

INSTITUTOS SUPERIORES DE ENSINO DO CENSA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E DA SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTUDO DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NO PLANEJAMENTO
COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO E DESPERDÍCIO DE UM CANTEIRO DE OBRA
DE UMA CONSTRUÇÃO UNIFAMILIAR EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

Por

Rafael Tavares Rangel

Campos dos Goytacazes – RJ

Novembro/2024

INSTITUTOS SUPERIORES DE ENSINO DO CENSA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS E DA SAÚDE
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ESTUDO DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NO PLANEJAMENTO
COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO E DESPERDÍCIO DE UM CANTEIRO DE OBRA
DE UMA CONSTRUÇÃO UNIFAMILIAR EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

Por

Rafael Tavares Rangel

Projeto Final de Curso apresentado em
cumprimento às exigências para a
obtenção do grau no Curso de Graduação
em Engenharia Civil nos Institutos
Superiores de Ensino do CENSA.

Orientador: Adriana Meireles Macedo Abreu, Mestra

Campos dos Goytacazes – RJ

Novembro/2024

Rangel, Rafael Tavares

Estudo da metodologia lean construction no planejamento com foco na otimização e desperdício de um canteiro de obra de uma construção unifamiliar em Campos Dos Goytacazes – Rj / Rafael Tavares Rangel - Campos dos Goytacazes (RJ), 2024.

43 f.: il.

Orientador: Prof. Adriana Meireles Macedo
Abreu, Graduação em (Engenharia Civil)
Institutos Superiores de Ensino do CENSA, 2024.

1. Metodologia Lean Construction 2. Otimização.
3. Desperdício. I.Título.

CDD 624

Bibliotecária responsável Glauce Virgínia M. Régis CRB7 - 5799.
Biblioteca Dom Bosco.

ESTUDO DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NO PLANEJAMENTO
COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO E DESPERDÍCIO DE UM CANTEIRO DE OBRA
DE UMA CONSTRUÇÃO UNIFAMILIAR EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

Por

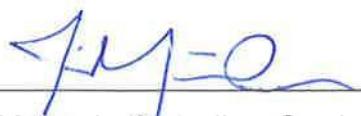
Rafael Tavares Rangel

Projeto Final de Curso apresentado em
cumprimento às exigências para a
obtenção do grau no Curso de Graduação
em Engenharia Civil nos Institutos
Superiores de Ensino do CENSA.

Aprovado em 27 de novembro de 2024

BANCA EXAMINADORA


Adriana Meireles Macedo Abreu, Mestra - ISECENSA


Thiago Motta de Carvalho, Graduado


Zélia Maria Peixoto Chrism, Doutora - ISECENSA

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram de maneira direta e indireta para a realização deste trabalho. Sem o apoio, a colaboração e o incentivo de todos, este TCC não teria sido possível.

Primeiramente, agradeço à minha orientadora, Adriana Meireles Macedo Abreu, pela orientação constante, paciência, e pelas valiosas contribuições acadêmicas. Sua dedicação e compromisso com o meu aprendizado foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos meus professores e ao corpo docente do curso de engenharia civil do ISECENSA, que, com seus ensinamentos e experiências, ampliaram minha visão e fortaleceram minha base acadêmica ao longo dos anos.

Por fim, gostaria de agradecer à minha família, especialmente aos meus pais, irmãos e a minha noiva, pelo apoio incondicional, amor e paciência. Sem a confiança e motivação que sempre recebi de vocês, este trabalho não teria sido possível.

A todos, meu muito obrigado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Significado do 5S.	19
Figura 2: Planta de cobertura.	26
Figura 3: Fluxograma dos processos de uma construção real.	28
Figura 4: Fluxograma das vinculações entre as atividades de uma construção modelo.	29
Figura 5: Imagem dos fundos do canteiro real na fase de concretagem do piso térreo.	32
Figura 6: Imagem da frente do canteiro real na fase de concretagem do piso térreo.	33
Figura 7: Representação visual dos fundos da construção real.	33
Figura 8: Representação visual da frente da construção real.	34
Figura 9: Imagem da frente do canteiro real na fase de locação das vigas do primeiro pavimento.	35
Figura 10: Imagem da frente do canteiro real na fase de finalização do entijolamento do segundo pavimento.	35
Figura 11: Imagem da frente do canteiro real na fase de finalização da superestrutura.	36
Figura 12: Layout dos fundos do canteiro modelo.	36
Figura 13: Layout da frente do canteiro modelo.	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de canteiro	21
Quadro 2: Cronograma global de planejamento da construção real.	24
Quadro 3: Cronograma global de execução da construção real.	24
Quadro 4 - Cronograma compartmentalizado da construção modelo.	30

LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Gráfico comparativo do tempo total do cronograma global de planejamento e execução da construção real.

28

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1. INTRODUÇÃO	11
1.1. Objetivo geral	12
1.1.1. Objetivos específicos	12
1.2. Justificativa	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1. História e Evolução do Lean	13
2.2. Lean Construction	13
2.2.1. Kanban	15
2.2.2. Just-in-time	15
2.2.3. Os cinco sensos (5S)	16
2.2.4. Last Planner System	17
2.3. Planejamento do canteiro de obra	17
2.3.1 Diretriz do planejamento	19
2.3.2 Modelos de canteiro	19
3. METODOLOGIA	21
3.1. Materiais	21
3.2. Métodos	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5. CONCLUSÃO	36
6. REFERÊNCIAS	38
ANEXO I	42

ESTUDO DA METODOLOGIA LEAN CONSTRUCTION NO PLANEJAMENTO COM FOCO NA OTIMIZAÇÃO E DESPERDÍCIO DE UM CANTEIRO DE OBRA DE UMA CONSTRUÇÃO UNIFAMILIAR EM CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

Rafael Tavares Rangel, Adriana Meireles Macedo Abreu

RESUMO

O estudo aborda a aplicação do *Lean Construction*, uma filosofia de gestão adaptada do *Lean Manufacturing* para o setor da construção civil, destacando seus princípios e ferramentas, como *Kanban*, *Just-in-Time*, *5S* e *Last Planner System*, para reduzir desperdícios, melhorar a eficiência e agregar valor ao cliente. A pesquisa utiliza metodologia qualitativa, comparando um canteiro de obra de uma construção real, utilizando a prática tradicional de planejamento, em Campos dos Goytacazes, RJ, com a mesma obra aplicando as ferramentas do *Lean Construction*. Os resultados evidenciam o potencial do *Lean Construction* para otimizar o planejamento, minimizar retrabalhos e promover maior eficiência operacional. A abordagem considera o impacto ambiental da construção civil, demonstrando a importância de métodos sustentáveis e inovadores para superar desafios de produtividade, coordenação e custos, promovendo a organização e a melhoria contínua no canteiro de obras.

Palavras-chave: *Lean Construction; Construção civil; Produtividade, Canteiro de obras.*

Rodapé

STUDY OF THE LEAN CONSTRUCTION METHODOLOGY IN PLANNING WITH A FOCUS ON OPTIMIZATION AND WASTE REDUCTION IN A SINGLE-FAMILY CONSTRUCTION SITE IN CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

Rafael Tavares Rangel, Adriana Meireles Macedo Abreu

ABSTRACT

The study addresses the application of Lean Construction, a management philosophy adapted from Lean Manufacturing for the construction sector, highlighting its principles and tools, such as Kanban, Just-in-Time, 5S, and Last Planner System, to reduce waste, improve efficiency, and add value to the client. The research uses a qualitative methodology, comparing a real construction site model with traditional practices in Campos dos Goytacazes, RJ. The results highlight the potential of Lean Construction to optimize planning, minimize rework, and promote greater operational efficiency. The approach considers the environmental impact of the construction sector, demonstrating the importance of sustainable and innovative methods to overcome challenges related to productivity, coordination, and costs, promoting organization and continuous improvement on the construction site.

Keywords: *Lean Construction; Civil construction; Productivity, Construction site.*

1. INTRODUÇÃO

O conceito de construção enxuta (Lean Construction) representa uma abordagem inovadora de gestão da produção, que procura adaptar e aplicar à construção civil os conhecimentos consolidados na indústria de manufatura, respeitando as especificidades desse setor (Conte, 1998). Segundo Howell (1999), a construção enxuta resulta da implementação de métodos de gerenciamento na construção civil, com o objetivo central de atender às exigências do cliente, não esquecendo da eficiência e da economia.

