

# FERRAMENTAS LEAN PARA EMPREENDIMENTOS COM SISTEMA DE PAREDE DE CONCRETO ARMADO MOLDADA *IN LOCO*.

## LEAN TOOLS FOR ENTERPRISES WITH REINFORCED CONCRETE WALL SYSTEM MOLDED ON SITE.

Samuel Hesli de Almeida Nunes<sup>1</sup>  
Simone Perruci Galvão<sup>2</sup>

### RESUMO

O sistema construtivo de paredes de concreto moldada *in loco* é um método no qual se utilizam fôrmas industrializadas, montadas na própria obra, preenchidas diretamente com concreto. Esse é um sistema praticamente todo industrializado. Seu grande diferencial perante modelos construtivos tradicionais está principalmente ligado ao custo mais enxuto devido ao seu menor tempo de execução. Com aplicação de novas metodologias de produção a este sistema é possível alcançar não só a eficiência que o método construtivo já promete, mas também propor uma melhoria contínua ao setor, aumentando-se a produtividade, eliminando-se os desperdícios e agregando valor ao produto. Dentro desta vertente surge o Lean Construction, uma filosofia que carrega ferramentas e princípios que, quando devidamente aplicados, resultam na otimização de processos e entregas de um produto final de qualidade. Este trabalho trata-se de um estudo da revisão bibliográfica a fim de investigar, selecionar e propor a aplicação de algumas ferramentas que seguem os princípios da filosofia Lean Construction, ao sistema construtivo de paredes de concreto, com o intuito de cooperar com o melhoramento do desempenho do setor. Constatou-se que é possível aplicar as ferramentas Lean ao método construtivo de parede de concreto armado moldada “*in loco*” e essa aplicação traz diversos benefícios ao sistema, como, por exemplo: melhoria contínua ao processo construtivo; aumento da transparência dos processos; redução do tempo de ciclo; aumento do valor dos produtos e redução das atividades que não agregam valor. Estes resultados podem ser conseguidos mediante a utilização de ferramentas, como: Programa 5s, Andon, Kanban, Ciclo PDCA, Arranjo Físico, Last Planner System (LPS), Linha de Balanço e Mapeamento de Fluxo de Valor.

**Palavras-chave:** Parede de concreto; lean construction; ferramentas lean.

### ABSTRACT

The constructive system of cast-in-place concrete walls is a method in which industrialized forms are used, embedded in the work itself, applied directly with concrete. This is a practically entirely industrialized system. Its great differential compared to traditional constructive models is mainly linked to the leaner cost due to its shorter execution time. With the application of new production methodologies to this system, it is possible to achieve not only the efficiency that the constructive method already promises, but also to propose a continuous improvement to the sector, increasing productivity, eliminating waste and adding value to the product. Within this aspect comes Lean Construction, a philosophy that carries tools and principles that, when

---

<sup>1</sup> Bacharelado em Engenharia Civil - Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2023.

<sup>2</sup> Doutora em Ciências dos Materiais pela Universidade Federal de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2023.

properly applied, result in the optimization of processes and deliveries of a quality final product. This work is a study of the bibliographic review in order to investigate, select and propose the application of some tools that follow the principles of the Lean Construction philosophy, to the constructive system of concrete walls, with the intention of cooperating with the improvement of the sector performance. It was found that it is possible to apply Lean tools to the construction method of reinforced concrete walls cast "in loco" and this application brings several benefits to the system, such as: continuous improvement to the construction process; increased transparency of processes; cycle time reduction; increasing the value of products and reducing activities that do not add value. These results can be achieved through the use of tools such as: 5s Program, Andon, Kanban, PDCA Cycle, Physical Arrangement, Last Planner System (LPS), Line of Balance and Value Stream Mapping.

**Keywords:** Concrete wall; lean construction; lean tools.

## INTRODUÇÃO

O déficit habitacional no Brasil ainda é muito grande. De acordo com informações divulgadas pelo Ministério do Desenvolvimento em parceria com a Fundação João Pinheiro, há um déficit habitacional no país de 5,876 milhões de domicílios (Déficit, 2021).

Em 2009, o governo Brasileiro criou o Programa Minha Casa Minha Vida, o qual tem como objetivo facilitar o acesso de famílias de baixa renda a moradias, visando principalmente suprir a demanda de erradicar o déficit de moradias. Entretanto, segundo Morquecho (2016), p. 2:

É necessário um sistema construtivo rápido, já que a tendência é o déficit habitacional aumentar se continuarmos a usar sistemas construtivos tradicionais, com baixo grau de industrialização e rapidez.

Para Braguim (2013), a sociedade brasileira precisa de mais construções de melhor qualidade, construídas em um tempo mais curto. Portanto, além da ajuda financeira que o programa governamental proporciona, faz-se necessário um sistema produtivo que corresponda a necessidade da população.

Analisando a demanda sob esta ótica, sabe-se que o sistema construtivo de parede de concreto armado encaixa-se perfeitamente nessa necessidade de mercado, sendo adequado ao crescimento

industrial e prometendo alta produtividade e economia.

O conceito da Lean Construction, ou construção enxuta, vem para valorizar esse processo de industrialização da construção civil, trazendo benefícios aos empreendedores que queiram se manter ativos no exigente mercado atual (Colombarolli *et al*, 2016).

Associa-se, por muitas vezes, à construção civil a um modelo pouco eficiente de produção, com métodos executivos ainda artesanais e com alto índice de desperdício e baixa produtividade.

