Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.04, 2025
ISSN 2178-6925

UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN EM UMA EMPRESA DE CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM BELO HORIZONTE: UM ESTUDO DE CASO

USE OF LEAN METHODOLOGY IN A RESIDENTIAL BUILDING CONSTRUCTION COMPANY IN BELO HORIZONTE: A CASE STUDY

Raquel Tavares Duarte Godoi
Engenheira de Produção Civil, CEFET-MG, Brasil
E-mail: queltdg@gmail.com

Paolla Gabrielle Coelho
Engenheira de Produção Civil, CEFET-MG, Brasil
E-mail: paollacoelho13@gmail.com

Felipe Alexandre de Souza Félix Nunes
Doutorando em Administração, UFMG, Brasil
E-mail: fasfn@ufmg.br

Cristina Guimarães Cesar
Doutora em Engenharia Civil, CEFET-MG, Brasil
E-mail: cristinagcesar@gmail.com

Recebido: 07/02/2025 – Aceito: 00/00/0000

Resumo

A construção civil desempenha um papel estratégico no desenvolvimento socioeconômico do Brasil. Contudo, o setor enfrenta desafios de baixa produtividade, falta de padronização e alta rotatividade da mão de obra. Este artigo investiga a aplicação da metodologia *Lean Construction* em um empreendimento imobiliário de grande porte, com foco na otimização de prazos e melhoria de processos. A metodologia utilizada inclui um estudo de caso com análise comparativa entre blocos construídos com e sem aplicação do Lean, incorporando ferramentas como Mapeamento de Fluxo de Valor, *Scrum* e *Obeya*. Os resultados mostram que, apesar de desafios culturais e logísticos, a implementação do Lean reduziu em 32% o lead time médio dos blocos, destacando o potencial da metodologia para melhorar a eficiência e reduzir custos. No entanto, barreiras como a resistência à mudança e a complexidade da cadeia de suprimentos apontam para a necessidade de um planejamento robusto e engajamento contínuo das equipes. Este estudo reforça o valor do *Lean Construction* para a construção civil brasileira, contribuindo para a literatura com insights práticos sobre a aplicação dessa metodologia no contexto local.

Palavras-chave: Lean Construction; Produtividade; Melhoria Contínua; Lean Thinking; Eficiência Operacional

Abstract

Civil construction plays a strategic role in Brazil's socioeconomic development. However, the sector faces challenges such as low productivity, lack of standardisation, and high labour turnover. This article investigates the application of the Lean Construction methodology in a large-scale residential project, focusing on timeline optimisation and process improvement. The research employs a case study approach, comparing blocks constructed with and without Lean principles, incorporating tools such as Value Stream Mapping, Scrum, and Obeya. Results indicate that despite cultural and logistical challenges, Lean implementation reduced the average lead time by 32%, highlighting its potential to enhance efficiency and reduce costs. Nonetheless, barriers such as resistance to change and the complexity of the supply chain underscore the need for robust planning and continuous team engagement. This study underscores the value of Lean Construction for Brazil's construction industry, offering practical insights into the application of this methodology in a local context.

Keywords: Lean Construction; Productivity; Continuous Improvement; Lean Thinking; Operational Efficiency.

1. Introdução

A construção civil detém importância socioeconômica e estratégica para o desenvolvimento do país. Sendo um setor dinâmico da economia brasileira, cuja cadeia produtiva inclui fornecedores de insumos industriais e prestadores de serviço (FREJ; ALENCAR, 2009). De acordo com as informações da Câmara Brasileira da Indústria da Construção o valor acrescentado bruto no PIB (Produto Interno Bruto) foi de 3,4% em 2023 (CBIC, 2024). Apesar de seu impacto o setor é caracterizado por baixa produtividade, eficiência e eficácia, com rotatividade da mão de obra, sem padronização de processos e, por vezes, focado em menor preço em detrimento da melhor técnica (RIBEIRO *et al.*, 2021).

Neste contexto o *Lean Construction*, inspirado no *Lean Manufacturing*, foi disseminado a partir da década de 1990 para lidar com esses desafios (KOSKELA, 1992). O *Lean Manufacturing* propõe que a produção seja desenvolvida no momento e na quantidade correta, considerando um fluxo contínuo e a demanda do cliente (WERKEMA, 2011). Essa abordagem pode ser aplicada em diversos setores tendo por base a eliminação de desperdícios ao longo da cadeia, encurtando prazo (*lead time*), reduzindo custos e aumentando a qualidade do produto entregue ao cliente (WOMACK; JONES, 1997).

A filosofia do método, o pensamento enxuto (*Lean Thinking*) se expandiu para outros setores como um paradigma de negócio, que envolve desenvolvimento de produto, relação com fornecedores, estratégia de venda e gestão de pessoas (PICCHI, 2003). Do *Lean Thinking* surgiu o *Lean Construction* aplicado na construção civil a partir do trabalho seminal de Koskela (1992) com estudos baseados na oportunidade de iniciar a metodologia e as ferramentas do *Lean* para as necessidades da construção civil (RODRIGUES; CARVALHO, 2020).

Como efeito, alguns resultados têm sido relatados na literatura relacionados à implantação do método e a consequente diminuição dos tempos totais de atendimento, redução dos índices de falhas, aumento da rotatividade de estoques e baixa dos custos de produção, dentre outros indicadores de produtividade e qualidade (COSTA; JARDIM, 2010).

Nesse sentido este trabalho se apresenta como uma verificação da relevância da aplicação do conceito *Lean* nos resultados médios de uma construtora da cidade de Belo Horizonte. A proposta é responder como a adoção dos princípios *Lean* impacta nos prazos de uma obra? O objetivo é investigar os processos de aplicação do *Lean Construction* e sua relação com a eficácia na otimização do setor da construção civil através da modificação nos prazos dos blocos.

No contexto da construção civil brasileira se observa a caracterização de um mercado competitivo, implicando a necessidade da produtividade e otimização de processos. A produtividade do setor no Brasil é baixa em relação a mercados como os Estados Unidos e a Europa e uma das explicações estão nas práticas de gestão, como a adoção da manufatura enxuta (BLOOM; REENEN, 2010).

2. Revisão da Literatura

Como parte do processo de entendimento das teorias relacionadas à filosofia da construção enxuta serão descritas as bases de conhecimento sobre o tema. Desta maneira serão fundamentadas as discussões e análises dos resultados proporcionando uma contextualização relevante para o estudo de caso.

A Filosofia *Lean* está no aperfeiçoamento da qualidade nos processos de produção, redução de problemas e, como consequência, na redução dos custos (FERREIRA; FIUZA; OLIVEIRA, 2020). O *Lean* está diretamente conectado com o *Toyota Production System* (TPS). Conforme Ferreira *et al*. (2019), o TPS é apoiado nos conceitos de trabalho padronizado: *kaizen*, *heijunka* e *Just in Time*. O trabalho padronizado representa o trabalho normalizado, permitindo a redução da variabilidade dos procedimentos e melhorando a qualidade e flexibilidade.

