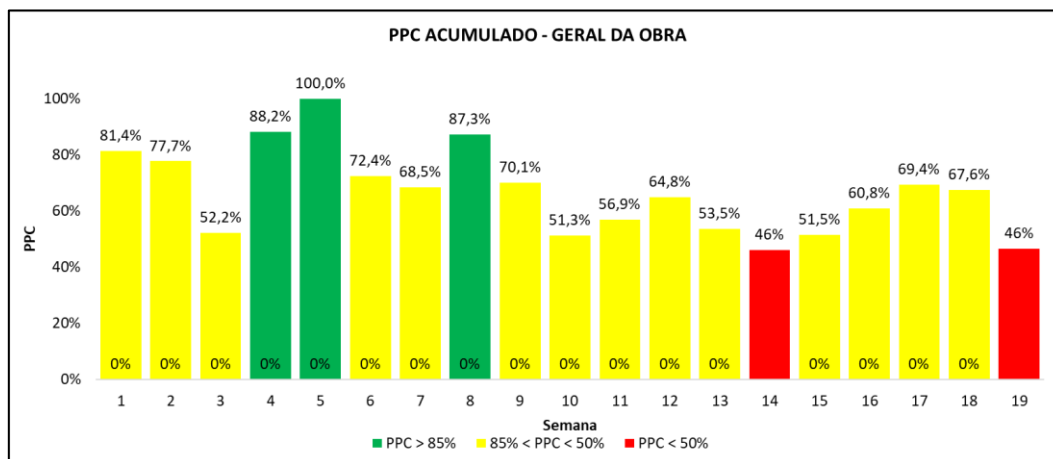


Fonte: autor, 2024.

Além disso, com o modelo adotado pela obra A, é possível verificar a assertividade dos planejamentos semanais, analisando todas as semanas o montante de serviços realizados e sua porcentagem de coerência com o planejado. São gerados gráficos a partir do acompanhamento realizado pelos responsáveis de cada frente de trabalho, de acordo com o apresentado na Figura 28, que aponta as semanas em que o Percentual de Pacotes Concluídos (PPC) atingiu uma meta adequada e as semanas que

apresentou resultados inferiores ao esperado. Dessa forma, pode-se obter uma melhor previsibilidade, a partir das deficiências apresentadas e atuar ativamente no saneamento e resolução, a fim de um planejamento mais certo.

Figura 28 – Gráfico PPC por semana.



Fonte: autor, 2024.

Outrossim, um elemento constituinte do planejamento semanal de curto prazo, ainda na Obra A, são as reuniões de *check-in* e *check-out*, em que em um momento durante a semana, sempre no mesmo dia e mesmo horário determinado, o engenheiro responsável pelo serviço reúne-se com seus liderados, sejam eles encarregados, mestres, estagiários ou auxiliares, para que possam ser discutidos os problemas apontados no acompanhamento da programação. A partir dessa discussão, são traçadas metas para resolução dos problemas, que irão compor o quadro de Plano de Ação. O plano de ação configura-se, substancialmente, como uma lista de tarefas que possuem prazos e responsáveis pela entrega. Geralmente, o plano de ação é retomado como pauta na reunião subsequente a que o mesmo foi levantado.

A reunião de curto prazo ocorre no canteiro de obras, em um espaço dedicado à sua ocorrência, em que as programações ficam visíveis anexadas em um painel, juntamente com o plano de ação elaborado, de acordo com a Figura 29. A reunião de *check-in* e *check-out* se torna um momento de alinhamento entre a equipe, em que todos objetivam a resolução das adversidades.

Figura 29 – Reunião de check-in e check-out no canteiro de obras.



Fonte: autor, 2024.

Além disso, a partir da planilha de programação semanal, é gerada a planilha de logística ou abastecimento, que consiste em um planejamento semanal de entrega de materiais, destinada ao almoxarifado da obra. A planilha de logística, apresenta a data e o local de entrega dos kits, elaborados a partir dos levantamentos realizados para cada serviço. Como por exemplo, é possível citar o serviço de revestimento, se programado o início do serviço em uma quarta-feira em uma unidade, o material do “kit revestimento” já deverá estar posicionado no local antes do dia estabelecido, de forma que a programação seja cumprida sem atrasos. A planilha de logística é gerada automaticamente, a partir do preenchimento da planilha de programação semanal, seguindo a mesma lógica de preenchimento, demonstrada na Figura 30.

Figura 30 – Planilha de Programação Semanal Logística.

PROGRAMAÇÃO OBRA																				
					SEMANA ATUAL							SEMANA SEGUINTE								
					27-ma	28-ma	29-ma	30-ma	31-ma			3-jun					4-jun	5-jun	6-jun	7-jun
Responsável	Empresa	Equipes	Pacote de Trabalho	Serviço	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX				
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	08-56	08-41	08-52	08-34												
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	08-56	08-41	08-52	08-34												
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	08-56	08-41	08-52	08-34												
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	08-59	08-40	08-28	08-30												
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	08-59	08-40	08-28	08-30												
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	08-59	08-40	08-28	08-30												
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	08-29															
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	08-29															
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	08-29															
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	08-42	08-53														
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	08-42	08-53														
JONATAS	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	08-42	08-53														
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	07-44	07-35	07-29	07-24												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	07-44	07-35	07-29	07-24												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	07-44	07-35	07-29	07-24												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	07-43	07-34	07-28	07-23												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	07-43	07-34	07-28	07-23												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	07-43	07-34	07-28	07-23												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	07-42	07-32	07-27	07-22												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	07-42	07-32	07-27	07-22												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	07-42	07-32	07-27	07-22												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	07-37	07-31	07-26	07-21												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	07-37	07-31	07-26	07-21												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	07-37	07-31	07-26	07-21												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA DO KIT REVESTIMENTO	07-36	07-30	07-25	07-20												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA IMPER MEABILIZANTE E CONSUMÍVEIS	07-36	07-30	07-25	07-20												
CLAUDIMAR/VAL	LOGÍSTICA	única	REVESTIMENTO CERÂMICO	ENTREGA ARGAMASSA	07-36	07-30	07-25	07-20												

Fonte: autor, 2024.

Um ponto importante a se ressaltar é o conceito de “kitificação”, que foi desenvolvido para melhor atender a distribuição dos materiais no empreendimento, visto que alguns itens são comuns para todas as casas, sofrendo alterações apenas conforme variações de tipologia. Esse fator contribuiu para a produtividade da equipe de logística, facilitando a separação e entrega do material, devido à padronização estabelecida.