É indiscutível a necessidade de um planejamento eficiente no canteiro de obras para minimizar desperdícios e custos desnecessários. De acordo com Ansah, Sorooshian e Mustafa (2016), o Lean Construction oferece uma estratégia inovadora e sólida para resolver os desafios enfrentados pelo setor da construção civil. A aplicação dessa metodologia pelas equipes de projeto pode contribuir para a redução de perdas, aprimoramento do desempenho e diminuição dos custos no setor da construção civil.

Ao analisar essa filosofia de gestão, Taiichi Ohno (1998) destacou que o primeiro passo consiste em identificar os desperdícios. Para isso, o autor propôs destacar sete principais tipos de perdas em processos de manufatura e serviços. São elas: a) Desperdício por superprodução; b) Desperdício de tempo ocioso; c) Desperdício no transporte; d) Desperdício no processamento em si; e) Desperdício por excesso de estoque; f) Desperdício de movimento; g) Desperdício na produção de produtos defeituosos.

A construção enxuta tem conquistado destaque por preencher lacunas existentes na construção civil. Conforme apontado por Pereira (2011), este é um setor milenar que, embora tenha evoluído significativamente ao longo do tempo, ainda enfrenta desafios persistentes, como baixa produtividade, deficiências em segurança, condições precárias de trabalho e qualidade insatisfatória. Embora o gerenciamento de projetos tenha se mostrado eficaz nas organizações, Pedrão (2014) destaca que, quando combinado com outras metodologias, pode proporcionar resultados ainda mais expressivos.

1.1. Objetivo geral

Apresentar os impactos da implementação da ferramenta *Lean Construction* através da comparação entre um modelo de canteiro de obra residencial utilizando a referida ferramenta e outro canteiro de obra residencial real utilizando métodos tradicionais.

1.1.1. Objetivos específicos

- Propor um modelo para a implementação do *Lean Construction* em uma construção unifamiliar em Campos dos Goytacazes, RJ;
- Identificar melhorias na programação das atividades, redução de desperdícios e aumento da eficiência do fluxo de trabalho;
- Obter maior eficiência operacional e redução de prazos na entrega da obra.

1.2. Justificativa

A construção civil apropria-se de 75% do que é extraído do meio ambiente e consome 21% de toda a água tratada do planeta (USGBC, 2018). A qualidade na construção civil também é um dos grandes temas no setor. Segundo Lucio et al., (2016), a Indústria da construção civil registra altos índices de falhas na administração interna das empresas tais como: a gestão dos processos de produção e projetos, a gestão de suprimentos e do canteiro de obras, a gestão de recursos humanos e o atendimento ao cliente.

A indústria da construção civil está sofrendo problemas na produção devido ao alto desperdício, baixa produtividade, falta de coordenação e alto custo (Pereira et al., 2015). O retrabalho é um dos fatores primários que contribuem para o mau desempenho e produtividade na construção civil (Love; Zahir; David, 2003). De acordo com estudos realizados por Koskela (1992), 30% da construção é retrabalho e pelo menos 10% dos materiais são desperdiçados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. História e Evolução do *Lean*

Em seu artigo de 1988, John Krafcik foi o pioneiro ao introduzir o termo 'Lean Production'. Ele apresentou o sistema Toyota como um modelo que integra as vantagens da produção artesanal e da produção em grande escala, ao mesmo tempo em que elimina os custos elevados de ambos os processos. O princípio fundamental do Lean é a eliminação de desperdícios em suas diversas formas, promovendo uma produção mais eficiente e orientada para o valor percebido pelo cliente.

O conceito do Lean tem suas raízes na filosofia de gestão Lean Manufacturing da Toyota. Na indústria da construção, ele se transformou em Lean Construction, com ênfase na redução de desperdícios e no aumento da produtividade em projetos. Sua implementação contribui para a melhoria da qualidade, a diminuição dos custos e a promoção da colaboração entre os times. Dentre as ferramentas essenciais, destacam-se Kaizen, Just-in-Time e 5S, que visam aprimorar todo o ciclo de vida da obra, desde a fase de planejamento até a conclusão da entrega (NAVARRO, 2023)

2.2. *Lean Construction*

Concerne em um método de gestão aplicado ao gerenciamento de obras, cujo objetivo é reduzir os custos do projeto por meio da eliminação de desperdícios ao longo de todo o processo construtivo. Nesse contexto, são apresentados os princípios do Lean Manufacturing, originados do Sistema Toyota de Produção (STP), adaptados para o cenário da engenharia civil (Taiichi Ohno, 1988). Entretanto, conforme apontam Prasad e Vasugi (2023), a implantação da cultura enxuta em uma organização, caso não seja bem conduzida, pode não só fracassar, mas também afetar negativamente as práticas vigentes e os processos de negócios habituais da organização.

De acordo com Womack e Jones (1998) embora existam diversos métodos e tecnologias, o verdadeiro motor desse sistema é o comprometimento da equipe, tendo como a força motriz o incentivo e o empenho na melhoria, obtendo constantemente as melhores formas de realizar as atividades. Todos os dias a equipe deve ter um direcionamento preciso e enxuto para a devida atuação. Ainda permanecendo no olhar de Womack e Jones (1998), a produção enxuta busca identificar e eliminar sistematicamente desperdícios na cadeia produtiva, sendo desperdício definido como qualquer atividade que absorve recursos e não cria valor.

Ao adotar as ferramentas do *Lean Construction*, além do aumento da produtividade e a redução de custos, atender as necessidades dos clientes é igualmente considerável (Lima, 2023). Na concepção de Koskela, Howell Ballard & Tommelein (2002 *apud* Pereira, 2023), a produção tem três tipos de objetivo: O primeiro, com o objetivo de obter os produtos pretendidos produzidos em geral. O segundo trata de objetivos relacionados às características da própria produção, como minimização de custos e nível de utilização (objetivos internos). O terceiro é relacionado às necessidades do cliente, como qualidade, confiabilidade e flexibilidade.

Koskela(1992), em sua teoria da *Lean Construction*, define princípios fundamentais que têm como objetivo melhorar a eficiência e a eficácia nos processos de construção. Os principais princípios identificados por ele:

- Reduzir as perdas: Minimizar desperdícios, como materiais, tempo e esforço, que não agregam valor ao cliente final;
- Aumentar o valor ao cliente: Focar na criação de valor para o cliente, atendendo suas necessidades de forma eficiente;
- Reduzir a variabilidade: Controlar as variações nos processos para alcançar um fluxo de trabalho mais estável e previsível;
- Reduzir o tempo de ciclo: Acelerar os processos para diminuir o tempo necessário para concluir as atividades, melhorando a produtividade;
- Simplificar o processo: Tornar os processos mais simples, eliminando passos desnecessários que não agregam valor;

- Aumentar a transparência: Garantir que todos os envolvidos no projeto tenham acesso às informações relevantes, promovendo uma gestão visual clara e eficaz;
- Focar na melhoria contínua: Buscar constantemente melhorias nos processos e sistemas de construção;
- Equilibrar o fluxo de trabalho: Garantir que o trabalho seja realizado de forma equilibrada, sem sobrecargas ou períodos ociosos, promovendo um fluxo contínuo;
- Respeitar as pessoas: Valorizar e respeitar as pessoas envolvidas no processo, promovendo a capacitação e o envolvimento dos trabalhadores na resolução de problemas;
- Otimizar o todo: Pensar no projeto como um todo integrado, evitando a otimização de partes que possam prejudicar o desempenho geral.

2.2.1. *Kanban*

De acordo com o *Léxico Lean – Glossário Ilustrado para Praticantes do Pensamento Lean* (Marchwinski e Shook, 2003) o Kanban é um sistema visual utilizado para controlar o fluxo de materiais em sistemas puxados, onde a produção é baseada na demanda. O termo, que significa "sinal" em japonês, é representado principalmente por cartões que contêm informações como nome da peça, fornecedor e local de armazenamento. Esses cartões podem incluir códigos de barras para rastreabilidade. Além dos cartões, o Kanban pode ser representado por placas, bolas coloridas ou sinais eletrônicos, sempre com o objetivo de evitar erros e otimizar a produção.