O *kaizen* é o conceito de melhoria contínua. É uma palavra composta que envolve dois conceitos: Kai (mudança) e zen (para melhor) (SINGH *et al.*, 2020). Este conceito é uma das estratégias centrais para a excelência na produção, importante para cenários cujo ambiente é competitivo (SINGH *et al.*, 2020).

No que lhe concerne o termo *heijunka* conceitua o sistema de produção misto, a produção nivelada a fim de reduzir a desigualdade no processo de produção de uma empresa (FERREIRA *et al.*, 2019). Por fim, o termo *Just in Time* (JIT) define a produção de bens somente quando necessários, na quantidade exata e no momento oportuno, com o intuito de evitar estoques excessivos e desperdícios (WOMACK; JONES, 1997).

2.1 *Lean Construction*

O conceito de *Lean Construction* foi derivado da aplicação dos princípios do pensamento *Lean* no setor da construção. O desafio da construção enxuta é eliminar o que não agrega valor, reduzindo os custos e gerando maior margem de lucro (FERREIRA; FIUZA; OLIVEIRA, 2020).

É possível observar que essa filosofia se baseia em alcançar alguns objetivos, tais como aumentar a cooperação entre todas as partes interessadas, incrementar o valor para o cliente, promover a melhoria contínua, eliminar desperdícios, aprimorar a qualidade, reduzir custos, otimizar o fluxo de material e aumentar a segurança (AL BALKHY; SWEIS; LAFHAJ, 2021). No entanto, o *Lean Construction* apresenta barreiras a serem enfrentadas. Apesar de ser uma filosofia semelhante ao *Lean Manufacturing*, o mercado de construção tem seus desafios e particularidades e é necessária uma adaptação dos conceitos levando em consideração a singularidade do setor (AL BALKHY; SWEIS; LAFHAJ, 2021).

Em uma exemplificação, aumentar o valor para o cliente pode ser enfrentado pela falta de compreensão do próprio valor, pela falta de foco no cliente ou pela falta de planejamento para a qualidade. Da mesma forma, aumentar a cooperação entre as partes interessadas pode ser dificultado pela relutância delas em compartilhar o risco, pela fraca participação ou pela resistência em mudar suas práticas tradicionais (AL BALKHY; SWEIS, 2020).

Al Balkhy e Sweis (2020) mostraram as barreiras em um contexto mais geral e globalizado. Seu trabalho é complementado pelo artigo de Ribeiro *et al.* (2021), que apontou as dificuldades do *Lean* no contexto da construção civil brasileira, e observou que as pesquisas nacionais utilizaram o método de estudo de caso, com foco na fase de construção, mas precisam expandir as pesquisas para as outras fases da obra, para validar os resultados da metodologia.

Duarte (2024), demonstrou que existem dificuldades que as empresas do setor de manutenção e construção civil sofrem para implementar as exigências para atender a demanda, sejam elas no processo de construção civil ou manutenção industrial. De maneira que, a implementação da melhoria enxuta demonstrou não apenas a superação de desafios, mas também a obtenção de ganhos em rentabilidade, gestão eficiente e atendimento ao cliente, desviando um pouco da visão um pouco mais pessimista de Al Balkhy, Sweis e Lafhaj (2021) sem deixar de apontar as dificuldades do *Lean Construction*.

Silva e Mello (2021) desenvolveram a proposta de um sistema de gestão integrando os princípios da Construção Enxuta (*Lean Construction*) aos aspectos da gestão da qualidade, segurança, meio ambiente e saúde ocupacional (QSMS). Weber e de Gois Santos (2019), exploraram a presença e a quantidade de pesquisa sobre *Lean Construction* e suas aplicações no setor público na construção de casas populares, identificando a escassez de dados e o crescimento recente do interesse pela filosofia enxuta.

Conforme Risos *et al*. (2021) a aplicação dos princípios *Lean* pode levar a melhorias em diversos setores da obra, de acordo com o foco que é destacado. O artigo examina como técnicas específicas do *Lean Construction*, como o gerenciamento visual, a padronização de processos e a eliminação de desperdícios, são utilizadas na prática e como podem ser integradas nos projetos de construção para alcançar melhores resultados. A metodologia *Lean Construction* é uma ferramenta valiosa para enfrentar os desafios da construção civil e sua aplicação pode resultar em melhorias significativas na eficiência e qualidade dos projetos.

2.2 Ferramentas *Lean*

A implantação da abordagem *Lean* na empresa objeto deste estudo utilizou ferramentas que auxiliassem a produção de uma forma enxuta (LEITE *et al*., 2004). As ferramentas *Lean* são direcionadas para melhorias nos processos de bens e serviços, reduzindo custos de produção, desperdícios e perdas (FERREIRA; FIUZA; OLIVEIRA, 2020).

2.2.1 Last Planner System (LPS)

O LPS é uma metodologia aplicada a projetos dinâmicos, incertos, complexos e rápidos, como é o caso da construção civil. O intuito da ferramenta é maximizar a colaboração da equipe de trabalho melhorando a qualidade de informações a partir de sessões coletivas subdivididas em longo prazo, médio prazo e curto prazo (BALLARD; HOWELL, 1998).

Para Ballard (2000) no setor da construção o planejamento e controle deve ser feito por diferentes pessoas, em diferentes posições na hierarquia da empresa ao longo de todo o projeto. Por último, algum planejador define tarefas que comandam a produção física, e essa pessoa ou grupo é chamada de *Last Planner* ou o último planejador (BALLARD; HOWELL, 1998).

2.2.2 Building Information Modeling (BIM)

De acordo com Lobo, Lobo e Botelho (2023), o *Building Information Modeling* (BIM) é uma metodologia de trabalho que utiliza uma ferramenta tecnológica para a gestão da informação de um projeto de construção ou infraestrutura. Trata-se, portanto, de um modelo tridimensional que integra todas as informações necessárias gráficas e não gráficas. Ainda conforme Lobo, Lobo e Botelho (2023), sua utilização permite a simulação da edificação real em um ambiente virtual, possibilitando a análise do projeto e a sua efetiva compatibilização incluindo o planejamento da obra, a verificação dos custos, a análise de desempenho e a manutenção da obra.

2.2.3 O 5S

O 5S é uma metodologia desenvolvida a partir de uma iniciativa japonesa para buscar mais organização e ordenação dos espaços de trabalho. Oriunda da década de 1950 provém de palavras que, no idioma japonês, começam com S: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*. A tradução para português implica nos 5 Sensos: senso de organização ou utilização, senso de ordenação ou arrumação, senso de limpeza, senso de asseio e senso de disciplina (LIMA *et al*., 2020).

2.2.4 Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV)

Um fluxo de valor é a ação necessária para trazer um produto pelos fluxos essenciais a cada produto, agregando valor ou não. O fluxo de produção, desde a matéria-prima até o consumidor final, além do fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento (CADIOLI; PELATTO, 2024), no caso da construção

civil o produto é o empreendimento em si, em que é feito o fluxograma das etapas até a entrega da obra.