Apesar do considerável impacto econômico deste setor no Brasil e no mundo, tais características são reflexos de baixos investimentos em inovação e tímida evolução do setor comparado às demais indústrias. Visando a mudança deste cenário, surgem novos processos que apoiam a construção civil por meio da industrialização do setor, com novos sistemas construtivos e filosofias de gestão que prometem a padronização, qualidade do serviço, eliminação de etapas que não agregam valor e eliminação de subprocessos desnecessários (Pollnow, 2020, *apud* Bressaneli; Bueno, 2021).

No Brasil a Lean Construction vem sendo bastante utilizada, mesmo estando em fase de maturação e necessitando que mais pesquisas ainda sejam realizadas (Peretti; Farias; Santos, 2013 *apud* Ruppenthal *et al*).

O atual cenário da construção civil, mostrando-se cada vez mais competitivo, acabou fazendo com que as construtoras e incorporadoras buscassem ferramentas que proporcionassem o melhor aproveitamento possível de materiais, tempo e custo. A Filosofia Lean promete fornecer tais ferramentas (Pereira *et al*, 2015).

Neste contexto, o presente artigo de revisão da literatura visou contribuir para o setor da construção civil, indicando quais ferramentas da filosofia Lean Construction se aplicam ao sistema construtivo de parede de concreto moldada “*in loco*” e os principais benefícios desta aplicação, com o intuito de propiciar uma melhoria contínua e agregar valor a esta modalidade construtiva.

## METODOLOGIA

O presente artigo trata-se de um estudo de revisão bibliográfica, norteada pela seguinte pergunta de pesquisa: Quais ferramentas da filosofia Lean Construction podem melhorar a eficiência e a produtividade de empreendimentos que utilizam o método construtivo de parede de concreto armado moldada “*in loco*”?

A partir da análise da literatura, com base na temática Lean Construction e suas ferramentas, foram selecionados artigos técnicos, artigos científicos, dissertações, monografias e livros em busca das respostas à pergunta da pesquisa.

A partir da análise dos materiais disponíveis, foram selecionadas as principais ferramentas que se aplicam aos empreendimentos que utilizam o sistema paredes de concreto armado moldados “*in loco*”, quais os principais benefícios da aplicação destas ferramentas no setor da construção civil e os princípios da filosofia *Lean* utilizados em cada ferramenta.

Foram utilizadas como ferramentas de busca o Google Acadêmico e Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP.

Pelo google acadêmico foram selecionados 14 artigos, 4 dissertações, 9

Trabalhos de conclusão de curso e 1 livro. Foram encontrados materiais através de pesquisa pelas palavras-chave: “Lean Construction”, “Parede de Concreto Armado” e “ferramentas do sistema Lean Construction”. Já os anais do ENEGEP forneceram 2 artigos com as mesmas palavras-chave para busca. Além dessas buscas, foram encontrados 3 artigos apresentados em congressos de engenharia de produção. Todos os trabalhos foram extraídos ou sumarizados para pesquisa. Vale lembrar que artigos em inglês também foram inclusos na pesquisa.

Foram preferencialmente pesquisados e selecionados artigos, dissertações e TCC’s publicados entre os anos de 2015 à 2023. Algumas literaturas publicadas em anos anteriores foram inclusas por serem consideradas clássicas ou por conterem conceitos básicos.

## LEAN CONSTRUCTION

A metodologia *Lean construction*, ou construção enxuta, é um modelo de gerenciamento para construção civil criado pelo filandês Koskela, adaptado do Sistema Toyota de produção. Koskela realizou estudos que resultaram em um modelo que procura principalmente a eliminação total de desperdícios e criação de valor através da aplicação de onze princípios fundamentais, sendo eles, de acordo com Camera (2015):

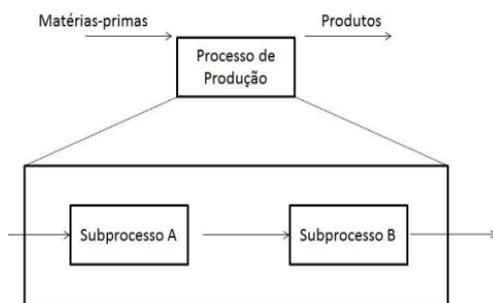
1. Redução das parcelas de atividades que não agregam valor;
2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente;
3. Reduzir a variabilidade;
4. Reduzir o tempo de ciclo;
5. Simplificar através da redução do número de passos ou partes;
6. Aumentar a flexibilidade de saída;
7. Aumentar a transparência do processo;
8. Foco no controle de todo o processo;
9. Estabelecimento de Melhoria Contínua ao processo;

10. Manter o equilíbrio entre melhoria dos fluxos e melhoria das conversões;
11. Aprender com referências de ponta (fazer benchmarking).

A *Lean Construction* visa implantar um inovador e importante conceito de como compreender processos produtivos no setor de construção civil. Na forma tradicional de produção, o procedimento padrão é basicamente a conversão de matérias-primas (chamados inputs) em produtos (outputs). Este modelo é chamado de Modelo de conversão (Pereira *et al*, 2015).

Já no modelo proposto por Koskela (1992), este processo de modificação de matéria-prima em produto pode ser decomposto ou quebrado em subprocessos, conhecidos como atividades de conversão, conforme Figura 1.

Figura 1- Modelo de Conversão de Processos de produção em subprocessos



Fonte: Koskela (1992)

Koskela (1992) acredita que o ambiente produtivo é composto por atividades de conversão e de fluxo. Essas atividades são informações contidas no processo construtivo (os subprocessos). O gerenciamento dessas atividades de fluxo é fundamental para o aumento da produtividade e eficiência da obra e eliminação de desperdícios.

Historicamente, o ambiente da construção civil produz muito resíduos em seus canteiros de obras. Dessa forma, a indústria da construção deve explorar abordagens que minimizem a geração de resíduos ao longo dos ciclos produtivos (Oliveira *et al*, 2020).