Já para a obra B, os planejamentos semanais não eram elaborados por pacotes determinados, e sim visualizando as unidades de execução, em que cada unidade possuía a sua programação semanal individualizada, verificando todas as atividades possíveis compreendidas dentro da semana. Cada coluna da planilha representava uma semana programada, nos quais as porcentagens eram definidas de forma arbitrária, conforme entendimento do engenheiro responsável, a partir do seu prévio acompanhamento, conforme demonstrado na Figura 30.

Nesse caso, para a obra B, a gestão das equipes ficava comprometida, visto que a gestão ocorria de forma individualizada, sem a visão geral de todas as unidades a serem executadas. Além disso, verifica-se que na planilha de planejamento semanal não havia o detalhamento diário das atividades, o que dificultava o acompanhamento de forma assertiva, deixando impreciso o avanço físico da obra, sem evidenciar a evolução obtida – conforme Figura 31.

Figura 31 – Planilha de Planejamento Semanal - obra B.

PLANEJAMENTO														
ITEM	DESCRIÇÃO	% ACUM ANTERIOR OUT.21	% ACUM NOV.21	% TOTAL	SEMANA 09	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	
					29/11/21	06/12/21	13/12/21	20/12/21	27/12/21	03/01/22	10/01/22	17/01/22	24/01/22	
					a	a	a	a	a	a	a	a	a	
					03/12/21	10/12/21	17/12/21	24/12/21	31/12/21	07/01/22	14/01/22	21/01/22	28/01/22	
4	ALVENARIAS E PAINÉIS													
4.1	PLATIBANDA E BARRILETE			100%	10%	50%	40%							
4.2	ELEVACÃO DE ALVENARIA			100%	10%	50%	40%							
4.3	ELEVACÃO DE ALVENARIA - GOURMET			100%	10%	50%	40%							
4.4	ESQUADRIAS DE MADEIRA			100%										
4.5	ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO			100%										
4.6	GUARDA-CORPO E CORRIMÃO			100%										
5	COBERTURAS E PROTEÇÕES													
5.1	COBERTURA			100%				100%						
5.2	IMPERMEABILIZAÇÃO			100%				30%				30%		
6	REVESTIMENTOS													
6.1	REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS INTERNOS			100%				40%	60%					
6.2	REVESTIMENTOS ARGAMASSADOS EXTERNOS			100%			10%	50%	40%					
6.3	REVESTIMENTO DE PAREDE			100%							100%			
6.4	FORRO DE GESSO			100%						100%				
6.5	PINTURA INTERNA - 1º DEMÃO			100%									30%	
6.6	PINTURA INTERNA - 2º E 3º DEMÃO			100%										
6.7	PINTURA EXTERNA			100%									30%	
6.8	ELEMENTOS DE FACHADA			100%										

> ...

L-19J-08K-07K-13L-05L-28M-35O-11O-30P-20Q-19R-07R-08R-20S-18S-26S-27

...+⋮◀

Fonte: autor, 2024.

4.4. RELATÓRIO A3

A metodologia A3, atualmente, é empregada em diversos segmentos do mercado de trabalho, dentre eles a construção civil, pois objetiva a melhoria contínua dos processos, ou seja, seu aprimoramento, proporcionando benefícios aos empreendimentos.

No estudo de caso, foi analisada a alteração do método executivo do serviço de instalação enterrada, realizada na etapa de fundação das casas, em que todas as passagens, elétricas e hidráulicas, são realizadas de forma subterrânea, abaixo do radier, mantendo apenas as esperas na superfície para receber as demais instalações.

Na obra A, a execução das unidades é realizada de forma sequenciada, na forma de “linha de produção”, ou seja, quando finalizada uma unidade, ela segue para a próxima situada ao lado, e assim consequentemente. Porém, durante a escavação do terreno, para o posicionamento das tubulações, utilizando um maquinário de pequeno porte, o volume de material produzido é demasiado elevado, ocupando os lotes ao redor, atrapalhando o desenvolvimento das outras atividades e falhando a sequência proposta.

Além disso, o volume de material produzido, por não ser compreendido pelos limites do lote, desencadeava uma contaminação do pavimento executado nas ruas do condomínio, feitas de paver, e por isso, esse volume precisava ser reduzido. Ademais, percebeu-se que os eletrodutos, parte das instalações elétricas, estavam sendo frequentemente danificados, precisando ser substituídos, ou com entupimentos provocados pelo próprio solo, o que possibilitou a alteração do momento de execução, para que fossem instalados posteriormente. Em posse de todos esses informativos, os responsáveis pelo pacote, juntamente com o planejador da obra, elaboraram um Relatório A3 para atender essa demanda.

Seguindo a sequência de elaboração do Relatório A3, primeiro define-se a equipe que participará do desenvolvimento, geralmente, pessoas que estão na linha de frente da atividade executada, que a acompanham diariamente. No segundo e terceiro tópico, retrata-se o problema que no qual o relatório está focado, realizando uma breve descrição e retratação da situação atual. No quarto e quinto tópico, traçam-se as metas e o plano de ação, com a especificação das atividades que cada um deverá desenvolver. Essas etapas são exemplificadas na Figura 32.

Figura 32– Definição da meta ou melhoria no Relatório.

Relatório A3

TítuloALTERAÇÃO DO PROCEDIMENTO EXECUTIVO DA ESCAVAÇÃO DA ATIVIDADE INFRA ENTERRADA

AutorRESPONSÁVEL 1 E 3

Data03/05/2023

0 – DEFINIÇÃO DA EQUIPE

Responsável 1, Responsável 2, Responsável 3, Responsável 4

1 – DESCRIÇÃO DO PROBLEMA / MELHORIA

Volume excessivo de terra está impactando na conservação das ruas com pavimento tipo paver. A tratativa visa alterar a execução da atividade de escavação no serviço de infra enterrada elétrica para amenizar a movimentação de terra, assim evitando a contaminação do paver.

2 – ANÁLISE DA SITUAÇÃO ATUAL

• O processo de escavação para a instalação da infra enterrada gera um grande volume de terra cerca de 166 m³, este processo acarreta a necessidade de deslocamento desse material escavado para outros lotes e nessa movimentação ocorre a queda de terra na rua pavimentada. O que resulta em manchas no pavimento, comprometendo o aspecto visual final necessário para a entrega do condomínio.