2.2.5 Poka Yoke

Poka Yoke é um termo de origem nipônica que significa, respectivamente, “erro ou desatenção” (*poka*) e “evitar ou prevenir” (*yokeru*). Portanto, pode ser definido como uma ferramenta “à prova de erros” ou “isenta de falhas”, constituída de técnicas utilizadas para evitar simples erros humanos no trabalho (LIMA *et al*., 2020).

O termo pode ser entendido, então, como dispositivo que auxilie na prevenção de falhas e erros em processos produtivos (LIMA *et al*., 2020). Neste mesmo entendimento, Patel e Patel (2020) definem *Poka Yoke* como sendo uma ferramenta para prevenir erros causados por falta de conhecimento do operador e sua displicência em relação ao processo, lapsos de memória, ausência de instrução e padrões de trabalho e falhas de manutenção de equipamentos.

2.2.6 Scrum

Conforme Pereira, Torreão e Marçal (2007), o ciclo Scrum tem o seu progresso baseado em uma série de iterações bem definidas, cada uma com duração de duas a quatro semanas, chamadas *Sprints*. Antes de cada *Sprint*, realiza-se uma Reunião de planejamento (*Sprint Planning Meeting*) onde a equipe de desenvolvedores tem contato com o cliente interno (*Product Owner*) para priorizar o trabalho que precisa ser feito, selecionar e estimar as tarefas que o time pode realizar dentro da *Sprint*. A próxima fase é a Execução da *Sprint*. Durante a execução da *Sprint*, o time controla o andamento do desenvolvimento realizando Reuniões Diárias Rápidas (*Daily Meeting*), não mais que 15 minutos de duração, e observando o seu progresso usando um gráfico chamado *Sprint Burndown*. Ao final de cada *Sprint*, é feita uma revisão no produto ou serviço entregue para verificar se tudo realmente foi implementado.

2.2.7 Kanban

Como retratado por Muniz *et al.* (2018), o termo Kanban é de origem japonesa e significa sinalização ou cartão, e propõe o uso de cartões para indicar e acompanhar o andamento da produção dentro da indústria. Trata-se de um sistema visual que busca gerenciar o trabalho conforme ele se move pelo

processo. A metodologia visualiza o fluxo previsto, com todas as etapas envolvidas e o trabalho real, e seu objetivo é identificar os possíveis gargalos, fazendo correções para que haja fluidez nas atividades da empresa.

2.2.8 Obeya

Conforme Sousa (2019), uma sala *Obeya* trata-se de um espaço dedicado exclusivamente à exposição de dados visuais que acompanham os projetos. Assim, em cada empreitada deveria existir um espaço unicamente dedicado a questões de planeamento, no qual se possam expor os quadros de equipa e projetos necessários para a visualização da empreitada, apresentando-se tudo segundo uma perspectiva lógica para o acompanhamento e melhoria de ideias.

3. Metodologia

O método da abordagem utilizado foi um estudo de caso, referenciado por meio de uma pesquisa aplicada e uma pesquisa exploratória e seguindo as três etapas na análise de dados. Esse método é utilizado para explorar situações reais, formular hipóteses e desenvolver teorias que possam ajudar a entender melhor o objeto em questão (GIL, 2008).

Do ponto de vista da natureza da pesquisa, ela gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos, se caracterizando com uma pesquisa aplicada. Segundo Gil (2008), as pesquisas exploratórias buscam desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias para a formulação de problemas mais precisos e pesquisáveis em estudos posteriores.

Gil (2008) apresenta três etapas na análise de dados: redução, exibição e conclusão. A redução consiste na seleção e simplificação dos dados, enquanto a exibição envolve a organização dos dados para análise sistemática. A conclusão busca verificar as conclusões por meio de contraste com dados adicionais.

Duarte e Barros (2006, p. 216) definem estudo de caso como “análise intensiva, empreendida numa única ou em algumas organizações reais.” Para eles, os estudos de caso não buscam a generalização de seus resultados, mas sim a compreensão e interpretação mais profunda dos fatos e fenômenos específicos.

Após revisar a literatura sobre o tema e estudar a teoria para compreender

o estado da arte a respeito da metodologia *Lean* no setor de construção civil, buscou-se uma edificação cuja aplicação da filosofia *Lean Construction* fosse observada. Na sequência foi executada uma coleta de dados a respeito da edificação selecionada, uma análise e conferência dos dados do projeto e um cruzamento de dados com o estado da arte, sendo possível assim a análise completa das inconsistências e coerências da aplicação do *Lean* na prática da edificação realizada em Minas Gerais, em contraponto com a teoria da pesquisa aplicada.

4. Estudo de Caso

Devido a confidencialidade, a empresa escolhida para ser objeto do estudo de caso será referenciada como Empresa Zeta. Essa companhia foi fundada com o objetivo de construir imóveis econômicos e atualmente possui mais de 200 canteiros ativos, atuando em mais de 100 cidades do Brasil, oferecendo casas e apartamentos. A Empresa Zeta buscou investir no aprimoramento, melhoria contínua e gestão da qualidade de seus produtos a partir da aplicação do *Lean Construction*.

O objeto de estudo de caso é um dos empreendimentos da Empresa Zeta e será tratado como Construção L. A Construção L foi executada em Minas Gerais e foi composta por 29 blocos de cinco pavimentos, totalizando 580 apartamentos. O empreendimento contou com um investimento aproximado de 65 milhões de reais, um planejamento de dois anos e dois meses de prazo de obra. O empreendimento oferece como estrutura para os moradores: área de lazer, piscina, piscina infantil, área gourmet, salão de jogos, salão de festas, academia, playground, espaço para crianças, entre outros.

Para este empreendimento, a cultura *Lean Construction* foi implantada no decorrer da obra, que possuía quatro etapas, que nada mais eram que divisões para a execução de um aglomerado de blocos. O *Lean* foi aplicado apenas no final das etapas 3 e na etapa 4.

O tempo para execução dos blocos estava acima do planejado e, portanto, a implantação do *Lean* teve como objetivo principal para Empresa Zeta conseguir

cumprir seu objetivo e cronograma de obra, diminuindo o *lead time* da execução de cada bloco e da construção, e realizar a construção completa.

4.1 Deliberação da implementação

A Empresa Zeta possuía responsáveis pela implantação do *Lean* em cada uma de suas regionais, denominando esses indivíduos como Multiplicadores *Lean*. Cada regional contava com uma pessoa designada para essa função, enquanto, em cada obra, também eram escolhidos funcionários específicos, chamados Gerentes *Lean*, encarregados de implantar e manter as rotinas das ferramentas que seriam introduzidas.

Buscando entregar a obra completa no tempo estabelecido, melhorar a produtividade e evitar desperdícios, a Empresa Zeta buscou consultorias especializadas no *Lean Construction*, que planejaram a implementação da melhoria contínua na obra. Como o empreendimento já estava em execução, houve alguns gargalos para implementação de todas as ferramentas sugeridas, portanto o foco foi nos conceitos básicos e primordiais para o início da implantação, com ajuda dos Multiplicadores *Lean* que já possuíam experiência em outras obras.