Quando se discute obras a nível Brasil, há necessidade de uma gestão enxuta, reduzindo o grande desperdício de materiais, os altos custos e prolongamento de tempo de cronograma de obra. (Silva; Paiva, 2017).

Para Silva e Paiva (2017), quando se aplica uma filosofia como *Lean*, direcionada para empresas construtivas, o propósito principal gira em torno de melhoria das execuções dos serviços, racionalização de processos e otimização dos fluxos dos trabalhos em obra.

Entre algumas das ferramentas que seguem os princípios da Filosofia Lean construction, de maneira prática, nos empreendimentos da construção civil, Pontello e Oliveira (2020), aponta:

- Programa 5s
- Andon
- Kanban
- Ciclo PDCA
- Arranjo Físico
- Last Planner System (LPS)
- Linha de balanço
- Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)

Pfaffenzeller et al (2015), afirma que a utilização destas ferramentas e métodos proporcionam a melhoria contínua ao processo construtivo, aumenta transparência dos processos, reduz o tempo de ciclos, aumenta o valor dos produtos e reduzem as atividades que não agregam valor.

## SISTEMA DE PAREDE DE CONCRETO MOLDADO IN LOCO

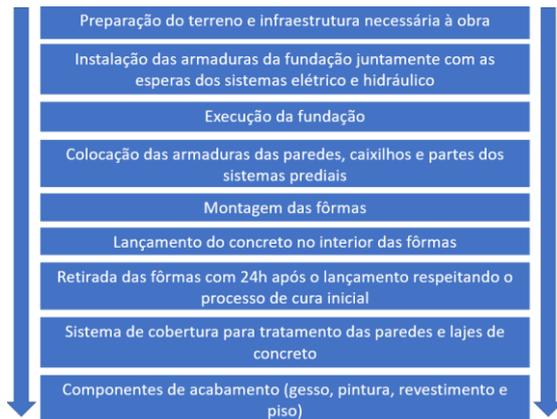
O sistema construtivo de paredes de concreto armado moldados in loco é um método no qual se utilizam fôrmas industrializadas, montadas na própria obra, preenchidas diretamente com concreto. Antes da execução das formas, são colocadas as ferragens e itens de instalações prediais: elétrica, hidráulica e de gás.

A atratividade deste sistema reside no grande controle dos gastos, devido o desvio de consumo de material ser mínimo

e o processo ser praticamente todo industrializado (Sampaio *et al*, 2017).

O Fluxograma 1 mostra as etapas construtivas de empreendimentos que utilizam o sistema construtivo de parede de concreto armado moldado in loco.

Fluxograma 1 - Etapas do método construtivo de paredes de concreto moldado in loco



Fonte: adaptado de Bezerra (2010)

As Instalações elétricas, hidrossanitárias e armação devem estar previamente embutidas na estrutura antes de qualquer concretagem, como mostra a Figura 2.

Figura 2 – Instalações Hidrossanitárias, Elétricas, e armação pré-montadas.



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Após a montagem acima, são colocadas as fôrmas metálicas deixando a estrutura pronta para ser concretada (Figura 3).

Figura 3- Fôrmas metálicas montadas para concretagem



Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Para Bressanelli e Bueno (2020), quando se utilizam fôrmas que proporcionam um alto grau de repetição, além dos benefícios diretamente ligados a produtividade e financeiro, existe também o benefício ambiental, pois reduz-se o desperdício e é gerado menos resíduos, em relação aos canteiros de obras que utilizam métodos tradicionais. As formas metálicas se destacam neste sentido.

Quando se trata do acabamento do elemento, após concretagem, o sistema de parede de concreto também se diferencia, mostrando-se econômico em relação aos sistemas usuais, principalmente em relação a redução da espessura das camadas de revestimento, e, conseqüentemente, a velocidade de execução do mesmo. Portanto, há uma economia considerável do custo referente aos materiais, ferramentas e da mão de obra (Bressanelli; Bueno, 2020).

Segundo Braguim (2013), para que se mantenha elevada produtividade utilizando-se este método, os projetos devem manter características específicas, como: “a modulação de medidas, existência de simetria na geometria da edificação em planta, alinhamento de paredes e a padronização das distâncias entre piso”.

## VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA

Sampaio *et al* (2017) elenca algumas vantagens da utilização do sistema construtivo de paredes de concreto. Entre estas: rapidez na execução; redução de mão-de-obra; custos globais mais baixos; desempenho considerável; mínima geração de resíduos; modelo construtivo produzido em escala; industrialização do sistema. Colombaroli *et al* (2016), acrescenta a estas vantagens à fácil execução.

Já como desvantagens, Bezerra (2010) aponta algumas fragilidades, como: elevado custo com fôrmas, sendo necessário alta reutilização delas para ser viável como sistema de produção (sendo interessante para um número de unidades habitacionais superiores a 50); necessidade de equipamentos de grande porte; não pode haver modificações na estrutura; há dificuldade na execução de laje de diferentes níveis e pode ocorrer presença de fissuras em cantos de janelas.

Apesar das desvantagens apresentadas, este sistema parece ser promissor e, quando a este se associam os princípios da Lean Construction, há obtenção de um maior diferencial em relação ao sistema tradicional.

Segundo Colombaroli *et al* (2016), as empresas que utilizam o sistema de parede de concreto armado moldados “in loco” e a filosofia Lean Construction é aplicada, há um cumprimento mais fiel do cronograma de obra, gerando economia e altos índices de qualidade e eficiência do processo.