Causa Raiz: Movimentação e processos desnecessários na atividade de infra enterrada.

3 – DEFINIÇÃO DA META

- Reduzir o volume de terra da escavação;
- Aumentar a produção da infra enterrada;
- Reduzir o tempo de uso da miniescavadeira na escavação das valas, liberando o uso para outras frentes de serviço (aterro);
- Reduzir a possibilidade de dano aos eletrodutos;

4 – PLANO DE AÇÃO

Ação	Responsável	Data	Status
Analisar TP de infra enterrada na etapa de escavação e posicionamento dos kits após a mudança na execução.	Responsável 3	05/03/2023	Andamento
Quantificar a quantidade de escavações por dia após mudança na execução.	Responsável 2	05/03/2023	Andamento
Levantar a quantidade de instalações sem a elétrica nesta semana	Responsável 2	05/03/2023	Andamento
Fotografar volume de terra antes da alteração e o volume de terra após.	Responsável 1	04/03/2023	Andamento
Projetar o procedimento de escavação anterior versus o de melhoria	Responsável 1	05/03/2023	Andamento
Quantificar o impacto da instalação dos eletrodutos durante o lastro de brita na atividade de radier	Responsável 4	05/03/2023	Andamento
Desenvolver projeto de locação dos eletrodutos dentro do radier	Responsável 1	04/03/2023	Andamento

Fonte: autor, 2024.

Primeiramente, dentre as tarefas propostas pelo relatório, foi realizada a análise do TP (Trabalho Padronizado), que se configura como cartilha orientativa que instrui detalhadamente sobre o serviço a ser executado, de uma forma mais intuitiva e acessível até mesmo que as Instruções de Trabalho (ITs), que geralmente possuem caráter mais técnico. Por essa razão, as TPs passaram a ser utilizadas pelo departamento de Suprimentos para a contratação dos serviços, visto que possuem o escopo de contratação exigida pela obra de forma sintetizada.

As TPs analisam as atividades dia a dia do pacote, desde a primeira tarefa até a última, sugerindo o tempo gasto para a realização de cada uma delas, juntamente com as ferramentas utilizadas e os profissionais competentes para tal. Além disso, os processos são descritos de maneira detalhada, em conjunto com um relatório fotográfico, expondo pontos de atenção, que nada mais são que problemas a serem evitados e conferências necessárias. As TP's são produzidas monitorando, cronometrando, analisando conformidade com relação ao projeto e com as Instruções de Trabalho propostas pela

empresa analisada. Essa ferramenta é de grande auxílio para as pessoas que estão na linha de produção, ou no “chão de fábrica”, pois sua adesão ocorre de forma mais sutil. A Figura 33 apresenta um trecho dos documentos produzidos, referente ao serviço abordado na A3.

Figura 33 – TP de Instalação Infra Enterrada.

DIA	ATIVIDADES	EQUIPES	FERRAMENTAS	TEMPO	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	PONTOS CHAVES	RAZÕES PARA OS PONTOS CHAVES
3ª	12 - POSICIONAMENTO E CORTE DAS CAIXAS PRÉ-MOLDADAS HIDRÁULICAS	 2 Encanadores	Nível bolha Régua de pedreiro Enxada Trena Serra Mármore	00:40	Utilizando os pontos marcados do eixo do radier puxa-se a linha para determinar o limite. A partir do projeto são retirados as medidas do posicionamento das caixas e com a marcação da altura é conferido com a régua de pedreiro, o nível bolha e a trena a posição correta que a caixa pré-moldada deve permanecer. Posicionada a caixa, o corte com a serra é feito para o encaixe das tubulações.	Certificar-se de que as caixas estejam niveladas em sua parte interna, externa e nos encontros com as tubulações; 	
	13 - REGULARIZAÇÃO DA VALA	 1 Encanador 1 Operador	Enxada	00:20	Preparar o berço de areia, que deve cobrir toda a área de assentamento dos tubos tendo espessura de 3 a 5 cm;		
	14 - MARCAÇÃO DAS PRUMADAS	 1 Encanador	Linha de pedreiro Marreta Gabarito Trena Vergalhão	00:10	Utilizando os pontos marcado do eixo do radier puxa-se a linha para determinar o seu limite. Com o gabarito metálico, posiciona-se os vergalhões que servem como referência para o posicionamentos dos tubos		

Fonte: autor, 2024.

A partir da análise da TP, pode-se observar e anexar ao relatório, os tempos estimados para cada atividade. Além disso, dentro do plano de ação determinado na A3, um dos itens consistia em elaborar um croqui de adaptação de projeto sem a escavação das valas destinadas às passagens elétricas como sugestão, juntamente com a realização de registro fotográfico e a cubicagem in loco do modelo de escavação proposto, pelos responsáveis escolhidos. Dessa maneira, as informações foram registradas no campo de Monitoramento do Relatório A3, de acordo com a Figura 34.

Ademais, como a etapa de instalação de eletrodutos foi retirada do escopo de infra enterrada e incorporada ao serviço do radier, tornando necessária a análise de impacto no tempo de duração de cada pacote, sendo verificada uma redução de 02 horas e 40 minutos no serviço de instalações e acréscimo de 25 minutos no tempo da execução do radier, concluindo que a mudança foi satisfatória no que se diz respeito ao prazo de execução. Essa redução de tempo ocasionada nas instalações enterradas, se deu, majoritariamente,

pela retirada de três valas de passagem elétrica, de forma que no radier elas são executadas mais facilmente, sem uma escavação tão profunda, conforme demonstrado nas Figuras 35 e 36. Todo o estudo de tempos foi realizado em campo por um dos responsáveis do plano de ação, que cronometrou todo o andamento da atividade e registrou o resultado alcançado.

Figura 34 – Análise da TP de Instalação Infra Enterrada.