2.2.2. *Just-in-time*

O conceito de *Just-in-time* (JIT), na visão de Slack, Chambers e Johnston (2002), é uma abordagem de produção que visa fabricar bens e serviços

exatamente no momento em que são necessários. O objetivo é evitar a formação de estoques excessivos, reduzindo custos e espaço ocupado, e, ao mesmo tempo, garantir que os clientes recebam os produtos dentro do prazo. Essa estratégia busca otimizar os processos de produção, alinhando a fabricação à demanda real, evitando tanto a falta quanto o acúmulo desnecessário de produtos.

Para Corrêa e Gianesi (1993), o *Just-in-time* vai além de uma técnica ou conjunto de técnicas de gestão da produção, trata-se de uma filosofia gerencial que engloba aspectos como administração de materiais, arranjo físico, projeto de produtos, gestão de recursos humanos, organização do trabalho e gestão da qualidade.

2.2.3. Os cinco sensos (5S)

O 5S é uma metodologia que visa promover e manter a organização e a limpeza nos locais de trabalho, sejam administrativos ou de manufatura, servindo como um pilar fundamental do *Lean Manufacturing*. Para que o 5S seja eficaz, é necessário o envolvimento direto das pessoas que executam os processos (Werkema, 2011). A sigla 5S é derivada de cinco palavras japonesas que começam com a letra S, conforme apresentado na Figura 1.

Palavra japonesa	Tradução	Significado
Seiri	Senso de Utilização (<i>Sort - Classificar</i>)	Separar o necessário do desnecessário, descartando o último.
Seiton	Senso de Organização (<i>Set in Order - Ordenar</i>)	Organizar o necessário, definindo um lugar para cada item.
Seiso	Senso de Limpeza (<i>Shine - Limpar</i>)	Limpar e identificar cada item.
Seiketsu	Senso de Padronização (<i>Standardize - Padronizar</i>)	Criar e seguir um padrão resultante do desempenho adequado nos três primeiros S.
Shitsuke	Senso de Autodisciplina (<i>Sustain - Manter</i>)	Estabelecer a disciplina para manter os quatro primeiros S ao longo do tempo.

Figura 1: Significado do 5S.

Fonte: Werkema (2011)

2.2.4. *Last Planner System*

O *Last Planner System* (LPS) é um modelo de planejamento e controle originado pela abordagem de planejamento focado em atividades. Trata-se de um processo colaborativo que envolve interações entre as equipes de execução e o time de planejamento, com o objetivo de garantir que o trabalho não dependa da espera pelos trabalhadores e que os trabalhadores não fiquem aguardando a tarefa a ser realizada (Kenley e Seppanen, 2010). E na concepção de Ballard (2000) o LPS pode ser visto como uma ferramenta que transforma o que poderia ser realizado no que realmente pode ser executado, empregando o plano de trabalho semanal.

2.3. Planejamento do canteiro de obra

O canteiro de obras é o espaço destinado à realização de atividades de construção, seja de edificações, infraestrutura ou obras de engenharia. Conforme

a ABNT NBR 12284:1991, essas áreas são destinadas tanto à execução quanto ao suporte das atividades da construção civil, sendo divididas em áreas operacionais e de vivência. A NR-18 (2024) exige que o canteiro seja mantido limpo, organizado e com áreas de vivência apropriadas, como alojamentos, refeitórios, sanitários, vestiários e áreas de descanso. Também determina a realização de inspeções periódicas no canteiro, a fim de identificar e corrigir possíveis problemas ou riscos.

Segundo Souza e Franco (1997), uma construção passa por várias fases durante sua execução, dessa forma, o canteiro de obras tem que se transformar ao longo da evolução da construção, variando consideravelmente em relação aos materiais, serviços, equipamentos e mão de obra necessários. Por ser o local onde se concentra todo o planejamento de uma obra, sofre influências de todas as atividades envolvidas no empreendimento. Assim, o processo ocorre de forma interativa, com cada modificação ligada à concepção da obra, resultando em uma solução mais eficaz para a organização do canteiro.

Saurin e Formoso (2006) afirmam que o planejamento do canteiro é definido como a organização do *layout* e da logística das instalações temporárias, do transporte e armazenamento de materiais, além das instalações de segurança. A logística do planejamento deve ser integrada à organização do *layout*, garantindo que todas as condições de infraestrutura necessárias sejam fornecidas para o adequado funcionamento dos processos relacionados às instalações do canteiro.

Para Frankenfeld (1990), o planejamento de um canteiro de obras compreende a organização do *layout* e da logística das instalações temporárias, medidas de segurança, bem como do sistema de movimentação e armazenamento de materiais, englobando a disposição física de trabalhadores, materiais, equipamentos, áreas de trabalho e estocagem.

Seguindo nessa mesma premissa, Oliveira e Serra (2006 *apud* Moro, 2015), enxergam que ao projetar o canteiro, é importante buscar a melhor disposição de cada componente, considerando os diversos fatores envolvidos em relação aos insumos, equipamentos, ferramentas, colaboradores e à fase atual da

obra durante seu progresso, o que contribuiu para uma melhor utilização de tempo e espaço.

2.3.1 Diretriz do planejamento

O objetivo do planejamento do canteiro é aprimorar o uso do espaço disponível, garantindo a operação segura e eficiente de homens e equipamentos. Isso é feito, principalmente, por meio da redução das movimentações de materiais, peças e trabalhadores, otimizando os fluxos de trabalho e evitando desperdícios (Saurin e Formoso, 2006).

Os múltiplos objetivos que direcionam o planejamento de canteiro, foram divididos em duas categorias por Tommelein (1992): Os objetivos de alto nível visam garantir operações seguras e eficientes, além de manter a motivação dos trabalhadores por meio de boas condições ambientais, assegurando conforto e segurança. Também é importante cuidar do aspecto visual do canteiro, como a limpeza, o que impacta positivamente tanto funcionários quanto clientes, pois um canteiro organizado transmite maior confiança na qualidade da obra. Já os objetivos de baixo nível incluem reduzir distâncias de transporte, otimizar o tempo de movimentação de pessoas e materiais, diminuir o manuseio de materiais e prevenir obstáculos ao fluxo de materiais e equipamentos.

2.3.2 Modelos de canteiro

Segundo Illingworth (1993), os canteiros de obras podem ser classificados em três categorias: restritos, amplos, ou longos e estreitos. O quadro 1 apresenta as características de cada um desses tipos.

Quadro 1: Tipos de canteiro

Tipo	Descrição
1) Restritos	A construção ocupa o terreno completo ou uma alta porcentagem deste.
Exemplo	Construções em áreas centrais da cidade, ampliação e reformas.

2) Amplos	A construção ocupa somente uma parcela relativamente pequena do terreno. Há disponibilidade de acesso para veículos e de espaço para áreas de armazenamento e acomodação de pessoal.
Exemplo	Construção de plantas industriais, conjuntos habitacionais e outras grandes obras como barragens e usinas hidroelétricas.
3) Longos e estreitos	São restritos em apenas uma das dimensões, com possibilidade de acesso em poucos pontos do canteiro.
Exemplo	Trabalhos em estrada de ferro e rodagem, redes de gás e petróleo, e alguns casos de obras de edificações em zonas urbanas.

Fonte: Illingworth (1993)

2.3.3 Instalações provisórias

Sob o ponto de vista de Saurin e Formoso (2006), apesar de os barracões de compensado predominarem em grande parte dos canteiros de obras, há diversas alternativas de instalações temporárias, cada qual com suas vantagens e desvantagens. Não importando o sistema adotado, é fundamental considerar critérios como custo de aquisição, implantação e manutenção, potencial de reutilização, durabilidade, facilidade de montagem e desmontagem, isolamento térmico e impacto visual. A relevância de cada critério muda conforme as necessidades específicas da obra.

Uma alternativa existente é a utilização de *containers*. Mantendo-se na ótica de Saurin e Formoso (2006), na construção civil, essa prática é comum em países desenvolvidos. Essa alternativa vem sendo adotada há algum tempo, como na engenharia de montagem industrial e em grandes empreendimentos. Embora o uso de *containers* em obras de edificações residenciais e comerciais esteja aumentando, essa opção ainda é minoritária em comparação aos barracos de madeira.

3. METODOLOGIA

O estudo baseia-se em uma pesquisa qualitativa onde após a realização do levantamento bibliográfico foi elaborado um estudo de caso, com ênfase na otimização, fluxo de atividade e desperdício, levando em conta que foi efetuada a aplicação dos conceitos e considerações do método enxuto em um canteiro de obra de uma construção real, em Campos dos Goytacazes, RJ.