No Brasil esta associação ainda não é tão explorada, não por exigir altos investimentos financeiros, mas por haver necessidade de disciplina e engajamento entre todos os envolvidos no empreendimento (Diretores, incorporação, marketing, projetistas, engenheiros, administração e execução) (Colombaroli *et al*, 2016).

É importante que o Brasil se adeque a esta realidade uma vez que, de acordo com Bressanelli e Bueno (2020), no cenário pós criação do programa governamental Minha Casa Minha Vida (MCMV), o modelo construtivo de parede de concreto se

destacou e vem crescendo a cada ano, atingindo em 2019 cerca de 65% das obras de todo o programa MCMV.

A aplicação da *Lean* em construtoras de grande porte vem mostrando solidez e rentabilidade da mesma, sendo hoje uma das principais apostas para vencer o déficit habitacional do país (Bressanelli; Bueno, 2020).

## **FERRAMENTAS DA LEAN CONSTRUCTION APLICÁVEIS AO SISTEMA PAREDES DE CONCRETO MOLDADA IN LOCO**

### **Programa 5s**

O 5S é uma ferramenta simples e de fácil compreensão, formada por cinco sentidos. Foi criada no Japão, por Kaoru Ishikawa, em 1950. O objetivo desta ferramenta é tornar o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo. Anjos e Oliveira (2018), resume os objetivos de cada sentido:

- SEIRI – Sendo de utilização;
- SEITON – Senso de organização;
- SEISOU – Senso de limpeza;
- SEIKETSU – Sendo de saúde;
- E SHITSUKE – Senso de autodisciplina.

Juntos, esses sentidos visam melhorar o ambiente de trabalho através da mudança de comportamento das pessoas.

Segundo Ribeiro *et al* (2017), o programa 5s abarca um conjunto de atividades que auxiliam na eliminação de erros e prejuízos. Dentre os benefícios que podem ser obtidos com a implantação do 5S, destacam-se: ambiente de trabalho mais seguro e saudável, melhoria na qualidade e produtividade, redução de custos devido a eliminação de desperdícios e retrabalhos. Para os colaboradores repercute em melhor qualidade de vida, crescimento pessoal e profissional e aumento do comprometimento com os resultados.

Para Anjos e Oliveira (2018), o programa 5s pode ser aplicado em diversas

situações no canteiro de obras, como, por exemplo:

- Na organização do Almojarifado de materiais, ferramentas e equipamentos, fazendo-se etiquetas, analisando tempo e frequência de uso e local de armazenamento adequado;
- Treinamento para conscientização de funcionários com relação aos cinco sentidos;
- Montagem de kits de limpezas e cartazes conscientizadores;
- Cuidados com segurança coletiva por meio de kits de limpeza e kits de fardamento extra para funcionários;
- Placas em locais estratégicos com passos que devem ser verificados antes, durante e após o serviço executado.

Para a aplicação eficaz da ferramenta e consolidação devida do programa 5s devem ser tomadas pelo menos duas atitudes, a saber: auditorias (controle) e premiações (motivar os colaboradores trabalharem de maneira positiva).

## 1. Andon

Esta é uma ferramenta gerencial visual. Seu propósito é facilitar a comunicação entre usuários enquanto trabalham em diferentes setores, como por exemplo, edificações com vários pavimentos ou ambientes. O Andon é capaz de detectar paradas derivadas de problemas ocorridos durante a construção (Mendes, 2017).

Para aplicação da ferramenta Andon em obras, pode-se estruturar de acordo com os dados a seguir, de acordo com Mendes (2017):

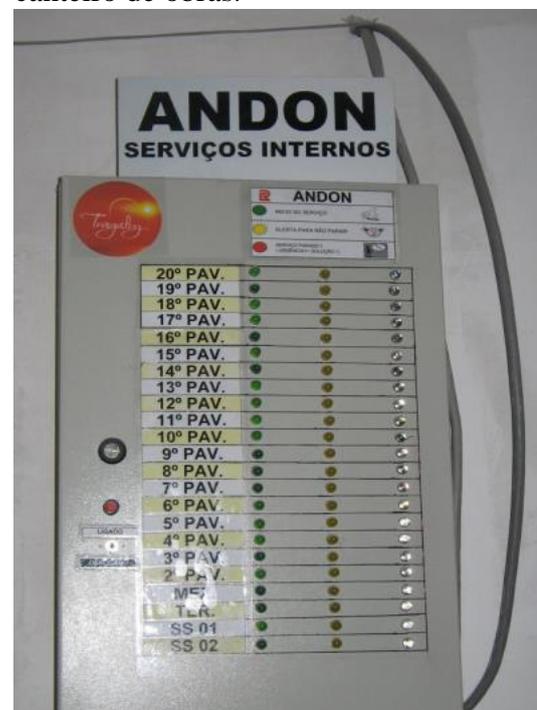
- Utilização de um quadro geral na administração da obra, indicando o status das atividades que estão acontecendo em cada pavimento ou ambiente da obra (geralmente estes são dispostos em colunas).
- Sinalização com 3 lâmpadas coloridas que apontam o andamento em cada setor da obra, cada cor deve indicar o status

do processo. A cor verde indica que o processo está andando de maneira “normal” e tudo deve continuar como programado; a cor amarela é um sinal de alerta e comunica um possível problema, sendo necessária uma equipe para verificação e, na cor vermelha, aponta para um problema e deve-se proceder parada total das atividades do setor em questão, bem como a disponibilização da mão de obra que solucionará rapidamente o problema.

Pfaffenzeller *et al* (2015) fazem um comparativo do sistema Andon e os princípios da filosofia Lean. Conclui-se que a ferramenta Andon simplifica e reduz o número de partes nos processos, aumenta a transparência do processo e foca o controle no processo completo.

A Figura 4 destaca um modelo do sistema Andon em obras com mais detalhes.