Os Multiplicadores *Lean* recebiam treinamentos contínuos sobre os conceitos e ferramentas, com a missão de difundir a filosofia para toda a equipe em sua respectiva regional. Eles mantinham contato regular entre si, compartilhando desafios e métodos de implementação em todas as regionais onde a empresa operava, por meio de um aplicativo interno chamado de Empresa Zeta Obras.

O aplicativo é uma ferramenta desenvolvida para otimizar e digitalizar a gestão de obras. Ele é utilizado por colaboradores da empresa, principalmente aqueles que atuam em campo, para monitorar o andamento das construções, registrar informações sobre a execução das atividades, acompanhar a produtividade, monitorar suprimentos e garantir a qualidade dos serviços. Por meio do serviço, é possível realizar inspeções, controlar o cronograma, verificar conformidades, e gerenciar documentos e *checklists* de segurança e facilita a comunicação entre equipes, permitindo que gestores acompanhem o progresso das obras em tempo real, contribuindo para uma maior eficiência operacional.

Como o aplicativo contribui para melhoria contínua dos processos construtivos, é considerado como uma etapa no *Lean Construction*.

4.2 Primeira etapa da implantação

4.2.1 Layout do Canteiro

A definição do layout do canteiro engloba a sequência de execução das torres e do planejamento da disposição do canteiro de obras, abrangendo a alocação de materiais, almoxarifado, escritório e banheiros, com o objetivo de minimizar desperdícios de movimentação e otimizar o uso do espaço disponível, conforme ferramenta *Lean* 5S, com senso de organização, senso de ordenação, senso de limpeza, senso de asseio e senso de disciplina. O ideal é que já seja pensado e planejado antes do início da obra, mas podem acontecer adaptações durante o processo.

4.2.2 Mapeamento de Fluxo de Valor e Cronograma Gantt

O Mapeamento de Fluxo de Valor foi utilizado para identificar atividades que agregam valor e aquelas que não agregam por meio de diagramas que mostram o fluxo de atividades em todo o processo, desde a matéria-prima até o produto. Foi desenhado um mapa do estado atual do processo e um mapa do estado futuro ideal, com enfoque em reduzir desperdícios e otimizar o fluxo de trabalho. A análise se concentrou na eficiência do processo como um todo e não em tarefas individuais isoladas.

Somada a esta ferramenta *Lean*, foi utilizada uma ferramenta de gerenciamento de projetos conhecida como Cronograma de Gantt. Este cronograma possui como propósito gerenciar o tempo e a sequência de atividades em projetos para planejar e monitorar a execução das tarefas ao longo do tempo, mostrando quando cada tarefa começa e termina.

Para realização de um plano de ação eficiente e robusto, foi necessária uma equipe especializada e capacitada para realizar as tarefas. O padrão estabelecido para a implementação das rotinas *Lean* nas obras incluiu a alocação de uma equipe composta por um engenheiro, um analista de engenharia responsável pela estrutura, um analista de engenharia responsável pelo acabamento, um estagiário para a área de estrutura e dois estagiários para a área de acabamento. Além deles, um auxiliar de engenharia voltado para a

finalização e entrega dos apartamentos e um auxiliar de engenharia encarregado das atividades relacionadas às instalações prediais. Antes do início da obra, essa equipe administrativa foi selecionada, nomeada e preparada para atuar assim que as atividades fossem iniciadas.

Para as atividades previstas durante a execução da obra foi preciso avaliar e determinar a quantidade adequada de mão de obra, assegurando que os trabalhadores estivessem designados e disponíveis no início das operações. Um ponto da melhoria contínua que gera economia para Empresa Zeta, consistia em garantir que todos os envolvidos tivessem participado dos cursos oferecidos pelas consultorias, que foram gravados e disponibilizados nos sistemas da empresa. O objetivo foi iniciar a implementação com a equipe devidamente capacitada nos conceitos *Lean* e suas respectivas ferramentas, poupando tempo e necessidade de mais mão de obra.

4.3 Segunda Etapa

4.3.1 Gestão Visual da Obra (Obeya)

A ferramenta *Lean* conhecida como *Obeya* foi utilizada por meio de uma sala com gestão visual das etapas da obra. Nesta sala, a equipe poderia visualizar os períodos para curto, médio e longo prazo, o Mapeamento de Fluxo de Valor, o Cronograma de Gantt, a análise de restrições da obra, as melhorias já identificadas, a programação semanal e o plano de ação.

4.3.2 Plano de ação

Para montar o plano de ação a ferramenta escolhida foi o Scrum, método ágil usado para gerenciar projetos e melhorar a eficiência do trabalho. Primeiramente foi feito um *Sprint* (ciclo de quatro semanas), contando com as etapas de planejamento, revisão e retrospectiva. As tarefas foram priorizadas e alocadas no início do *Sprint*, e mudanças não poderiam acontecer até que o *Sprint* terminasse, ou seja, o planejado deveria ser igual ao executado. Somado ao Scrum foi utilizado também o LPS para definir o responsável por cada tarefa.

4.3.3 Planejamento e Análise de Restrições

Um benefício do *Obeya* era a gestão visual por meio da programação semanal – de curto prazo – e as atividades de médio e longo prazo nas quais eram descritas todas as atividades em andamento nas obras durante um período

de 15 semanas. Nesse planejamento, foi possível visualizar a velocidade da construção por meio da quantidade de afazeres por dia. Esse quadro foi organizado com notas adesivas coloridas, em que cada cor indicava a torre específica na qual o serviço seria realizado. Com base nesse planejamento era possível antecipar a quantidade de recursos, como mão de obra, materiais e equipamentos, necessários para a execução dos serviços previstos no volume de produção.

Para garantir que o planejamento fosse executado sem interrupções, o quadro de restrições foi utilizado para registrar as pendências da obra. A responsabilidade pela eliminação de cada restrição cabia a um dos membros da equipe administrativa da obra. No quadro de melhorias os gestores escreviam os pontos de atenção para que fossem trabalhados.

4.4 Reuniões e Apresentações

4.4.1 Reunião Diária

A reunião diária era feita em torno do Diagrama de Gantt na primeira hora do turno do dia no canteiro de obras. Tinha duração média de 15 minutos, conforme ferramenta Scrum. Esta reunião focava nas atividades de curto prazo com o objetivo de analisar as atividades executadas no dia anterior e o planejamento das atividades a serem executadas no dia, conforme possíveis atrasos ou adiantamentos realizados nos dias anteriores. Esta reunião era realizada com toda a equipe administrativa e após a reunião o Diagrama era levado para *Obeya* para possíveis adaptações nas outras áreas.

4.4.2 Reunião Semanal

Esta reunião ocorria semanalmente, focada no médio e longo prazo, a partir do que foi realizado nas ações de curto prazo, atualizando as restrições e melhorias a serem feitas e verificando o que estava fora do cronograma. Os encontros debatiam como estes erros poderiam ser mitigados, adaptando as necessidades para realizar os objetivos do *Sprint* de quatro semanas da ferramenta Scrum. A partir dessa reunião, a equipe realizava uma apresentação para repassar para a diretoria.