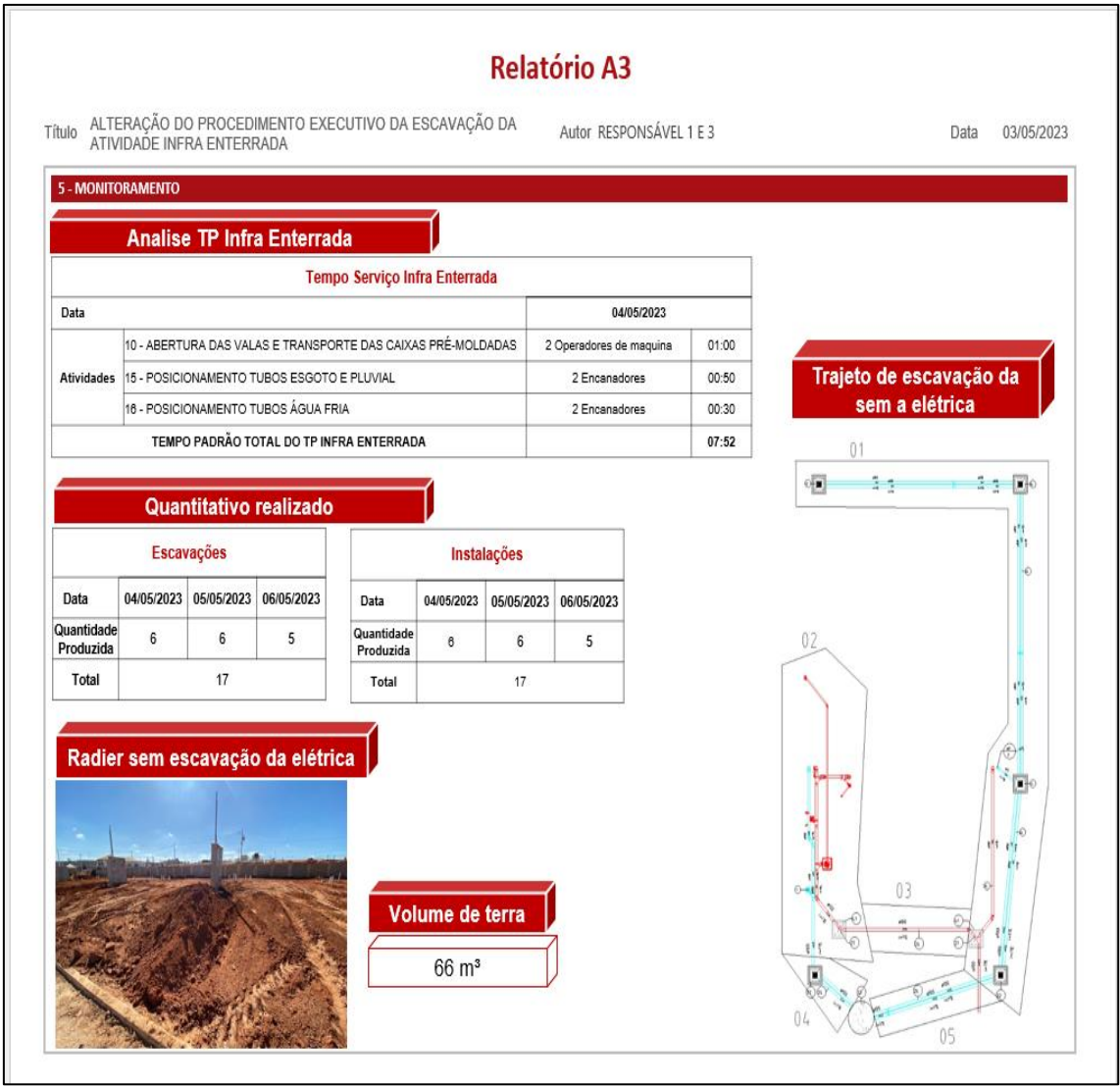
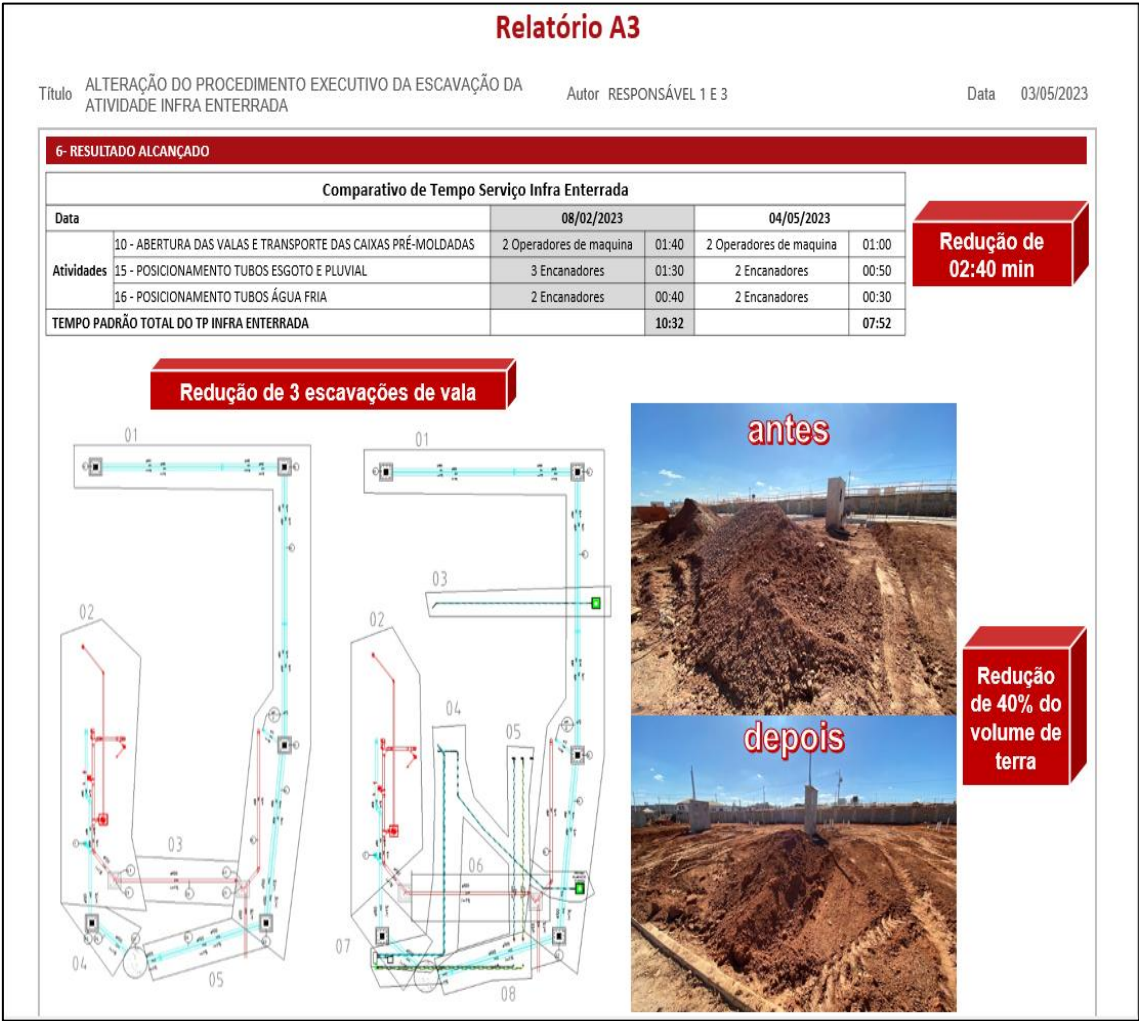