Neste estudo, foi realizado um contraste de uma construção unifamiliar existente e uma construção modelo, onde foram estabelecidos métodos distintos. Colocando em evidência a avaliação do terreno disponível e do projeto construtivo para a elaboração do *layout* do canteiro, planejamento e cronogramas, aplicando princípios e técnicas do *Lean Construction*, tais como: redução do desperdício, favorecimento no manuseio de materiais, diminuição no tempo gasto nos processos iniciais da construção e ênfase na atividade puxada.

3.1. Materiais

Para a elaboração dos esquemas dos canteiros e desenvolvimento de fluxogramas foi utilizado o programa Canva. No suporte da formulação de gráficos e tabelas, utilizou-se a ferramenta *Microsoft Excel*. O procedimento de observação para avaliação de resultados, esteve presente da organização do canteiro até a concretagem da última laje da construção.

Para reunir dados, foram analisados os registros das datas de início e término dos serviços apresentados no cronograma global de planejamento da construção real (Quadro 2), elaborado pela empresa, em comparação com o cronograma global de execução da construção real (Quadro 3), elaborado pelo autor, juntamente com a análise da planta de cobertura da construção real (Figura 2). Os planejamentos operacional e tático, realizados pelo engenheiro gestor, também foram utilizados para avaliar o impacto nas etapas em estudo.

Quadro 2: Cronograma global de planejamento da construção real.

Obra	Duração	Início	Término	Obra	Duração	Início	Término
Construção real	185 dias	Seg 07/08/23	Sex 19/04/24	Regularização interno	5 dias	Qua 24/01/24	Ter 30/01/24
Muro	32 dias	Seg 07/08/23	Ter 19/09/23	Granitos - Peitoris	3 dias	Qua 31/01/24	Sex 02/02/24
Casa	185 dias	Seg 07/08/23	Sex 19/04/24	Enfiação	5 dias	Qua 31/01/24	Ter 06/02/24
Fundação	22 dias	Seg 07/08/23	Ter 05/09/23	Montagem de quadro	2 dias	Qua 07/02/24	Qui 08/02/24
Estrutura	32 dias	Qua 06/09/23	Qui 19/10/23	Ligaçāo definitiva	1 dia	Sex 09/02/24	Sex 09/02/24
Instalações	14 dias	Sex 20/10/23	Qua 08/11/23	Estanqueidade Hidráulica	1 dia	Qua 31/01/24	Qua 31/01/24
Hidráulica	14 dias	Sex 20/10/23	Qua 08/11/23	Colocāção de cerâmica parede	10 dias	Qua 07/02/24	Ter 20/02/24
Chumbamento pontos lajes	3 dias	Sex 20/10/23	Ter 24/10/23	Forro de gesso	15 dias	Seg 12/02/24	Sex 01/03/24
Interligação aérea	4 dias	Qua 25/10/23	Seg 30/10/23	Colocāção de cerâmica piso	10 dias	Seg 18/03/24	Sex 29/03/24
Prumadas	3 dias	Ter 31/10/23	Qui 02/11/23	Esquadrias de alumínio	5 dias	Seg 01/04/24	Sex 05/04/24
Interligação rua	4 dias	Sex 03/11/23	Qua 08/11/23	Esquadrias de madeira	5 dias	Seg 01/04/24	Sex 05/04/24
Elétrica	11 dias	Sex 20/10/23	Sex 03/11/23	Calçadas internas e externa	10 dias	Qua 31/01/24	Ter 13/02/24
Eletrodutos	5 dias	Sex 20/10/23	Qui 26/10/23	Bancadas e escadas	5 dias	Seg 01/04/24	Sex 05/04/24
Caixas	3 dias	Sex 27/10/23	Ter 31/10/23	Louças e metais	5 dias	Seg 08/04/24	Sex 12/04/24
Quadros	3 dias	Qua 01/11/23	Sex 03/11/23	Instalações elétricas	5 dias	Seg 08/04/24	Sex 12/04/24
Ar condicionado	3 dias	Qua 01/11/23	Sex 03/11/23	Tomadas e interruptores	3 dias	Seg 08/04/24	Qua 10/04/24
Chapisco interno e externo	5 dias	Seg 06/11/23	Sex 10/11/23	Testes ligações elétricas	2 dias	Qui 11/04/24	Sex 12/04/24
Emboço externo	22 dias	Seg 13/11/23	Ter 12/12/23	Testes e check lists	5 dias	Seg 15/04/24	Sex 19/04/24
Emboço Interno	30 dias	Qua 13/12/23	Ter 23/01/24				

Fonte: Empresa de referência (2023)

Quadro 3: Cronograma global de execução da construção real.

Obra	Duração	Início	Término	Obra	Duração	Início	Término
Construção real	270 dias	Seg 07/08/23	Sex 16/08/24	Regularização interno	30 dias	Qua 21/02/24	Ter 02/04/24

Muro	32 dias	Seg 07/08/23	Ter 19/09/23	Granitos - Peitoris	63 dias	Qua 20/03/24	Sex 14/06/24
Casa	270 dias	Seg 07/08/23	Sex 16/08/24	Enfiação	90 dias	Qua 03/04/24	Ter 06/08/24
Fundação	30 dias	Seg 07/08/23	Sex 08/09/23	Montagem de quadro	2 dias	Qui 08/08/24	Sex 09/08/24
Estrutura	53 dias	Seg 11/09/23	Qui 21/12/23	Ligaçāo definitiva	1 dia	Sex 09/08/24	Sex 09/08/24
Instalações	14 dias	Qua 03/01/24	Sex 26/07/24	Estanqueidade Hidráulica	3 dia	Qua 17/04/24	Sex 19/04/24
Hidráulica	114 dias	Qua 20/02/24	Sex 26/07/24	Colocação de cerâmica parede	39 dias	Sex 19/04/24	Qua 12/06/24
Chumbamento pontos lajes	2 dias	Qua 24/04/24	Qui 25/04/24	Forro de gesso	15 dias	Seg 20/05/24	Sex 07/06/24
Interligação aérea	4 dias	Qua 20/02/24	Sex 23/02/24	Colocação de cerâmica piso	44 dias	Ter 28/05/24	Sex 26/07/24
Prumadas	4 dias	Ter 16/04/24	Sex 19/04/24	Esquadrias de alumínio	5 dias	Seg 15/07/24	Sex 19/07/24
Interligação rua	3 dias	Qua 24/07/24	Sex 26/07/24	Esquadrias de madeira	3 dias	Seg 29/07/24	Qua 31/07/24
Elétrica	90 dias	Qua 03/01/24	Ter 07/05/24	Calçadas internas e externa	45 dias	Qua 29/05/24	Ter 30/07/24
Eletrodutos	108 dias	Qui 04/01/24	Seg 27/05/24	Bancadas e escadas	30 dias	Seg 24/06/24	Sex 02/08/24
Caixas	4 dias	Ter 16/01/24	Sex 19/01/24	Louças e metais	10 dias	Qui 25/07/24	Qua 07/08/24
Quadros	29 dias	Qua 28/03/24	Ter 07/05/24	Instalações elétricas	5 dias	Seg 05/08/24	Sex 09/08/24
Ar condicionado	18 dias	Ter 19/03/24	Qui 11/04/24	Tomadas e interruptores	4 dias	Seg 05/08/24	Qui 08/08/24
Chapisco interno e externo	28 dias	Qua 29/11/23	Qui 05/01/24	Testes ligações elétricas	2 dias	Qui 08/08/24	Sex 09/08/24
Emboço externo	73 dias	Ter 02/01/24	Qui 11/04/24	Testes e check lists	5 dias	Seg 12/08/24	Sex 16/08/24
Emboço Interno	78 dias	Seg 22/01/24	Qua 08/05/24				

Fonte: autor (2024)