4.4.3 Apresentação do Resultado

Esta etapa reportava os resultados da obra e da aplicação do *Lean Construction* e do Scrum. A apresentação apontava tanto a evolução da obra como as pendências e dificuldades. Em algumas era o momento de pedir mais recursos caso necessário, tanto de mão de obra quanto do apoio de suprimentos. Além disso, o relato demonstrava as melhorias aplicadas pela equipe.

4.5 Terceira Etapa

4.5.1 Kaizen

Para realizar a proposta de melhoria contínua do kaizen, o *Poka Yoke* foi a ferramenta utilizada para cumprir a proposta. Nesta etapa, era escolhido o ponto mais crítico do quadro de melhoria e feito um estudo para prevenção de erros futuros, e era realizado um relatório conhecido como “A Prova de Erros”. O reporte construído em colaboração com a equipe que supervisionava e realizava a atividade buscava compreender a causa principal do problema e propor melhorias, desenvolvendo planos de ação com prazos definidos e responsáveis designados. O designado era ilustrado na ferramenta *Last Planner System* (LPS), com a intenção de prevenir erros por falta de conhecimento do operador, instruindo a maneira correta preventivamente, evitando falhas por manutenção de equipamentos e munindo a equipe para apresentação de recursos necessários.

4.5.2 Materiais e logística

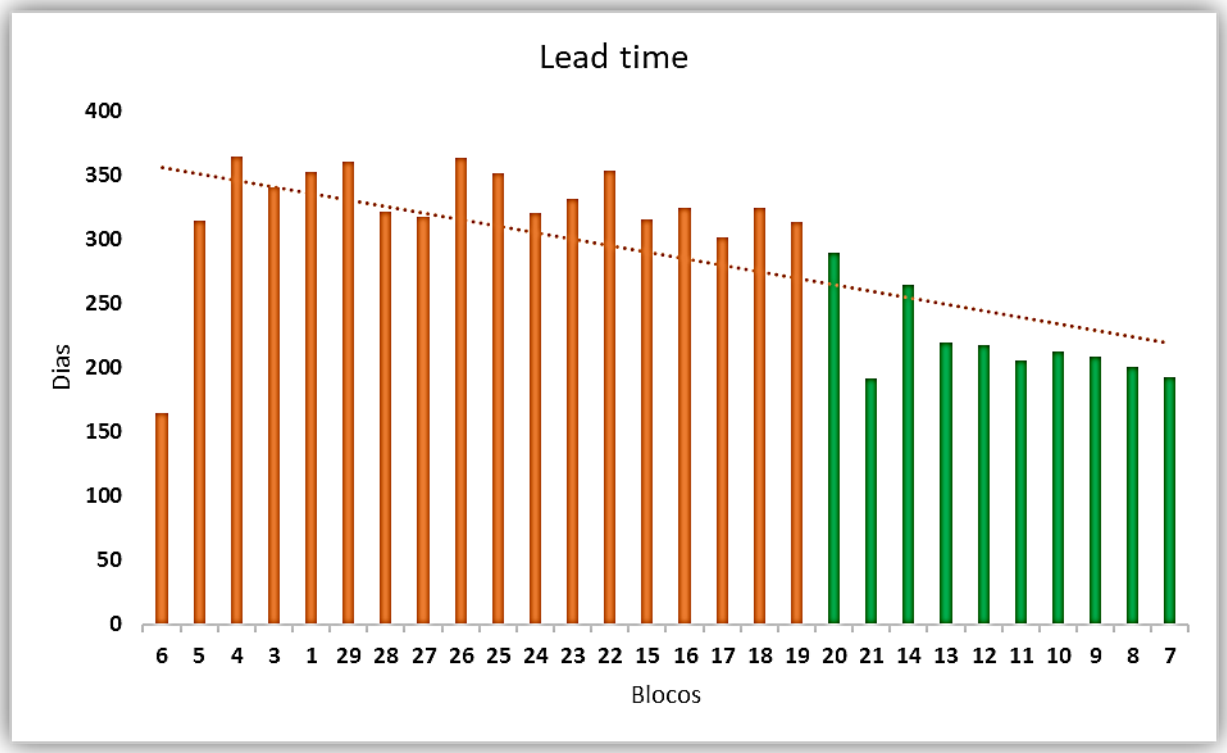
A ferramenta utilizada para lidar com os materiais e a logística foi o Kanban um sistema visual que, diferente do Scrum, não tem estrutura rígida, funcionando com um fluxo contínuo, em que as tarefas são puxadas conforme a capacidade que time permite. As mudanças podiam ser feitas a qualquer momento, conforme as prioridades mudassem ao longo do dia, mas o resultado dentro do ciclo *Sprint* da ferramenta Scrum precisavam ser o mesmo. O Kanban demonstrava a organização dos materiais para que fossem abastecidos no dia posterior.

5. Resultado e Discussões

Os resultados da implantação na Construção L podem ser considerados bem-sucedidos uma vez que houve melhoria no *lead time* dos blocos, conforme

Figura 1. Ainda que surgissem desafios para implantação do *Lean* e fosse necessária uma mudança cultural progressiva na obra, a absorção das ferramentas melhorou os prazos para construção dos blocos na obra, que foram medidos conforme quantidade de dias para executá-los.

Figura 1 – *Lead time* dos blocos



Fonte: Adaptado de Empresa Zeta.

Dos blocos que tiveram a aplicação do *Lean Construction* o destaque foi o bloco 21, segundo bloco construído após a implementação da metodologia. Ainda que os tempos dos blocos subsequentes não tivessem o *lead time* tão enxuto é nítida a evolução média entre os blocos com e sem implementação do *Lean Construction*. No geral, o primeiro bloco a ser executado, o bloco de número 6, foi o que possuiu menor *lead time* ainda que sem implementação do *Lean*. Uma justificativa para isso pode ser devida às políticas de bonificação aos funcionários, uma vez que a meta da Empresa Zeta era entregar o primeiro bloco em prazos recorde, embora isso não se estendesse aos blocos seguintes por não ser sustentável para a empresa ao longo dos demais blocos.

O Bloco 14, após a implantação do *Lean*, teve oscilação do *lead time* em comparação aos demais blocos após a adoção. Esse resultado pode ser explicado pelas primeiras dificuldades e resistências advindas da implantação, ainda que tivesse um *lead time* menor que a grande maioria.

A aplicação do *Lean Construction* envolve uma série de atividades interdependentes e variáveis externas, como o clima, o que torna a padronização e o fluxo contínuo mais desafiadores. Desta maneira o fluxo de trabalho é fragmentado, envolvendo a coordenação de diversas atividades que ocorrem em diferentes locais e momentos.

Durante a implementação, foram necessários trabalhos de conscientização e treinamento contínuos para que ela fosse sustentável e os processos mantivessem padrões e os mesmos resultados ao longo da obra, com treinamentos curtos e repetição para a equipe. Neste momento da implantação, a consequência foi um resultado pior no *lead time* do Bloco 14 em relação aos demais, mas que ao longo dos próximos manteve a padronização.