Figura 4 – Sistema Andon aplicado no canteiro de obras.



Fonte: Arruda (2017).

## 2. Kanban

A Ferramenta Kanban, assim como o Andon, ajuda a aumentar a praticidade da comunicação no canteiro de obras por meio de um gerenciamento visual eficaz. Entretanto, diferente do Andon, o Kanban não se restringe apenas às informações relacionadas a cada setor no canteiro, abrangendo um leque maior dos assuntos concernentes ao funcionamento da obra (Pfaffenzeller *et al*, 2015).

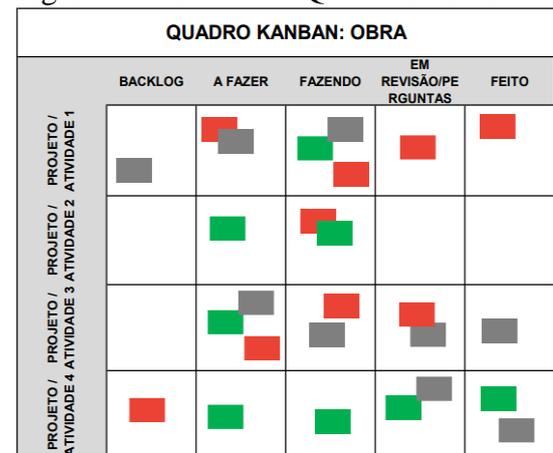
O sistema visual funciona através de um esquema de colunas e cartões que facilita a visualização do que precisa ser feito pelos membros da equipe. As três partes principais do Kanban, descritas por Pontello; Oliveira (2020), são:

- Cartão – contém as tarefas e ações que precisam ser tomadas, bem como por quem e quando devem ser executadas tais tarefas. Os cartões são separados em diferentes cores para cada estado de serviço. Apesar de não haver um consenso sobre o uso definidos das cores, costuma-se usar Verde, Amarelo e vermelho.
- Colunas – Falam sobre os status de cada atividade. Geralmente são consideradas três colunas, sendo elas: “A fazer”, “Fazendo” e “Feito”.
- Quadro – O quadro contém todo Kanban (Tanto cartões quanto colunas) de maneira organizada e sempre atualizada de forma simultânea.

Em relação ao método construtivo de parede de concreto, Vieira (2019) sugere a utilização do quadro Kanban como um modelo de gestão visual, mostrando através de um painel o planejamento semanal da equipe.

Como pode ser visto na Figura 5, o quadro Kanban pode ser aplicado de maneira simultânea em vários projetos que ocorrem de forma paralela em uma obra.

Figura 5 – Modelo de Quadro Kanban.



Fonte: Adaptado de Sutherland (2019).

A seguir são descritos, De acordo com Sutherland (2019), cada um dos itens da Figura 5.

- Backlog – as atividades que serão entregues ao final do processo.
- A fazer – as atividades que serão realizadas durante o período específico de cada quadro, semanal ou mensal.
- Fazendo – atividades que estão sendo realizadas naquele período.
- Em Revisão ou Perguntas – são as atividades que estão sendo discutidas, foram interrompidas ou estão com dúvidas pendentes de resolução.
- Feito – atividades concluídas pela equipe responsável em seu devido setor ou projeto.

Este quadro pode ser trabalhado em diversos setores dentro do canteiro de obras, entre estes: suprimentos, administração, almoxarifado, setor de produção, etc.

A Figura 6 indica um modelo de cartão sugerido por Muniz *et al* (2018 *apud* Oliveira, 2023), para as atividades de produção de argamassa para reboco interno e de assentamento de alvenaria. Em cada cartão constam informações detalhadas sobre a equipe que será responsável pela atividade, o horário e o local para a sua execução e o lote onde se encontra o material a ser utilizado.

Figura 6 – Exemplo de cartões para o quadro Kanban

EQUIPE: _____ HORA: _____ LOCAL: _____ LOTE: _____ <b>ARGAMASSA REBOCO INTERNO</b>	EQUIPE: _____ HORA: _____ LOCAL: _____ LOTE: _____ <b>ARGAMASSA ASSENTAMENTO ALVENARIA</b>
---	---

Fonte: adaptado de Oliveira (2023).

Este cartão também pode ser utilizado para o sistema de parede de concreto armado moldado “in loco”, seguindo exatamente o mesmo princípio e nível de detalhamento sugerido por Muniz *et al* (2018 *apud* Oliveira, 2023), como uma ferramenta de controle da produção.

### 3. Ciclo PDCA

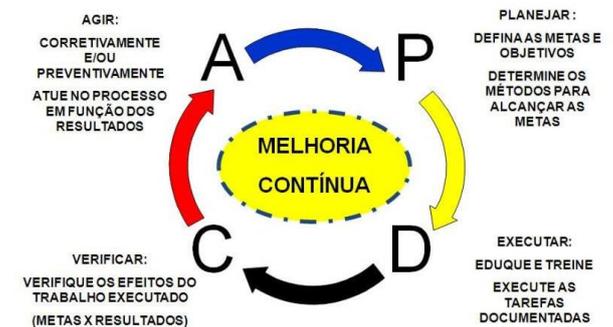
O ciclo PDCA, Deming ou Shewhart, é uma ferramenta de gestão que visa controlar e aperfeiçoar processos e produtos de maneira contínua, atuando de maneira cíclica, ou seja, ininterruptamente; propiciando ao ambiente de aplicação uma melhoria contínua (Aguiar e Loos, 2017).