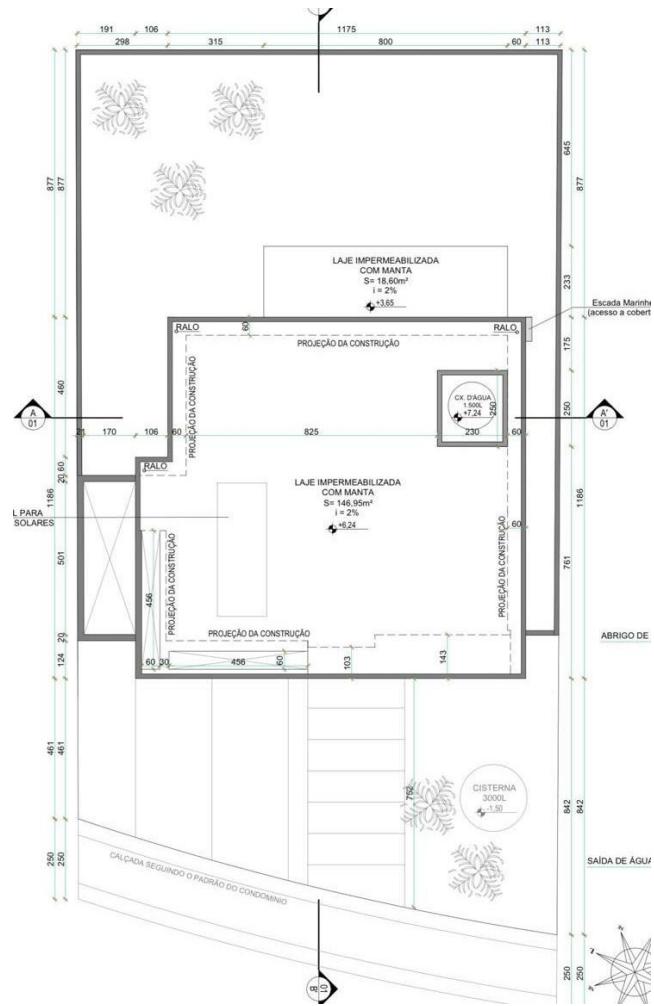


Figura 2: Planta de cobertura.
Fonte: Empresa de referência (2023)

3.2. Métodos

No estudo e avaliação da construção real, concomitantemente na elaboração da construção modelo, foram utilizados os métodos descritos na bibliografia como *Kanban*, *Just-in-time* (JIT), os cinco sensos (5S) e o *Last planner system* (LPS).

- Organizar o fluxo de atividades, visualizando tarefas com cartões em fases: 'a fazer', 'em andamento' e 'concluído'.
- Identificar atrasos rapidamente, facilitando a comunicação e mantendo o controle das etapas da obra.

- Otimizar o uso de materiais, entregando-os somente quando necessários, evitando acúmulo e reduzindo desperdícios.
- Melhorar o controle de estoque e organizar o espaço, agilizando atividades e melhorando a segurança.
- Organizar o ambiente de trabalho, promovendo eficiência e segurança.
- Focar na colaboração e planejamento de atividades, alinhando todas as partes envolvidas.
- Planejamento realista e ajustes contínuos garantem a execução sem atrasos, melhorando o fluxo de trabalho e a coordenação das equipes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos estudos da metodologia do *Lean Construction*, demonstrados no referido trabalho, foi elaborado um estudo de caso a partir de uma construção unifamiliar de dois pavimentos, com uma área construída de 180m² em um terreno com 10 metros de largura e 20 metros de comprimento (200m²), localizada no condomínio Cidade Jardim Resort em Campos dos Goytacazes - RJ.

Por meio das análises, foi viabilizada a elaboração de uma comparação entre o desenvolvimento dos planejamentos, *layouts* e orientações de uma construção real para uma construção modelo, seguindo os conceitos e métodos do *Lean Construction*, durante o período de estudo.

Para a construção real foi elaborado um fluxograma das etapas utilizadas para a concepção da obra. O fluxograma é apresentado no figura 3.



Figura 3: Fluxograma dos processos de uma construção real.
Fonte: autor (2024)

Verifica-se no fluxograma representado na figura 3 que as etapas são realizadas sem a prévia definição e finalização de uma etapa anterior, dispostas

como independentes, o que pode gerar retrabalhos, atrasos e dificuldades de integração entre os processos subsequentes. Além disso, essa falta de sequência compromete o controle de qualidade e a eficiência, uma vez que cada etapa não leva em consideração o resultado ou as necessidades da anterior. A ausência de uma coordenação lógica entre as etapas resulta em processos fragmentados, onde os recursos e o tempo são utilizados de forma menos produtiva, gerando potenciais sobrecargas e desperdício de insumos.

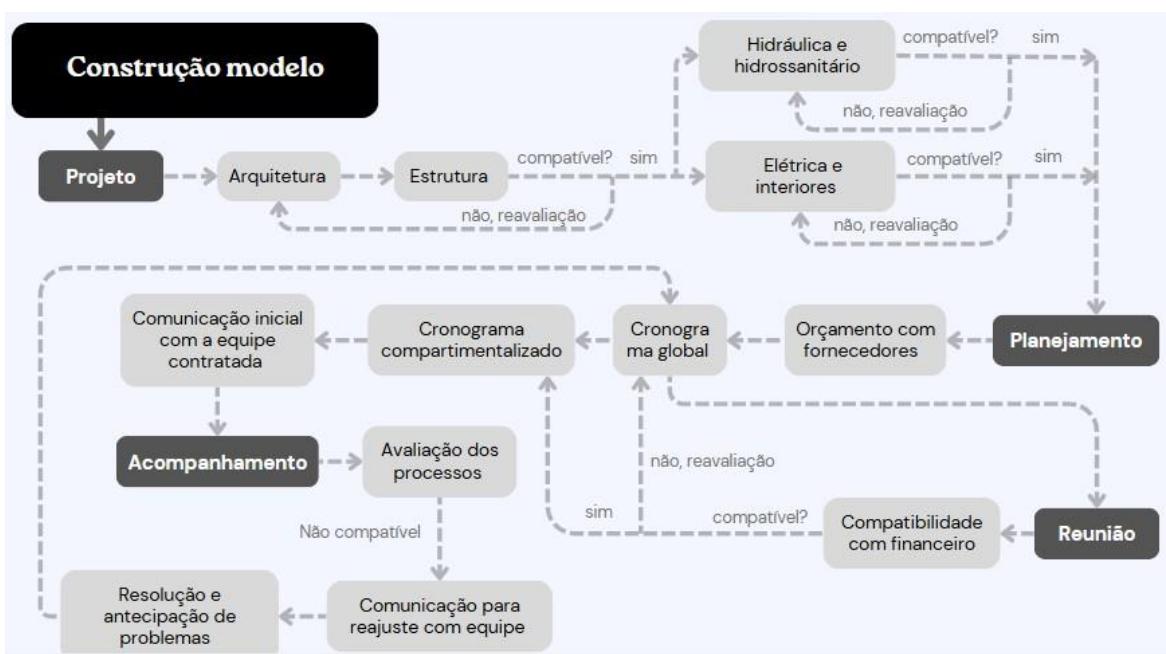


Figura 4: Fluxograma das vinculações entre as atividades de uma construção modelo.
Fonte: autor (2024)

Nota-se que, nesse novo fluxograma, exposto na figura 4, apresenta uma perceptível vinculação entre as atividades. Essa conexão clara entre as etapas possibilita uma execução mais sincronizada, onde as tarefas dependentes são realizadas de forma sequencial, minimizando o risco de falhas ou sobrecargas. Com a definição precisa das inter-relações, a alocação de recursos torna-se mais eficiente, permitindo um controle mais rigoroso sobre os prazos e custos da obra.

Dando sequência ao processo de planejamento, foi efetuado o estudo comparativo do cronograma global de planejamento com o de execução, que é apresentado no item 3.1. pelo quadro 2 e 3, para a coleta de dados referentes aos serviços e tempo que foram executados na construção real (Gráfico 1), de modo a

realizar a elaboração do cronograma compartimentalizado (Quadro 4), existente nas fases da obra modelo. Esse novo cronograma, que tem como foco as etapas referentes ao muro, infraestrutura e superestrutura, busca gerar um acompanhamento mais preciso das atividades, garantindo a maior precisão nas previsões de conclusão das etapas.