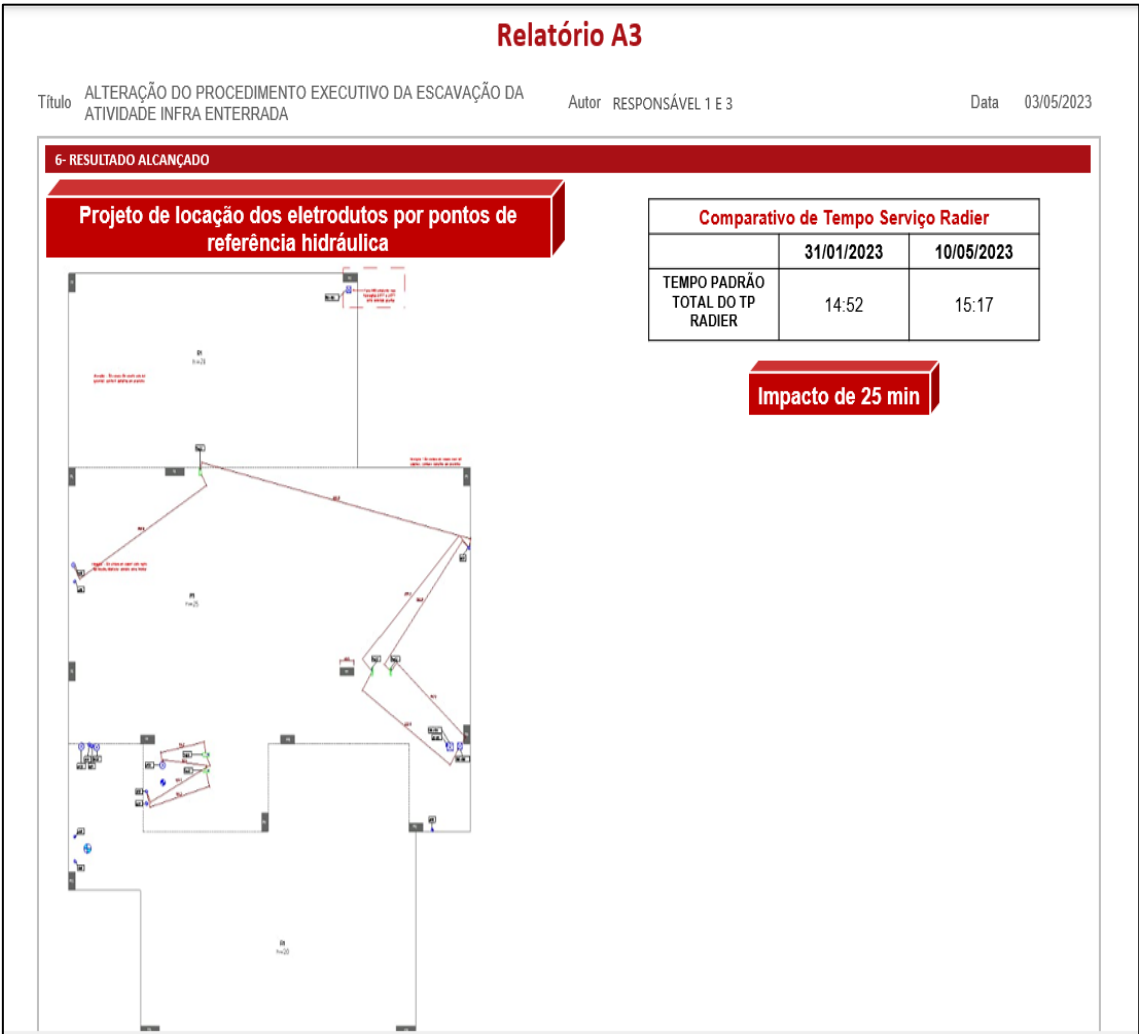
Figura 35 – Resultados da redução no tempo da Infra Enterrada.



Fonte: autor, 2024.

Portanto, foi possível identificar uma melhoria no procedimento da instalação de infra enterrada, reduzindo o volume de material escavado, sem prejudicar as atividades que ocorrem simultaneamente ou após o serviço, e protegendo a integridade dos eletrodutos, assim, otimizando a execução das próximas unidades e até mesmo dos próximos empreendimentos. Com essa melhoria documentada, outros ajustes precisam ser realizados, como a alteração das TPs, do Macrofluxo e do CED dos serviços mencionados, de maneira que todas as modificações estejam compatibilizadas e registradas para conhecimento e acesso de todos.

Figura 36 – Resultados do aumento no tempo do Radier.



Fonte: autor, 2024.

O Relatório A3 é um documento bastante utilizado pelo departamento de qualidade da empresa analisada, visto que ele funciona como uma atualização procedimentos, registrando suas melhorias, unindo-se às demais outros recursos, como as ITs e TPs. É necessário citar que, na grande maioria das vezes, a equipe de qualidade também participa nas confecções dos relatórios, de maneira que os procedimentos precisam ser validados pela mesma para sua execução.

Em suma, é perceptível a contribuição da metodologia A3 na melhoria dos processos, mapeando o passo a passo de como é executado e elaborando seu aprimoramento, configurando-se como um processo de evolução para a empresa analisada.

Na obra B não havia documentação dos procedimentos executados, e por não haver histórico, não era possível realizar A3 de melhorias. Essa situação também proporcionava uma falta de padronização e treinamento para os profissionais responsáveis, provocando um desalinhamento no processo executivo, visto que sem padrões, cada responsável seguiria as características próprias de seu entendimento. Ademais, sem a utilização do Relatório A3, não foi possível registrar as lições aprendidas, para impedimento de recorrência em outros empreendimentos, de modo tal a servirem de objeto de estudo para as novas equipes.