Considerando o planejamento inicial de execução desta obra, havia uma meta – considerada pouco realista – de uma meta do *lead time* de 133 dias por bloco. Analisando o *lead time* dos blocos em que não se implantaram os princípios *Lean*, temos uma média de 325 dias de *lead time* por bloco, este número está 244% acima do planejado. Já para os blocos em que foram implantados os princípios *Lean*, temos uma média de *lead time* de 221 dias por bloco, uma redução de cerca de 32% na média de *lead time* após a implantação do *Lean*, mas ainda assim um valor 166% acima do planejado.

5.1 Layout do Canteiro

Conforme Oliveira *et al*. (2021), a construção enxuta visa minimizar desperdícios de materiais, tempo e esforço. Ao implementar os princípios e ferramentas *Lean*, a etapa de planejamento do ataque e de layout do canteiro foi amplamente adotada conforme ferramenta 5S, gerando benefícios rapidamente perceptíveis para a equipe, como destaque principal senso de ordenação.

Como ações oriundas desse processo houve a otimização no transporte de concreto para evitar excessos e perdas durante o processo de cura e aplicação. Outra ação diz respeito aos materiais de acabamento (azulejos,

cerâmicas entre outros). Houve adoção de um responsável específico para organizar e transportar conforme ferramenta LPS para evitar quebras e sobras desnecessárias. De acordo com a equipe de suprimentos, houve uma redução na demanda de 4,65% por torre nos materiais de acabamento.

5.2 Mapeamento de Fluxo de Valor e Cronograma Gantt

5.2.1 Mapeamento de Fluxo de Valor

Em relação ao Mapeamento de Fluxo de Valor, foi primordial para que a equipe identificasse e visualizasse a quantidade de desperdícios nas diferentes etapas do processo construtivo, como esperas, movimentações desnecessárias, retrabalho e excesso de estoques. Isso permitiu que a equipe de gestão reconhecesse áreas onde os recursos estão sendo mal utilizados e estabelecesse uma base para a melhoria contínua, permitindo revisões periódicas do fluxo de valor e a identificação de novas oportunidades de otimização.

A obra realmente se tornou mais eficiente, econômica e alinhada com os princípios *Lean*, porém a natureza fragmentada e complexa de um projeto de construção, especialmente um que já está acontecendo, envolve múltiplos processos, diferentes equipes e a coordenação de diversas atividades que ocorrem em locais e tempos distintos, portanto o Mapeamento de Fluxo de Valor inicial foi coerente, mas as revisões periódicas no mapeamento do fluxo de valor muitas vezes eram postergadas, fazendo com que quando fossem realizadas, houvesse a necessidade do retorno praticamente a posição inicial, visto que já haviam sido aplicadas melhorias e revisadas as prioridades, e não havia refletivo no mapeamento.

5.2.2 Cronograma Gantt e linha de balanço

No que se refere ao Cronograma Gantt e à linha de balanço, esses instrumentos representaram a fase inicial do planejamento e foram fundamentais para garantir que a linha de produção projetada estivesse equilibrada e mantivesse um fluxo contínuo. Por mais que já estivessem na obra antes da aplicação do *Lean*, foi dado um foco nesta etapa, juntamente com as Reuniões Diárias, para que houvesse coleta precisa de dados sobre todas as atividades do

projeto e fossem revisados, a partir dela e do Mapeamento de Fluxo de Valor os objetivos a curto, médio e longo prazo.

Apesar dessa etapa ser mais eficaz do que o Mapeamento de Fluxo de Valor, a maior dificuldade foi a comunicação com as outras ferramentas que necessitavam de informação, pois as modificações diárias podem impactar significativamente o cronograma e a definição das outras ferramentas *Lean*, exigindo ajustes contínuos não só no Cronograma Gantt e na linha de balanço, como na *Obeya*.

5.3 Equipe, recursos e capacitação

Contar com uma equipe completa e engajada é fundamental para todas as fases de implementação das ferramentas *Lean* e para o funcionamento eficaz da gestão da obra. No entanto, muitas vezes, o time administrativo foi visto pela empresa como um custo adicional e, em alguns casos, teve seu número reduzido em determinados projetos. Conforme destacado por Ballard e Howell (1998), "A abordagem *Lean* incentiva a criação de uma mentalidade colaborativa", o que reforça a necessidade de manter uma equipe completa e engajada para que a implementação das ferramentas seja bem-sucedida.

Em relação a aprendizagem prévia por meio dos cursos oferecidos pelas consultorias, gravados e disponibilizados nos sistemas da empresa, frequentemente os empregados não absorviam o conteúdo como esperado, fazendo com que ainda houvesse necessidade de explicação no início das etapas *Lean*.

Outro desafio significativo é a coordenação entre as equipes, que no contexto da construção civil, costumam estar distribuídas em diferentes áreas do projeto, cada uma com responsabilidades variadas. Manter uma comunicação frequente e eficaz entre essas equipes era difícil, pois, frequentemente as equipes de obra estavam sobrecarregadas, o que ocorria por dois principais motivos: a falta de pessoal suficiente para realizar todas as tarefas e rotinas da obra, e a presença constante de problemas e retrabalhos, que consumiam grande parte das horas de trabalho. Reduzir a equipe administrativa, não resultava em economias reais para a obra. Sem uma equipe completa, não era possível

atender a todas as demandas, incluindo a implementação das ferramentas *Lean*, comprometendo assim o sucesso do projeto.

Um grande gargalo desde o início da obra foi a alta rotatividade e a baixa qualificação da mão de obra, representando desafios significativos para a implementação do *Lean*. Mesmo antes da adoção dos princípios *Lean*, essa questão já recebia muita atenção, mas ganhou ainda mais importância quando a equipe reconheceu que, para alcançar os resultados esperados com a implementação do *Lean*, era crucial garantir a continuidade da produção, o que torna a estabilidade da mão de obra um fator crucial.

5.4 Gestão Visual da Obra (*Obeya*)

A Gestão Visual da Obra foi bastante questionada, pois envolve um custo não só para montá-la, mas para mantê-la atualizada. Com a utilização do BIM, do aplicativo Empresa Zeta Obras, e outras ferramentas digitais, a gestão perguntava-se da real necessidade de manter uma sala física expondo o andamento da obra. Apesar das retaliações ao *Obeya* devido aos custos, esta "sala de guerra" foi fundamental para o apontamento das criticidades e melhorias da obra e consequentemente para implementação de todas as outras ferramentas *Lean*.