Segundo Aguiar e Loos (2017), a ferramenta é dividida em etapas, sendo elas:

- Planejar (to Plan): compreende-se a situação, identifica-se o problema e planejam-se melhorias através de um plano de ação;
- Executar (to Do): o plano de ação é colocado em prática seguindo o planejamento;
- Checar (Check): Mensuram-se as ações realizadas na fase anterior checando se os resultados saíram como esperados;
- Agir (Act): Nesta última fase são feitas as ações corretivas. Após uma reunião coletiva sobre melhorias, há a padronização dos processos que deram certo para aplicar posteriormente em outros problemas ou em oportunidades de melhoria.

O ciclo (PDCA) visa a melhoria contínua dos processos produtivos, seus passos são ilustrados na Figura 7.

Figura 7 – Ciclo PDCA de melhoria contínua



Fonte: Miranda (2017).

O propósito essencial deste ciclo é tornar o processo organizacional mais eficiente, exato e prático. O PDCA pode ser aplicado em diversos tipos de situações como uma maneira de atingir a excelência na gestão. Após uma análise de aplicação do ciclo PDCA na construção civil, Aguiar e Loos, (2017, p. 10), afirmam que:

É possível identificar que as ferramentas de melhoria contínua aplicadas corretamente são primordiais para grandes mudanças e sucesso de uma organização. A delegação de atividades, alinhada a responsabilidade dada a cada envolvido, quando cobrada coerentemente, dando condições para que essas atividades sejam realizadas e reconhecendo a evolução de cada um, gera resultados extraordinários.

A seguir, foi proposto um exemplo do ciclo PDCA que pode ser aplicado ao método construtivo de parede de concreto armado moldado “in loco”, numa situação rotineira de logística de canteiro (Figura 8).

Figura 8 – Exemplo de Ciclo PDCA aplicado a uma situação de obra



Fonte: adaptado de Miranda (2017).

Trata-se de uma situação em que se planeja atender da melhor maneira o abastecimento de material necessário para assentamento cerâmico em cada pavimento de uma edificação, pós finalização da etapa de produção das paredes. Essa distribuição deve ser feita de maneira que atenda a produção diária de cada pavimento.

No exemplo elaborado, o problema de distribuição de materiais cerâmicos, argamassa e rejunte foi solucionado. Na etapa executar indicou-se a necessidade de treinamento da equipe, além da criação de kits de cada material com a devida identificação para cada pavimento. Ao fim de cada expediente, cada pavimento deverá ser abastecido com o devido kit a ser aplicado durante aquele dia de produção.

Faz-se necessário destacar que quando foram medidas as ações no item checar, percebeu-se ainda uma certa dificuldade logística com relação ao almoxarife, por isso, ações precisaram ser tomadas quanto a isso.

#### 4. Arranjo Físico (Layout)

O Arranjo Físico, segundo Saurin (1997), é a disposição dos diversos serviços de produção de uma empresa ou indústria planejada racionalmente contendo os detalhes de organização da disposição física de homens, dos materiais, equipamentos, área de trabalho e de estocagem.

A funcionalidade principal de um Layout em qualquer ambiente produtivo é reduzir as atividades desnecessárias ou que não agregam valor por intermédio da organização e *feedbacks* de informação. Além disso, um Layout bem gerido tende a reduzir o *lead time* (tempo de espera) de uma produção (Pfaffenzeller *et al*, 2015). De acordo com Unichristus (2016, p. 3):

Apesar de existirem diretrizes para planejamento de canteiro de obras, há uma carência em técnicas adequadas para executar esta atividade. Essa falta muitas vezes limita a realização de um planejamento eficiente e baseado em parâmetros, deixando à mercê da

experiência dos gestores ou do knowhow da empresa. Esse fato pode ser explicado pela singularidade e especificidade da construção onde o layout passa e o produto permanece no lugar.

Para Saurin (1997), um bom planejamento da disposição física nos ambientes faz com que haja uma maior segurança e eficiência dos trabalhos e máquinas, reduzindo a movimentação de materiais, equipamentos e mão-de-obra. Este arranjo deve ser definido no planejamento. Unichristus (2016), indicam algumas informações necessárias para a definição do layout, a saber:

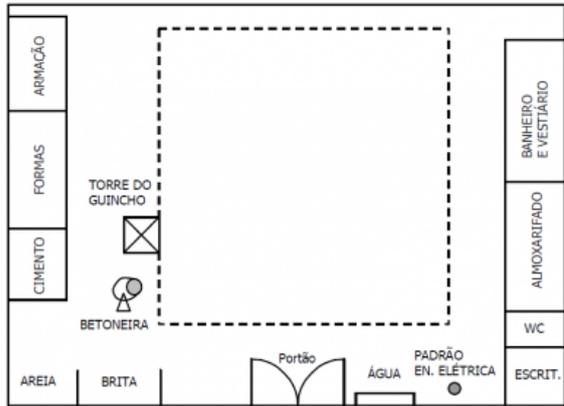
- Informações sobre dependências coletivas - área de estocagem; refeitório, vestiários e banheiros;
- Informações sobre área técnica-administrativa;
- Espaço físico para dependências de terceirizados e demais fornecedores;
- Almoxarifado.

Amaral (2020), sugere justamente estes tipos de informações dispostas num layout de canteiro, além da locação da área de construção.

Unichristus (2016), reforçam que todas as áreas que contemplam um arranjo físico devem ser dimensionadas de acordo com as prescrições das normas regulamentadoras de Saúde e Segurança do Trabalho, especificamente a NR 18.

Aplicando tais conhecimentos dentro do canteiro de obras é possível diminuir os percursos de pessoas e máquinas, entre postos de serviço, por exemplo, reduzindo-se consideravelmente o desperdício de tempo. A Figura 9, a seguir, mostra um exemplo de arranjo físico adequado para a produção das paredes de concreto.