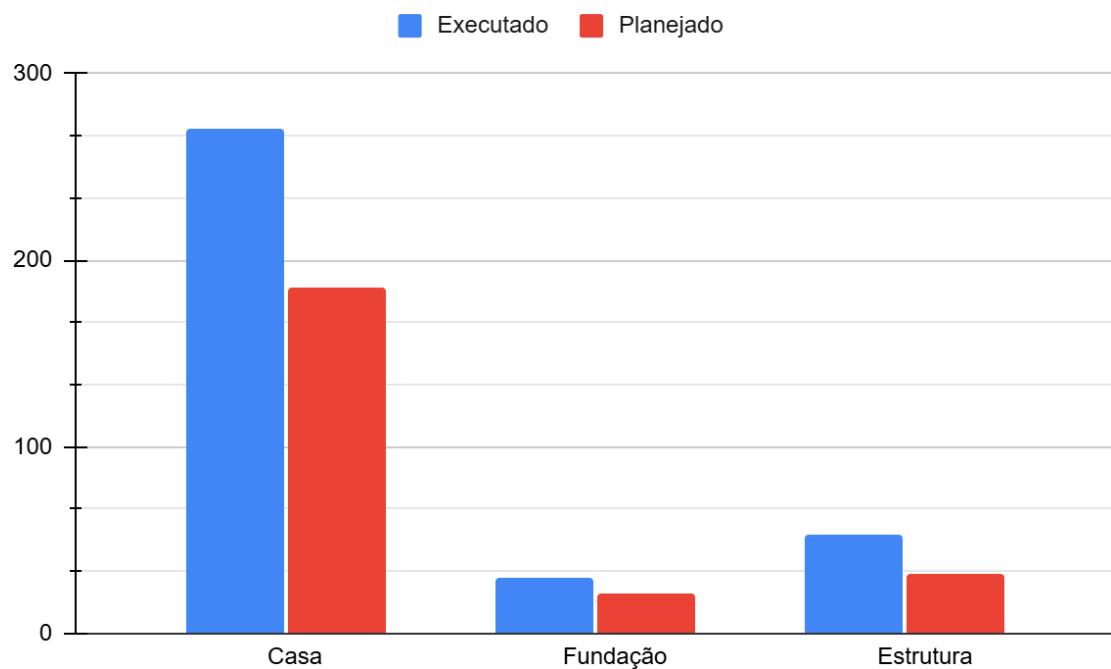


Gráfico 1: Gráfico comparativo do tempo total do cronograma global de planejamento e execução da construção real.

Fonte: Autor (2024)

Quadro 4 - Cronograma compartimentalizado da construção modelo.

Obra	Duração prevista	Obra	Duração prevista
Construção modelo			
Muro	32 dias	Laje 1º pav.	10 dias
Fundação	10 dias	Armação	9 dias
Alvenaria e estrutura com emboço	22 dias	Formas	8 dias
Casa		Concreto	1 dia
Fundação	22 dias	Pilar 2º Pav.	8 dias
		Armação	7 dias

Obra	Duração prevista	Obra	Duração prevista
Escavação	3 dias	Forma	7 dias
Armação	17 dias	Concreto	5 dias
Concretagem	12 dias	Alvenaria 2º pav.	6 dias
Estrutura	48 dias	Viga 2º Pav.	10 dias
Instalações elétricas	4 dias	Armação	8 dias
Instalações hidrossanitárias	5 dias	Forma	8 dias
Concretagem piso térreo	3 dias	Concreto	6 dias
Pilar 1º Pav.	13 dias	Escada	3 dias
Armação	8 dias	Laje 2º pav.	11 dias
Forma	5 dias	Armação	3 dias
Concreto	5 dias	Forma	9 dias
Alvenaria 1º pav.	7 dias	Concreto	1 dias
Viga 1º Pav.	15 dias		
Armação	10 dias		
Forma	6 dias		
Concreto	8 dias		

Fonte: Autor (2024)

Em função da comparação entre os cronogramas globais, planejamento e execução, foi possível identificar falhas referentes à eficiência e a precisão ao utilizar este modelo para acompanhamento e execução da construção, com um aumento de aproximadamente 42% do tempo para a finalização da obra. Analisando-os foi possível identificar o ponto crítico, como por exemplo a falta de especificidade dentro das etapas de execução. Resultando na elaboração do cronograma compartmentalizado da construção modelo, esse não apenas corrige as inconsistências anteriores, mas também oferece uma estrutura detalhada, promovendo maior controle das atividades. Pode-se afirmar que o processo de revisão e comparação, entre o planejado e executado, revelou-se fundamental para o desenvolvimento de um planejamento mais específico e eficiente.

Seguindo esse raciocínio, também foi elaborado um cronograma para acompanhamento da execução das atividades *in loco* (Anexo I). Foi desenvolvido

um sistema que permite monitorar o progresso de forma mais detalhada e transparente. Este sistema foi elaborado para proporcionar uma visão clara e em tempo real do andamento das atividades, facilitando a identificação de desvios. Ao incluir uma representação visual intuitiva, permite que os gestores e equipe de trabalho acompanhem de perto cada etapa do processo, gerando maior controle e previsibilidade na execução da construção. Contribuindo assim, para a redução de riscos associados ao cumprimento de prazos.

No que diz respeito ao *layout* do canteiro. No início da construção real, a empresa responsável realizou verificações preliminares do terreno, que incluíam as informações do comprimento de frente e fundo, topografia do terreno e a área ao redor da construção. Essas informações desempenham um papel essencial no desenvolvimento do *layout* inicial do canteiro de obras. No entanto, a referida obra não realizou um projeto específico para melhor funcionalidade do canteiro de obra. Apresentado nas imagens da figura 5 e da figura 6 e na representação visual no figura 7 e 8.



Figura 5: Imagem dos fundos do canteiro real na fase de concretagem do piso térreo.
Fonte: Autor (2023)

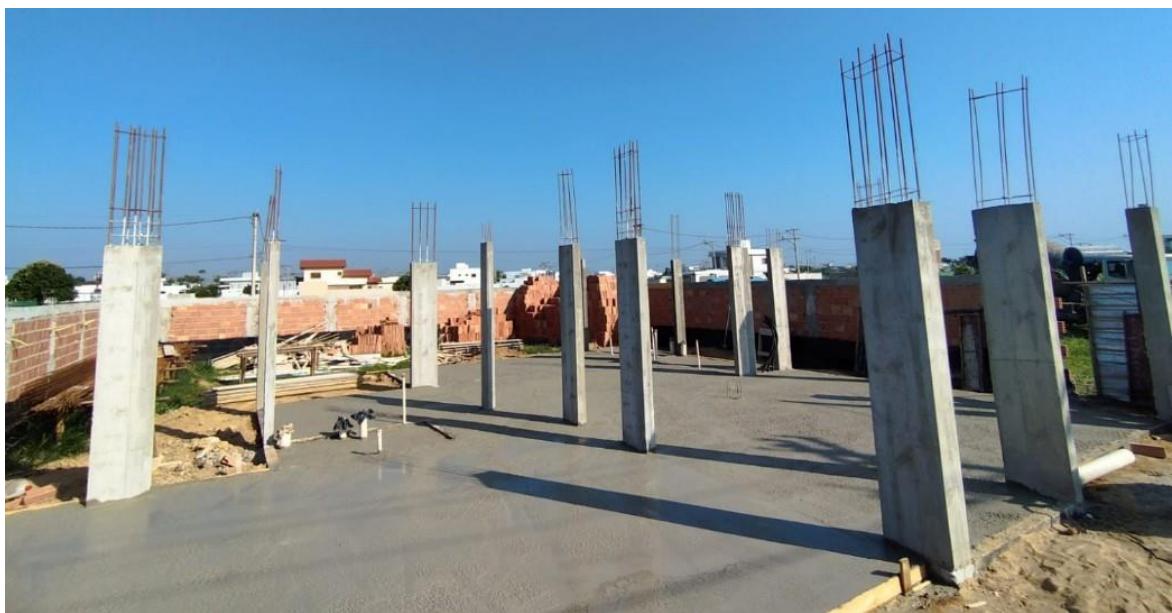


Figura 6: Imagem da frente do canteiro real na fase de concretagem do piso térreo.
Fonte: Autor (2023)