5.5 Plano de ação

O Scrum facilitou a determinação dos prazos a serem cumpridos e os *lead time*s de entrega da obra, porém a natureza física e sequencial das atividades nem sempre se alinhava perfeitamente com os ciclos curtos e iterativos característicos dessa metodologia ágil. Devido a cultura tradicional do ambiente de construção civil, alguns funcionários, especialmente os com muitos anos de experiência em métodos tradicionais, dificultavam a integração das práticas Scrum no cotidiano da obra, fazendo com que no final de cada ciclo de quatro semanas onde inicialmente as tarefas haviam sido estimadas e priorizadas e os prazos deveriam ser definitivos independente das mudanças do dia-a-dia, a estimativa de tempo e recursos fosse ignorada devido a variáveis como condições climáticas, disponibilidade de materiais e recursos humanos, além de questões inesperadas no local da obra.

5.6 Planejamento e Análise de Restrições

Esta foi a etapa mais bem-sucedida da implementação, pois, como o quadro de restrições era utilizado para registrar as pendências da obra e cada um possuía responsabilidade sob a eliminação das restrições e melhorias conforme ferramenta *Lean* LPS, os problemas eram estudados antes mesmo de acontecerem, diminuindo assim o retrabalho, prazos e custos. A identificação de restrições que podem atrapalhar o projeto ainda no futuro aumentou a confiabilidade do cronograma e assertividade da equipe. Os resultados dessa etapa poderiam ser multiplicados caso houvesse maior assiduidade nas reuniões diária e semanal.

5.7 Reuniões e Apresentações

5.7.1 Reuniões

A rotina em uma obra é bem dinâmica dada a demanda de trabalho, portanto muitas vezes não havia a assiduidade desejada nas reuniões, ou eram canceladas pela liderança. Sem essas reuniões, as ferramentas *Lean* não eram atualizadas, ou eram atualizadas sem a perspectiva de toda equipe, fazendo com que percam o sentido ou fiquem obsoletas até posterior atualização, ou gerasse um desentendimento posterior para a equipe. Como abordado por Al Balkhy e Sweis (2020), a resistência dos funcionários a mudança é uma das barreiras da implantação do *Lean* e a dificuldade de implantar as rotinas e reuniões são exemplos dessa resistência.

5.7.2 Apresentação do Resultado

Como as Apresentações do Resultado da obra aconteciam com os stakeholders da empresa, e estes deviam estar de acordo com as práticas de governança corporativa executadas, estas reuniões aconteciam sempre e impulsionavam a implementação do *Lean*, pois o time que investiu na implementação do *Lean* na obra, e, portanto, buscava colher os resultados desejados participava ativamente nas reuniões. Além disso, recursos, mão de obra e materiais extras poderiam ser solicitados e as ferramentas *Lean* colaboraram para a facilidade de acesso a estes dados.

5.8 Kaizen

Como a implementação do *Lean* ocorreu no meio da obra, e a maioria dos funcionários já estavam atuando sem uma metodologia bem definida conforme

ferramenta *Lean* 5S, portanto houve uma grande resistência à mudança cultural. Como a obra operava sob cronogramas apertados, e pressão para o prazo, a prática do kaizen, que demanda a observação e análise detalhada dos processos para identificar melhorias, foi vista como interrupção ou um luxo desnecessário.

As condições de trabalho mudavam constantemente devido a fatores como clima, disponibilidade de materiais e condições do solo, tornando difícil a padronização e a repetição de melhorias de forma consistente. Ainda que a partir das apresentações de resultado o kaizen fosse enfatizado pela liderança, esta etapa não foi bem desenvolvida.

5.9 Materiais e logística

O Kanban exigia um alinhamento rigoroso entre a equipe de engenharia e o almoxarifado, além de demandar uma equipe dedicada à organização dos kits de materiais de construção e ao abastecimento dos insumos nos apartamentos. A equipe passou a reconhecer a importância e o impacto positivo que uma logística eficiente de materiais, e até devido a ferramenta *Lean* Scrum, que estabelece um *Project Owner*, os funcionários começaram a se cobrar entre si para ter os kits bem-organizados e nas torres, portanto houve uma severa melhoria na organização e logística de materiais, melhorando culturalmente esta atividade.

6. Conclusão

Ao comparar os blocos construídos antes da adoção do *Lean* com aqueles executados após sua implementação, observou-se um resultado satisfatório e evidente quanto aos benefícios dessa metodologia, devido ao prazo de execução dos blocos. É fundamental que a aplicação do *Lean* seja contínua e expandida para diferentes projetos da Empresa Zeta, a fim de alcançar um elevado nível de excelência operacional. Isso não apenas contribuirá para a redução dos prazos de execução dos blocos e das obras, mas também para o aumento da qualidade das entregas, o aprimoramento dos padrões de segurança no trabalho e, consequentemente, a otimização dos custos das obras.

Embora a obra do estudo de caso em questão não tenha alcançado excelência em todas as etapas após a implementação dos princípios e

ferramentas *Lean*, obteve resultados positivos e melhora no prazo da obra, que era justamente o objetivo da implantação. Como essa foi uma das primeiras obras da região a adotar o *Lean*, mesmo enfrentando desafios durante a implementação, foi possível alcançar uma evolução relevante.

Algumas barreiras encontradas foram a resistência cultural, já que a tradição da construção civil tende a valorizar práticas estabelecidas, dificultando a aceitação de mudanças e a complexidade dos projetos de construção civil, que envolvem múltiplas equipes, fornecedores e subcontratados, o que dificultou a padronização dos processos e a aplicação eficaz das práticas *Lean*, que dependem de um fluxo contínuo e previsível. Um ponto de destaque é que como as vezes os resultados da prática não são quantitativos, ficam mascarados em meio a dinâmica da obra.

A mão de obra segue sendo um grande gargalo, porém com a implementação das ferramentas *Lean* fica ainda mais evidenciado a necessidade de treinamentos e de maneiras de combater a rotatividade da mão de obra, uma vez que novos trabalhadores podem não estar familiarizados com os princípios, exigindo uma reintrodução constante. A pressão por resultados imediatos e a operação sob prazos apertados, leva à priorização de soluções rápidas em detrimento das práticas de melhoria contínua que o *Lean* propõe.

Os desafios na gestão da cadeia de suprimentos, que é complexa e sujeita a variabilidades como atrasos na entrega de materiais, dificultam a implementação sustentável do *Lean* e principalmente a sua manutenção de forma eficaz ao longo do tempo.

A meta estabelecida pela Empresa Zeta de prazo por bloco não foi alcançada e houve a constatação de um elevado número de retrabalhos nessa unidade. Por exemplo, o *lead time* foi menor no primeiro bloco (sem *Lean*), porém posteriormente o setor de qualidade identificou um grande volume de correções a serem realizadas, e este retrabalho não foi separado dos dias dos próximos blocos. As correções se deram devido ao foco da equipe apenas na redução dos prazos e sem foco na qualidade, o que levou as equipes a retornarem aos blocos para corrigir falhas e garantir que os apartamentos atendessem aos padrões de qualidade padrão. Ainda com a aplicação do *Lean*, a meta não foi alcançada por

muito, mas baseado nos resultados com a implementação no meio da obra, com a implementação *Lean* desde o início da obra, esta diferença diminuiria ou possivelmente se anularia devido a cultura da melhoria contínua,

Um ponto positivo nesta obra foi o envolvimento dos stakeholders e da liderança na aplicação do *Lean*. Pela sugestão do projeto ter vindo da alta gestão, eles estavam extremamente comprometidos o que refletiu na etapa dos processos.