Figura 9 – Layout de Canteiro de obras



Fonte: Layout [...] (2022).

Sabendo-se que o sistema de parede de concreto é um setor bastante industrializado e que preza para organização da obra durante sua execução, torna-se essencial o uso de um planejamento de arranjo físico para o canteiro de obras. Isso fará com que o ambiente seja produtivo, eficiente e otimizado.

Quando se fala de processo construtivo, os dois diferenciais dessa modalidade de obra frente aos métodos tradicionais, são: a utilização de formas metálicas e a utilização de telas nervuradas de aço para as paredes. A presença desses dois elementos (telas e fôrmas), em maior quantidade nesse método construtivo, faz com que o estoque seja maior durante obra, sendo necessário um planejamento e disposição dos materiais mais assertivos.

### 5. Last Planner System (LPS)

O LPS (Last Planner System) é uma ferramenta desenvolvida por Glenn Ballard e Greg Howell com a finalidade de criar previsibilidade e confiabilidade nos cronogramas do projeto. O LPS também fornece uma plataforma para interação e colaboração mútua de diversos envolvidos em um projeto de construção (Cooper, 2018, *apud* Pontello e Oliveira, 2020).

A funcionalidade primária do LPS é basicamente levantar conjuntos de tarefas que serão realizadas, selecionar essas tarefas e filtrar o que pode ser efetivamente

designado às equipes executoras. Quando as restrições concernentes a mão de obra, materiais, especificações de projetos e equipamentos são removidas, considera-se o plano aprovado. Ou seja, o que o LPS faz é transformar o que pode ser feito no que deve ser feito, indicando o pacote de serviço a quem deverá executá-lo (Rodrigues, 2018).

Segundo Ballard (1997), um dos criadores desta ferramenta, o LPS pode ser dividido em três perspectivas de análise, a elaboração de um planejamento de longo, médio e curto prazo.

O planejamento a longo prazo, o plano mestre, estabelece os objetivos globais que norteiam o empreendimento como um todo e o onde são definidos sequência, duração e ritmo das etapas do empreendimento de forma macro. Esta etapa do planejamento proporciona também uma previsão de gastos e desembolso que serão feitas durante a execução do projeto (Ballard, 1997).

Já o planejamento a médio prazo, o *lookahead*, objetiva o controle do fluxo de trabalho, através da identificação e remoção das restrições de serviço de uma forma sistemática. Neste, o plano mestre, elaborado e visto na fase anterior, deve ser ajustado de acordo com as informações sobre o empreendimento numa visão a médio prazo (Ballard, 1997).

Na Figura 10 há um exemplo, sugerido por Azevedo (2019), de planejamento a médio prazo que pode ser aplicado ao método construtivo de parede de concreto.

Figura 10 – Exemplo de planejamento a médio prazo

PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO																							
DATAS:																							
Equipe	Descrição de Tarefa	Restrições	Início	Fim	Duração	Status	Semana 1					Semana 2											
							S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D			

Fonte: Azevedo, 2019.

A Figura 11 a seguir mostra um exemplo de lista de restrições que fazem parte do planejamento de médio prazo.

Figura 11 – Exemplo de planilha com lista de restrições do planejamento a médio prazo

LISTA DE RESTRIÇÕES									
Nº	Descrição da restrição	Data	Data limite para remoção da restrição				Encaminhamento	Status	Problema
			SEMANAS						
			S1	S2	S3	S4			

Fonte: Azevedo, 2019.

O planejamento a curto prazo, o *Weekly planning*, ou planejamento de comprometimento, tem como objetivo conciliar o que deve ser feito com o que pode ser feito e fornecer aos responsáveis os pacotes de trabalho que serão executados, com base nos recursos disponíveis no momento e os pré-requisitos que devem ser atendidos (Ballard; Howell, 1998).

A Figura 12 a seguir demonstra um exemplo de LPS aplicado à parede de concreto armado. Trata-se de um planejamento à curto prazo.

Figura 12 – Exemplo de um planejamento à curto prazo gerado pela LPS para uma obra de parede de concreto

LISTA DE TAREFAS SEMANAIS								
Semana: 21/07 a 25/07								
Tarefa	S	T	Q	Q	S	S	OK	Problemas
Colocação das fôrmas do 4º pavimento	6	6	6	6			x	OK!
Desformar 2º pavimento		4	4	4	4		x	OK!
Alvenaria área 1 do 1º pavimento			3	3	3			Faltou material
PPC=2/3=66,67%								
<b>Tarefas Reservas:</b>								
Preparação das armaduras das vigas do 4º pavimento								
Colocação da armadura das vigas no 4º pavimento								

Fonte: Azevedo (2019)

Percebe-se no detalhamento acima a presença de definições das tarefas, agendamento para cada atividade e a identificação de serviços que serão realizados, bem como a quantidade de funcionários que serão destinadas em cada dia e cada atividade a ser executada.

Ao fim do planejamento a médio prazo ser executado, tem-se a informação se cada atividade foi ou não executada com

previsto. No caso da Figura 12, percebe-se que o autor destaca que apenas dois terços das atividades foram executadas devido a um problema sinalizado no LPS de falta de material. Daí, medidas precisam ser tomadas para que as atividades sejam compensadas e se adequem ao cronograma da obra novamente.

## 6. Linha de balanço

Trata-se de uma representação gráfica que tem como objetivo principal auxiliar nas fases de planejamento e acompanhamento de obras. A ferramenta propõe uma vista dinamizada da obra como um todo, detalhando toda a programação a ser executada (Vargas; Vargas, 2012).