4.5. KANBAN

O Kanban, dentro das práticas do *Lean Construction* e do planejamento de alta eficiência, foi mais um dos mecanismos implementados na obra A, visando atender uma melhoria significativa à obra anterior que não fazia o uso do mesmo. O Kanban, como elucidado anteriormente, tem a premissa de uma “ação sob demanda”, diretamente ligado aos conceitos do *Just in Time*, eliminando os excessos e as faltas, produzindo somente o necessário, e por essa razão, pode ser empregado em diversas situações dentro do canteiro de obras.

Na obra A, durante o andamento dos serviços previstos, devido à chegada da execução do pacote de estrutura, com os serviços de laje, viu-se uma necessidade de maior controle dos jogos de formas a serem utilizados para realização desse serviço, e o Kanban foi uma alternativa funcional, prática e rápida para a obra. A contar deste momento, elaborou-se um Kanban de formas, com uma gestão visual e elucidativa, que ficava sob a gestão do encarregado da frente de serviço, e acompanhava diariamente todas as alterações.

No projeto em questão, as casas construídas tratam-se de sobrados, com dois pavimentos, em que a configuração do térreo permanece a mesma para qualquer uma das casas, e as alterações ocorrem somente no pavimento superior, em que o cliente pode escolher entre as opções de dois, três ou quatro quartos. Diante dessas informações, as formas utilizadas para primeira laje são iguais, mas para a segunda laje, há três tipologias diferentes, totalizando quatro tipos diferentes de jogos de forma. Sendo assim, as formas utilizadas na tipologia de dois quartos não poderiam ser reaproveitadas nas de três quartos, e vice-versa, visto que as disposições mudariam, os comprimentos das lajes e das vigas diferiam consideravelmente, com arranjos diferentes, e por isso, foram produzidas

todas as variações. Vale ressaltar que as formas são tratadas como jogos, visto que se o controle se estende às peças, ficaria ainda mais complexo para o rastreamento ser feito com qualidade e assertividade. Ademais, devido à essa diferenciação, foram produzidos dois Kanban's, um para o controle das lajes superiores e outro para controle das lajes de cobertura.

O Kanban tem a funcionalidade com cartões, e nesse caso, cada casa (unidade de repetição) era identificada por um cartão, contendo as seguintes informações:

- Casa: Local em que será empregado o jogo de forma.
- Entrega: Data em que o jogo de forma foi disponibilizado no local para uso.
- Concretagem: Data em que a laje foi concretada.
- Previsão de liberação: Data que o jogo de forma estará disponível para novo uso, respeitando a data da concretagem.
- Equipe: Empresa responsável pelo serviço na casa.
- Utilizações: Número de vezes que a forma foi utilizada.

Os cartões também eram diferenciados por duas cores, verde e rosa, em que o verde correspondia às “laterais” da forma e o rosa às peças de “fundo” das formas, sobretudo, no que se referia às vigas. Essa subdivisão ocorreu devido à necessidade produtiva, em que as laterais podiam ser disponibilizadas antes de todo o restante do jogo de forma, de maneira a não interromper o sequenciamento do processo. As formas das laterais eram disponibilizadas quatro dias após a concretagem, e assim poderiam completar um outro jogo de forma que também estaria disponibilizado no mesmo período. As peças de fundo eram disponibilizadas apenas 21 dias após a concretagem, e então, seguiam para o próximo local de aplicação. Por esse motivo, no cartão preenche-se o campo de concretagem já prevendo a data em que o jogo de forma deverá ser liberado, com base nos dias validados juntamente com os projetistas estruturais.

Além disso, uma informação contida nos cartões era o número de utilizações do jogo de forma, após atingida a quantidade máxima prevista de utilizações, a forma era descartada, pois poderia comprometer a qualidade do serviço executado. Nesse âmbito, com os testes realizados inicialmente, concluiu-se que as formas destinadas às lajes superiores poderiam ser aplicadas quatro vezes e as formas para lajes de cobertura possuíam o limite de seis utilizações. Também foi considerado que as formas utilizadas eram confeccionadas em chapa de madeira compensada plastificada, juntamente com

sarrafos para auxiliar no seu travamento e junção das peças, e por isso, previu-se uma reutilização dos jogos com base nesses materiais aplicados.

Outrossim, dentro dos cartões, duas informações complementares auxiliam nesse controle, que eram os campos de “equipe” e “entrega”. Como os serviços da produção são terceirizados à outras empresas, no campo equipe é definido a qual empresa aquele jogo de forma foi entregue e na entrega preenche-se a data que o jogo foi disponibilizado, após sua confecção. Esses campos permitem consultar quantos jogos de formas de cada tipologia cada empresa possui e quantos foram produzidos em um determinado tempo.

Essas informações possibilitam que a gestão dos jogos sempre retorne à mesma equipe, fazendo com que eles fiquem do início ao fim da vida útil da forma, forçando um zelo e uma cautela sempre que possível com o material fornecido. Ademais, as empresas que realizam as montagens das lajes também possuem profissionais dedicados somente à produção de novas formas, e essa data de entrega possibilita a realização de um quantitativo de quanto a equipe produziu em um determinado período, como por exemplo, em uma semana foram produzidos três jogos de viga “fundo” e três jogos de viga lateral, podendo até estimar um ritmo de produção para as semanas posteriores.

Com esses dados em mãos, o relatório produtivo da empresa era elaborado, e a partir disso, as medições de serviços eram realizadas, e posteriormente liberadas para pagamento das empresas, ou seja, o Kanban não só auxilia no acompanhamento físico da obra, como também no acompanhamento financeiro.

No canteiro de obras, visto a proporção de serviços, há uma central de formas, reservada à essa finalidade de confecção de formas, em que todos os materiais ficavam disponíveis no local, com bancadas preparadas, além de ferramentas específicas.

Quando as formas são descartadas, é gerada uma demanda de confecção de forma, para que uma nova substitua a descartada, e também quando uma equipe nova iniciaria o serviço precisaria de um novo jogo de formas. A central de formas, não era usada apenas para a confecção das formas que seriam utilizadas, mas também para a realização das reciclagens das peças descartadas, produzindo painéis de aviso, suporte para placas de segurança do trabalho, caixotes que serviriam como proteção de vergalhão, formas para pingadeiras, e diversas outras finalidades.