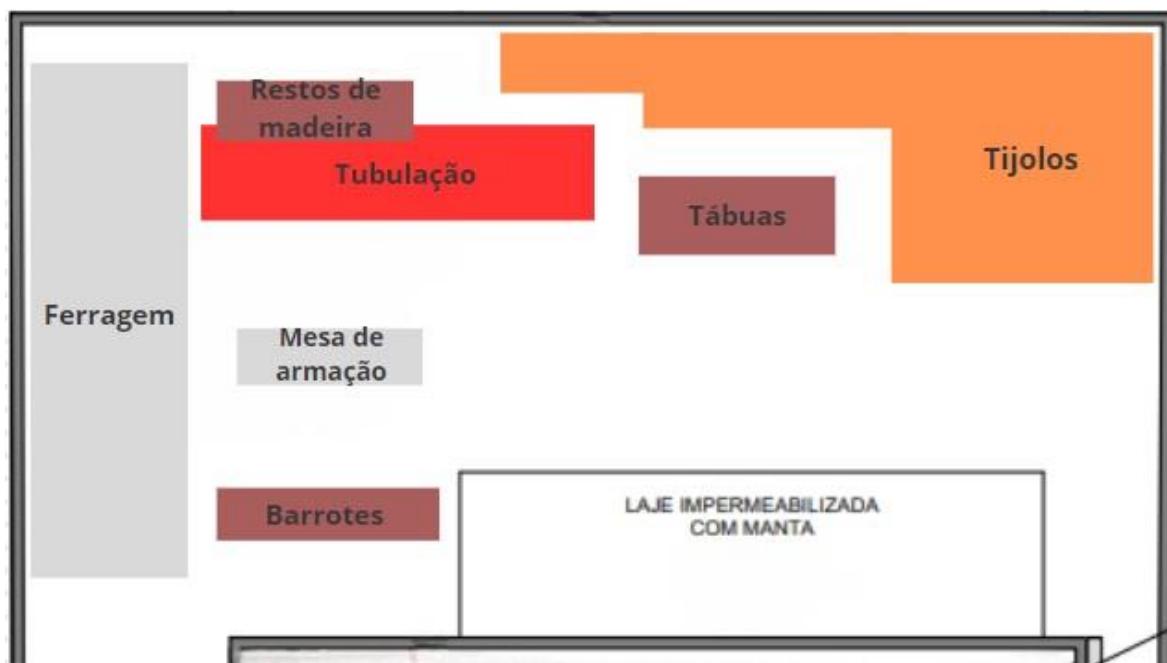


Figura 7: Representação visual dos fundos da construção real.
Fonte: Autor (2024)

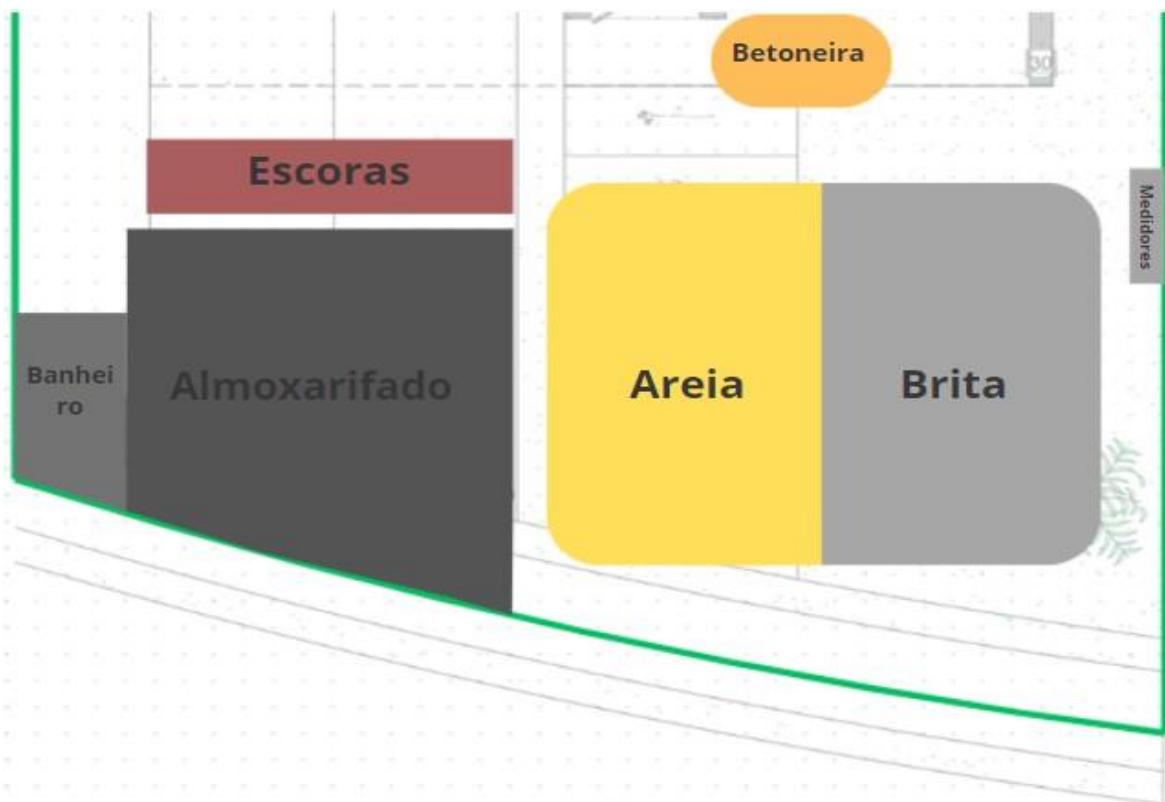


Figura 8: Representação visual da frente da construção real.

Fonte: Autor (2024)

Na construção modelo, a análise preliminar do terreno, assim como as verificações da planta de cobertura, criada pela equipe de arquitetura da empresa (figura 2), possibilitou o desenvolvimento de um *layout* eficaz (Figura 12 e 13), identificando e corrigindo problemas relacionados ao arranjo físico, como a localização inadequada de materiais, o excesso de cruzamentos de fluxo de atividades em determinadas áreas e a movimentação excessiva de equipamentos, o que ocorreu com a construção real. Esses problemas podem ser vistos nas figuras 9, 10 e 11. Nota-se a movimentação da betoneira em diferentes etapas .



Figura 9: Imagem da frente do canteiro real na fase de locação das vigas do primeiro pavimento.

Fonte: Autor (2023)



Figura 10: Imagem da frente do canteiro real na fase de finalização do entijolamento do segundo pavimento.

Fonte: Autor (2023)



Figura 11: Imagem da frente do canteiro real na fase de finalização da superestrutura.

Fonte: Autor (2023)



Figura 12: *Layout* dos fundos do canteiro modelo.

Fonte: Autor (2024)

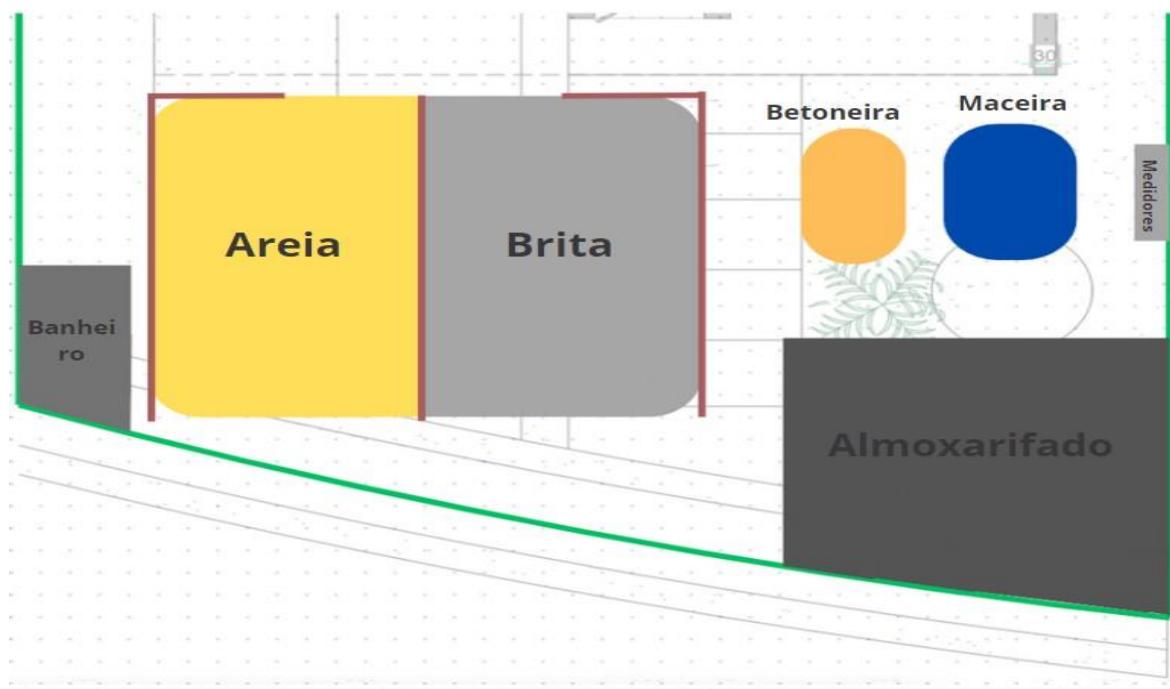


Figura 13: *Layout* da frente do canteiro modelo.