Conclui-se que a implementação do *Lean Construction* é válida e benéfica para melhora do prazo da obra, porém exige um grande investimento de tempo e dedicação da equipe. Sem o comprometimento de todas as áreas torna-se mais complexa a implantação, já que o contexto cultural brasileiro desfavorece quando se trata de inovação na construção civil. O *Lean Construction* ainda não é uma prática comum entre as empresas, mesmo com diversos estudos comprovando sua efetividade, muitas empresas apenas afirmam utilizar o *Lean* para fins de marketing e propaganda, mas não investem e aprimoram de fato esta metodologia.

Referências

AL BALKHY, W.; SWEIS, R.; LAFHAJ, Z. Barriers to Adopting *Lean Construction* in the Construction Industry—The Case of Jordan. **Buildings**. 2021. 17 p. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ buildings11060222.

AL BALKHY, W.; SWEIS, L. Barriers to adopting *Lean Construction* in the construction industry: a literature review. International **Journal of *Lean* Six Sigma**. 2020. 27 p. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-12-2018-0144/full/html.

BALLARD, G. H.; HOWELL, G. SHIELDING PRODUCTION: ESSENTIAL STEP IN PRODUCTION CONTROL. **JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT**, 1998. 7 p.

BALLARD, H. G. **THE *LAST PLANNER SYSTEM* OF PRODUCTION CONTROL**. 2000. 192 p. Disponível em: https://*Lean*-construction-gcs.storage.googleapis.com/wp-content/uploads/2022/09/08152942/the-last-planner- system-of-production-control-ballard2000-dissertation.pdf.

BLOOM, N.; VAN REENEN, J. Why do management practices differ across firms and countries?. **Journal of economic perspectives**, v. 24, n. 1, p. 203-224, 2010.

CADIOLI, L. P.; PERLATTO, L. **Mapeamento do Fluxo de Valor: Uma Ferramenta da Produção Enxuta.** Taquaritinga, 2024. P 369-389.

CBIC. **Boletim Estatístico**. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2024.

COSTA R.S. e JARDIM E.G.M. **OS CINCO PASSOS DO PENSAMENTO ENXUTO NET**, Rio de Janeiro, 2010. 10p. Disponível em: http://www.trilhaprojetos.com.br.

DUARTE, A. N. **DESAFIOS NA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION em empresas de CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de caso**. Ilha Solteira – SP, 2024, 49 p.

DUARTE, J.; BARROS, A. (orgs.). **Métodos e técnicas de pesquisa em comunicação**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2006.

FERREIRA, J.C. SÁ; L.P. FERREIRA, M.P.; LOPES, T.; PEREIRA, L.P.; FERREIRA, F.J.G. *Lean* DMAIC – A methodology for implementing the *Lean* tools, **Procedia Manufacturing**, Volume 41. 2019, Pages 1095-1102, Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978919312004.

FERREIRA, K. A.; FIUZA, G. C. P.; OLIVEIRA, P. C. L. **Uma revisão sistemática sobre ferramentas e técnicas adotadas na construção enxuta**. Paraná, 2020. 15p.

FREJ, T. A.; ALENCAR, L. H. **Fatores de sucesso no gerenciamento de múltiplos projetos na construção civil em Recife**. ProQuest Dissertations & Theses. (Número de Acesso ProQuest: 29226208) Recife, 2009. 334p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford University, 1992.

LIMA, V. Z. de, MIOLO, G. A., ANDREOLLI, N. A., & BAGGIO, D. Utilização do método Poka-Yoke como redução de custos nos processos produtivos: uma revisão de literatura. Santa Maria, 2020. **Revista Sociais E Humanas**, 32(3). Disponível em: https://doi.org/10.5902/2317175831992.

LOBO, A. V. R., LOBO, F. H. R.; BOTELHO, M. A. R. L. **O Multiverso do BIM Aplicado ao Mercado da Construção Civil**. Paraná, 2023. 39p.

LEITE, M. O.; PINHO, I. B; PEREIRA, P. E.; HEINECK, L. F. M.; da ROCHA, F.E.M. **Aplicação do sistema kanban no transporte de materiais na construção civil.** 2004. 60 f. Florianópolis, 2004. Disponível em: https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/1847/1161.

MUNIZ, B. R.; CARVALHO, J. V.; PEREIRA, L. N.; MACHADO, R. C. **ESTUDO DA VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DO SISTEMA KAIZEN E KANBAN NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. 2018. 79 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Unifaat, Atibaia, 2018. Disponível em: http://201.77.190.66:8080/bitstream/handle/123456789/152/Muniz%2c%20Bruno%20Rafael%202018.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

PATEL, A. S.; PATEL, K. M. **Critical review of literature on *Lean* Six Sigma methodology**. India, 2020. 48 p.

PEREIRA, P.; TORREÃO, P.; MARÇAL, A. S. Entendendo Scrum para gerenciar projetos de forma ágil. **Mundo PM**, v. 1, n. 14, p. 64-71, 2007.

PICCHI, F. A. **Opportunities for the application of *Lean* Thinking in construction**. Porto Alegre, 2003. 23 p.

RIBEIRO, A. A., QUELHAS, O. L. G., LIMA, F. M. S. S., & VILLELA, L. T. *Lean Construction* na indústria da construção civil brasileira: Uma revisão da literatura. **Revista Mundi Engenharia**, Paranaguá, 2021. 24p.

RISOS, T. C. de F. B.; MINARI JUNIOR, C. F.; FLORIAN, F. A importância da metodologia *Lean Construction* no setor da construção civil. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n. 1, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.2424.

RODRIGUES, P. B. F E CARVALHO, V.S. **Aplicação do *Lean* Thinking no fluxo de um setor administrativo da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor**. Goiás, 2020. 12p.

SILVA, E. N. da; MELLO, L. C. B. de B. Proposta de um sistema de gestão integrando os princípios da construção enxuta (*Lean Construction*) aos aspectos da gestão da qualidade, segurança, meio ambiente e saúde ocupacional, com o foco nas empresas de pequeno porte da construção civil. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 8, 2021.

SINGH, J.; SINGH, H.; SINGH, A.; SINGH, J. Managing industrial operations by lean thinking using value stream mapping and six sigma in manufacturing unit: Case studies. **Management decision**, v. 58, n. 6, p. 1118-1148, 2020.

SOUSA, B. B. de. **Melhoria de processos através de ferramentas *Lean Construction* e outras ferramentas, numa empresa de construção civil**. 2019. 91. Universidade do Minho, Portugal, 2019.

WEBER, L. E.; DE GOIS SANTOS, D. Lean construction e obras públicas: um mapeamento sistemático na literatura. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO**, v. 11, p. 1-8, 2019.

WERKEMA, C. **Lean seis sigma**. Elsevier Brasil, 2011.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. **Journal of the operational research society**, v. 48, n. 11, p. 1148-1148, 1997.