Por conseguinte, referente à última característica, ainda na obra A, as casas, ou as unidades devem ser construídas em ordem sequenciada pré-determinada, fazendo com que todos os serviços entrem em execução nessa ordem, ou seja, primeiro inicia-se a estrutura da casa 01-01, depois da 01-02, 01-03 e assim por diante. Por esse motivo, o

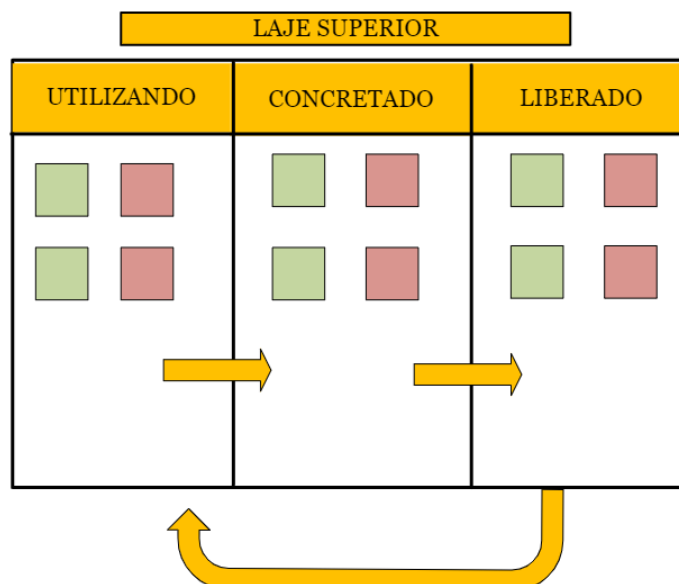
Kanban deve levar essa informação em consideração, posicionando os cartões, de maneira que as primeiras casas a serem atendidas são as primeiras casas da lista sequenciada na linha de balanço.

Além disso, deve-se obedecer ao ritmo também determinado pela linha de balanço do caso apresentado, que nesse contexto são de oito casas por semana, que representa o número de casas simultâneas em que o serviço de laje deve estar ocorrendo. Então, o Kanban deve respeitar todas essas regras.

O funcionamento do Kanban ocorre em três colunas, em que a primeira contém os cartões das casas em que os jogos de forma estão sendo montados no local, e assim que concluídos a montagem, após passar pelo processo de armação e instalações, a laje está pronta para concretagem. Seguidamente, o responsável pelas formas, se alimenta das informações de lajes concretadas, preenche os cartões das unidades e arrasta-os para a segunda coluna.

A partir daí a contagem se inicia, e quando atingido o momento de desforma, o cartão da casa correspondente é deslocado para a terceira coluna, reiniciando todo o processo, após reorganização. A Figura 37 apresenta o sequenciamento de movimentação desses cartões, e a Figura 38 ilustra o modelo utilizado na obra em questão.

Figura 37 - Esquema de funcionamento Kanban de formas da obra A.



Fonte: autor, 2024.

Figura 38 - Exemplo de Kanban de formas utilizado do canteiro da obra A.



Fonte: autor, 2024.

A implantação dessa ferramenta, proporcionou um enorme controle no que se diz respeito, principalmente à quantidade de utilização das formas e a sua movimentação, de onde um jogo seria liberado para onde seria destinado, relacionando cada local à um seguinte, até o término, fator esse que, sobretudo, auxiliava o departamento de logística, responsável por concretizar essa movimentação. Dessa maneira, com a utilização do Kanban, era possível deter a informação de quantas formas estariam disponíveis, e se essa quantidade seria suficiente, além de controlar corretamente o momento da desforma, seguindo a recomendação em projeto. Enfim, o serviço foi otimizado, mantendo um bom ritmo, sem interrupções e as equipes em produção constante.

Na obra B, as desformas ocorriam conforme prazo determinado em projeto e depois seguiam para a próxima casa que iniciaria o serviço. Segundo cronograma de entregas, não havia previsão antecipada, os jogos de formas eram movimentados conforme necessidade, eram descartados segundo inspeção visual, eram produzidos novos jogos quando as equipes solicitavam, e o controle por tipologias não ocorria. Em cada nova casa a forma era adaptada, sempre havendo acréscimos e descartes de peças, caracterizando desperdícios. Em suma, não havia um planejamento adequado para o emprego das formas, e devido a isso, algumas equipes eram interrompidas em seu trabalho, por falta de material, por logística incompatível e demais outros fatores que refletiam o desarranjo com relação às formas utilizadas.

5. CONCLUSÕES

Por meio deste estudo, notou-se um impacto positivo que a gestão adepta às ferramentas do *Lean Construction* pode ocasionar em obras em condomínios horizontais. Esses impactos foram observados e comprovados, com o auxílio dos dados apresentados, através do aumento na produtividade, melhoria no controle de execução e processos, e eficácia no planejamento da obra.

No que diz respeito à comprovação da eficiência da aplicação dos métodos de planejamento em relação à produtividade, salienta-se que esta não foi executada de forma integral, visto que, por mais que os dados apresentados da obra A evidenciem a importância das ferramentas de gestão, a análise comparativa não foi aplicável à todas as ferramentas, devido à falta de dados da obra B. As informações apresentadas em relação à obra B foram embasadas em fontes empíricas no processo e não fontes documentadas e utilizadas pela empresa, uma vez que tal empreendimento não utilizou ferramentas de planejamento e gestão.

Por conseguinte, diante do exposto, de maneira geral, é possível concluir que a implantação dos métodos foi essencial para o desenvolvimento da empresa analisada, de maneira tal que a partir da execução da obra A – com a implantação de ferramentas de planejamento – todos os processos foram difundidos para os demais empreendimentos. Dessa maneira evidencia-se uma valorização do planejamento, de forma a possuírem um melhor desempenho e assertividade, aprimorando a cada novo ciclo.

Em relação à obra B, sem o uso das ferramentas de planejamento, é possível afirmar que a mesma está em desvantagem em relação à obra A. A inexistência de um controle e um planejamento consistente na obra B, gerou-se atrasos nas entregas, aumento de custos, desperdícios, e por essa razão, pelos prejuízos proporcionados pela obra B, aplicou-se o planejamento nos empreendimentos posteriores, a fim de sanear os problemas levantados, e propagar para todos os colaboradores a relevância do emprego das ferramentas.