Fonte: Autor, 2024.

No *layout* do canteiro de obra da construção modelo, figura 12 e 13, observa-se que o planejamento adequado do espaço, possibilita otimizar a circulação de pessoas e materiais, reduzindo o tempo de deslocamento, assim aumentando a produtividade. Em adição, a organização de um canteiro facilita a gestão de recursos, assegura a correta distribuição de equipamentos e áreas de armazenamento, minimizando os riscos de acidentes. A proximidade estratégica entre as diferentes etapas do trabalho no canteiro também contribui para uma execução mais coordenada e alinhada aos prazos estabelecidos.

5. CONCLUSÃO

O estudo apresentado destaca a importância da aplicação da filosofia *Lean Construction* na construção civil, especialmente no contexto de obras residenciais. Através da análise comparativa entre um canteiro de obras real e um modelo baseado nos princípios enxutos, foi possível identificar e corrigir falhas recorrentes no planejamento e na execução das atividades. A metodologia Lean mostrou eficácia para reduzir desperdícios, otimizar processos e melhorar a qualidade das entregas.

A comparação entre os cronogramas globais revelou inconsistências significativas no modelo tradicional, como a falta de sequenciamento lógico entre as etapas e a ausência de especificidade no detalhamento das atividades. Essas falhas resultam em atrasos, retrabalhos e ineficiência operacional. O cronograma compartimentalizado desenvolvido neste estudo demonstrou ser uma ferramenta mais precisa, proporcionando um controle mais rigoroso das atividades e uma melhor previsibilidade dos prazos.

O estudo também evidenciou a importância de um *layout* eficiente no canteiro de obras. No canteiro real, a ausência de um planejamento detalhado resultou em movimentações excessivas de materiais e equipamentos, comprometendo a produtividade e aumentando os riscos de acidentes. Em contraste, o *layout* do canteiro modelo foi projetado para otimizar a circulação de pessoas e materiais, reduzindo o tempo de deslocamento e facilitando a gestão dos recursos.

A análise detalhada do terreno e a elaboração de um *layout* estratégico permitiram uma distribuição mais eficiente das áreas de armazenamento e das etapas de trabalho. Isso não apenas melhorou o fluxo das atividades, mas também contribuiu para uma execução mais coordenada e alinhada com os prazos estabelecidos, reforçando a importância do planejamento físico do canteiro.

Os resultados obtidos demonstram que a aplicação da filosofia *Lean Construction* não se limita à redução de desperdícios, mas envolve uma

transformação cultural e operacional nas obras. A abordagem enxuta promove uma visão integrada do processo, onde cada etapa agrega valor e contribui para a satisfação do cliente. O envolvimento das equipes e a padronização dos processos são fatores cruciais para o sucesso da implementação.

Em suma, a comparação entre o canteiro de obras real e o modelo *Lean* comprova que investimentos em gestão eficiente e tecnologias inovadoras resultam em melhores níveis de desempenho e produtividade. O estudo reforça a necessidade de adoção de práticas enxutas no setor da construção civil, como um caminho para enfrentar os desafios do mercado atual, reduzir custos e garantir entregas de maior qualidade.

6. REFERÊNCIAS

Albuquerque Bisneto, Sindio Figueiredo de; Lúcio, Denis Sousa; Araújo, Ingryd Lins Paes de. Gestão de controle e qualidade de obras: análise das falhas na execução de habitação popular em João Pessoa, PB. *Revista Interscientia*. Vol. 4, n. 2, 2016.

Ansah, R. H.; Sorooshian, S.; Mustafa, S. B. "Lean construction: an effective approach for project management." *Journal of Engineering and Applied Sciences*, Vol. 11, n. 3, 2016.

Ballard, H. G. *The Last Planner System of Production Control*. Birmingham, 2000.

Brasil. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2021.

Conte, A. S. I. LastPlanner, Look Ahead, PPC: a driver to the site operations. In: 6th International Conference on Lean Construction, 1998.

Corrêa, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. N. *Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico*, 2^a ed. São Paulo: Atlas, 1993.

Frankenfeld, N. *Produtividade*. Rio de Janeiro: CNI, 1990.

Howell, G. A. *Seventh Conference of the International Group for Lean Construction*. Califórnia, Estados Unidos, 1999.

Illingworth, J. R. *Construction Methods and Planning*. 2. ed. London: CRC Press, 1993.

Kenley, R.; Seppanen, O. *Location-Based Management for Construction: planning, scheduling and control*. Abingdon: Spon, 2010.

Koskela, L. *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report, California, 1992.

Krafcik, J. F. *Triumph of the Lean Production System*. *Sloan Management Review*, 30(1), 41-52, 1988. Disponível em: *Sloan Management Review*.

Lima, Firmino E. C. Soluções práticas na implementação de Lean Construction em estaleiros de construção: estudo de caso. Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança - PT, 2023.

Love, I.; Zahir, E.; David, L. Learning to reduce rework in projects: analysis of firm's organizational learning and quality practices. *Project Management Journal*, p. 13–25, 2003.

Marchwinski, Chet; Shook, John. Léxico Lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean - Lean Enterprise Institute, São Paulo, 2003.

Moro, L. F. C. Análise de canteiros de obras visando o processo produtivo. v.1. Trabalho de conclusão de curso - UFSM. Santa Maria, 2015.

Navarro, Bruno. Lean Construction, história, filosofia e ferramentas. Publicado em 15 de fevereiro de 2023. Disponível em: Lean Construction - Navarro Engenharia.

Ohno, T. Toyota Production System: beyond Large-Scale Production. Productivity Press: Cambridge, Mass. 1988.

Pedrão, L. C. "Gerenciamento de projetos lean; utilização otimizada de recursos garante sucesso na gestão de projetos." Lean Institute Brasil, 2014.

Pereira, A. M. et al. Aplicação da construção enxuta (Lean Construction) na construção civil. Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. Anais... Fortaleza, CE: 2015.

Pereira, D. S. M. "A Lean construction em obras de reabilitação–análise de adequabilidade e contributo para a definição de um modelo de aplicação." Dissertação de Mestrado em Engenharia - Perfil de Construção Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2011.

Prasad, K. V.; Vasugui, V. Fatores de prontidão para organizações sustentáveis de transformação enxuta. Suíça, 2023.

Saurin, T. A.; Formoso, C. T. Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. Porto Alegre: v. 3, 2006.

Slack, Nigel; Chambers, Stuart; Johnston, Robert. Administração da produção. 2^a ed. São Paulo: Atlas, 2002.

Sousa, U. E. L.; Franco, L. S. Definição do layout do canteiro de obras. In: Boletim técnico da escola politécnica da USP. São Paulo, 1997.

Tommelein, I. D. Construction site layout using blackboard reasoning with layered knowledge. In: Allen, Robert H. (Ed.). Expert systems for civil engineers: knowledge representation. New York: ASCE, 1992.

USGBC - US Green Building Council. LEED Reference Guide for Building Design and Construction. ISBN: 978-1-932444-18-6 November 2018.

Womack, James P.; Jones, Daniel T. A mentalidade enxuta nas empresas. Elimine o desperdício e crie riqueza. 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

Werkema, Cristina. Lean Seis Sigma - Introdução às ferramentas do Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2011. E-book. p.44. ISBN 9788595158214.

ANEXO I

Atividades:		Exemplificação do tempo previsto																																					
		7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Muro	Fundação																																						
	Alvenaria e emboço																																						
Fundação	Escavação																																						
	Armação																																						
	Concretagem																																						
Insta.	Elétrica																																						
	Hidrosanitárias																																						
Concretagem do piso térreo																																							
Pilar 1ºpav.	Armação																																						
	Forma																																						
	Concretagem																																						

Atividades:		Exemplificação do tempo previsto																																		
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
Alvenaria 1º pav.																																				
Viga 1ºpav.	Armação																																			
	Forma																																			
	Concretagem																																			

PEDREIRO
BOMBEIRO
ELETRICISTA