Ademais, o planejamento possibilitou um melhor auxílio no que diz respeito ao acompanhamento e conferência dos serviços, visto que a organização de inícios e termos de cada etapa como marcos de conferência, ofereceu à equipe do departamento de qualidade, uma melhor organização para atendimento dessas demandas. Assim, os processos possibilitaram eram aco

Além disso, utilizando-se do estudo de caso, ressaltou-se a importância da adesão às ferramentas de gestão no cenário da construção civil de uma maneira geral, de uma melhoria contínua, juntamente com a filosofia implantada pelo *Lean Construction*, visto que os empreendimentos de engenharia, no decorrer do tempo, se tornam mais complexos, necessitando de instrumentos capazes de otimizar a produção em uma disponibilidade de tempo gradativamente reduzida. Portanto, o uso de ferramentas de planejamento e gestão mostram-se fundamentais para as empresas conseguirem obter grandes resultados e serem reconhecidas no mercado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. Thesis (Doctor in Philosophy). School of Civil Engineering, Faculty of Engineering. University of Birmingham. Birmingham, 2000.

BATTI, CAETANO; CORREA, LEONARDO; GIRARDI, NICOLE; DESCHAMPS, RAMON; ARARIPE, RENATA. **Aplicação da técnica da linha de balanço como auxílio ao planejamento e controle de um projeto de construção de um edifício um estudo de caso**. 2013. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, Paraná, 2013.

CICONELLI, CARLOS. **Estudo de caso: aplicação da ferramenta Kaizen no processo de recirculação de tintas no setor de pintura de uma indústria automotiva**. 2007. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal de Juiz de Fora). Juiz de Fora, Minas Gerais, 2007.

DELGADO, IGOR RENATO. **Análise da metodologia A3: o caso de uma empresa de distribuição de energia**. 2016. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará). Fortaleza, Ceará, 2016.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, A. K. **Termo de Referência para o Processo de Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 1999.

FORMOSO, C. T; BERNARDES, M. M. S; ALVES, T. C. L.; OLIVEIRA, K. A. **Planejamento e Controle da Produção em Empresas de Construção**. Porto Alegre, 2001.

GRENHO, L.F.S. **Last Planner System e Just in Time na Construção**. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2009.

HERTHEL, ANA BEATRIZ. **Análise de viabilidade de aplicação da linha de balanço em obras de edifícios residenciais em João Pessoa-PB: Estudo de Caso.** 2015. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal da Paraíba). João Pessoa, Paraíba, 2015.

JÚNIOR, RUI PAULO. **Kanban: Sua utilização na indústria visando redução de custos através da organização e controle de estoques.** 2003. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Ciências Contábeis da Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis, Santa Catarina, 2003

LUBBEN, Richard T. **Just-in-Time: uma estratégia avançada de produção.** 2.ed. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.

MARCHESINI, JOÃO HENRIQUE. **Aplicabilidade da linha de balanço com ritmo fixo para planejamento e gestão de obras de infraestrutura urbana.** 2021. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica do Paraná). Curitiba, Paraná, 2021.

MARINHO, ANDRÉ. **Metodologia Ágeis: um ensaio comparativo acerca do método Kanban e o Framework Scrum.** 2020. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Administração da Universidade Federal do Rio de Janeiro). Rio de Janeiro, 2020.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras.** 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

MATTOS, A.D. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos.** São Paulo: PINI, 2006.

MAZIERO, L. **Aplicação do Conceito do Método da Linha de Balanço no Planejamento de Obras Repetitivas. Um levantamento das Decisões Fundamentais para a sua Aplicação.** Dissertação de Mestrado. UFSC. Florianópolis, 1990.

MENDES, Ricardo Jr. **Linha de Balanço – LOB, Uma Filosofia de programação de obras.** Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, 1997.

MOURA, Reinaldo A. **A simplicidade do controle de produção**. 3.ed. São Paulo: IMAN, 1989.

NETO, PEDRO; SILVA, DIOGO; **Os benefícios do uso de Kanban na gerência de projetos de manutenção de software**. 2012. Infoway Tecnologia e Gestão em Saúde LTDA. Teresina, Piauí, 2012.

OHNO, Taiichi, 1997. **O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre, Bookman.

OLIVEIRA, EDUARDO H. **Lean Construction: O Princípio do TAKT**. 2018.

OLIVEIRA, JOÃO G.B. **Aplicação de princípios da filosofia Lean em uma empresa de desenvolvimento web através da metodologia A3**. 2019. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina). Florianópolis, Santa Catarina, 2019.

OLIVEIRA, FRANCISCO. **Considerações sobre o sistema Kanban**. 2005. Revista Ciências Administrativas, V.11, N. especial, p.103-110. Santa Catarina, 2005.

PASCOAL, E. T.; HIROKO IAMAGUTI, B.; VILELA BERNARDES, P. H. **Metodologia A3: prós e contras a partir da perspectiva de um estudo de caso**. Cadernos UniFOA, Volta Redonda, v. 17, n. 49, p. 49–60, 2022. DOI: 10.47385/cadunifoa.v. 17 n 49.3921.

PITUCO, BETINA. **Integração do Orçamento ao planejamento por Linha de Balanço: Análise dos custos devido ao não cumprimento do cronograma de obra**. 2022. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Maria). Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2022.

RIBEIRO, THIAGO; SILVA, MATHEUS; PIRES, PAULO; OLIVEIRA, LÚCIA; GERÔNIMO, MAYCON. **Gestão da qualidade para a melhoria contínua: um estudo**

de caso utilizando o Método A3 na gestão de documentos. 2023. Revista Gestão e Secretariado (GeSec), São Paulo, SP, v. 14, n. 8, 2023, p. 13061-13082.

SILVA, JÉSSICA; ANASTÁCIO, FRANCISCA; **Método Kanban como Ferramenta de Controle de Gestão.** 2019. Revista Multidisciplinar e de Psicologia, V.13, N. 43, p.1018-1027. Ceará, 2019.

SILVA, JUNIEL. **Estudo de método de trabalho no planejamento de obras.** 2018. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil da Unievangélica,). Anápolis, Goiás, 2018.

SOBEK II, D.K.; SMALLEY, A. **Entendendo o pensamento A3:** um componente crítico do PDCA da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2010.

SOBEK, DK, & JIMMERSON, C. (2016). **Relatório A3: Ferramenta para melhorias de processos.** Em LI Brasil (Ed.). Lean Institute Brasil.

SOUZA, LEONARDO et al. **Aplicação do método da linha de balanço no planejamento e controle de obras com atividades repetitivas.** 2014. XIII SEPA – Seminário Estudantil de Produção Acadêmica, UNIFACS. Salvador, Bahia, 2014.

VARGAS, BRENDA. **Aplicabilidade do método da linha de balanço em obras industriais: estudo de caso para a obra industrial.** 2009. Trabalho de Conclusão de curso (Curso de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2009.