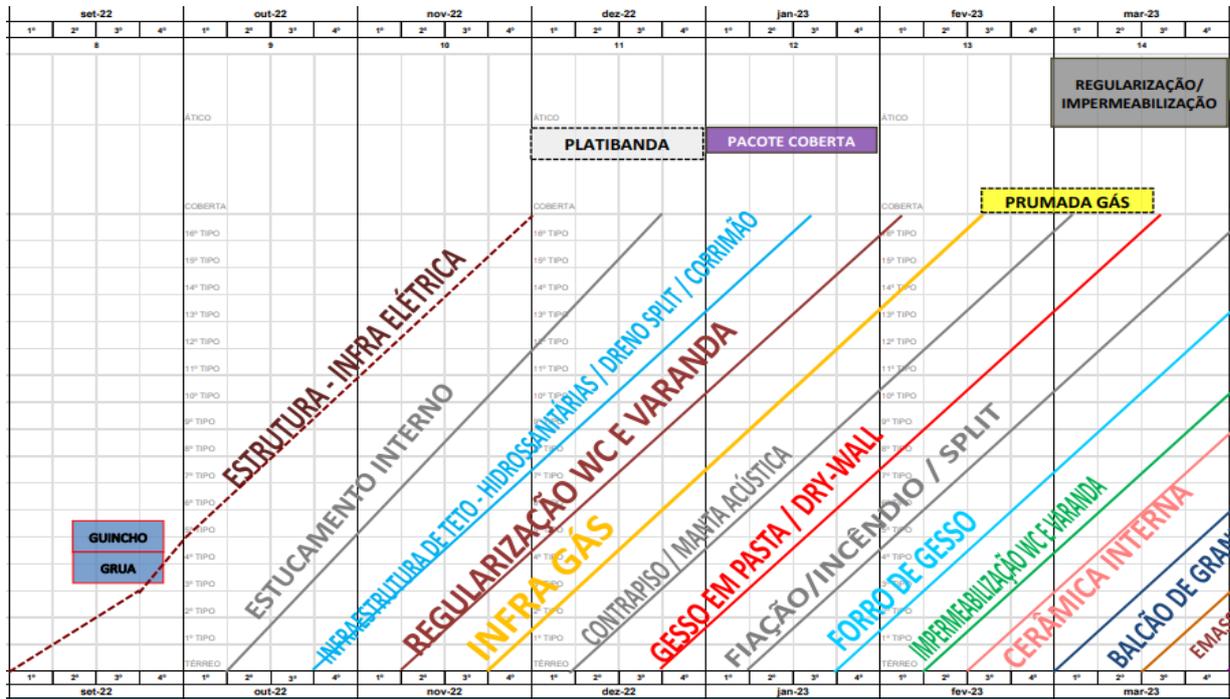
Um dos resultados mais nítidos do uso da linha de balanço é que ela facilita muito a comunicação entre funcionários no canteiro de obra. Além disso, ela propõe a interligação entre tarefas e atividades executadas, ou seja, cada executor da tarefa sabe quais são as tarefas que estão diretamente interligadas a ele (Vargas; Vargas, 2012).

Segundo Pfaffenzeller *et al* (2015), a representação gráfica fornecida pela linha de balanço é feita por intermédio de um diagrama espaço/tempo contendo as seguintes informações:

- Quem – qual o grupo deve realizar a atividade;
- O quê – qual atividade deve ser executada;
- Onde – qual casa ou pavimento deve ser executado o serviço.

A linha de balanço propicia a clareza das informações e exposição visual para que todos os colaboradores possam ver como a obra está acontecendo. A Figura 13 mostra um exemplo da Linha de balanço aplicado a obras de construção civil no sistema de parede de concreto armado moldado “in loco.”

Figura 13 – Linha de balanço em uma obra com adoção do sistema de parede de concreto



Fonte: elaborada pelo próprio autor.

Esta Linha de balanço foi feita com o auxílio de ferramenta computacional Excel e Ms Project. Nela estão detalhadas as atividades, prazos e locais de execução de cada serviço. Geralmente essa linha de balanço deve ser colocada à vista (exposta) no canteiro de obra para facilitar sempre a compreensão e execução de obra no dia a dia.

## 7. Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV)

Para Pfaffenzeller *et al* (2015), O MFV é uma análise qualitativa que através de desenhos representa todo processo produtivo de uma forma sistemática. Além disso, é possível indicar os reais problemas, os desperdícios e propor melhorias. O custo de realização desta ferramenta é relativamente baixo, devido ao fato de que não necessita de nenhum software avançado ou de ferramenta complexa para seu desenvolvimento.

Para Rother e Shook (1999), dois dos consolidadores responsáveis por essa

ferramenta, o fluxo de valor pode ser definido como toda ação (com valor ou não) necessária para produzir um produto ou serviço. Também pode ser a combinação de serviços e produtos até o cliente. Um processo que vai desde o fluxo de produção da matéria prima ao consumidor, como também o fluxo de projeto que vai desde a concepção até o lançamento.

Ainda segundo Rother e Shook (1999), são dois os tipos de MFV, sendo eles: O mapa do estado atual e do estado futuro, como demonstrado a seguir.

- **Mapa do estado atual** - mostra a configuração do fluxo de valor do produto, usando ícones e terminologias para identificar o desperdício e as áreas a serem melhoradas.
- **Mapa do estado futuro** - fornece uma proposta para a implementação da manufatura enxuta focando como o fluxo de material e o de informação deveriam funcionar.

Esta ferramenta, utilizada no ramo da manufatura, é um desafio para implementação no ambiente de construção civil. A grande diferença entre os setores,

segundo Pfaffenzeller *et al* (2015), é que no canteiro de obras não existe uma família de produtos, mas sim um produto só, a edificação em si.

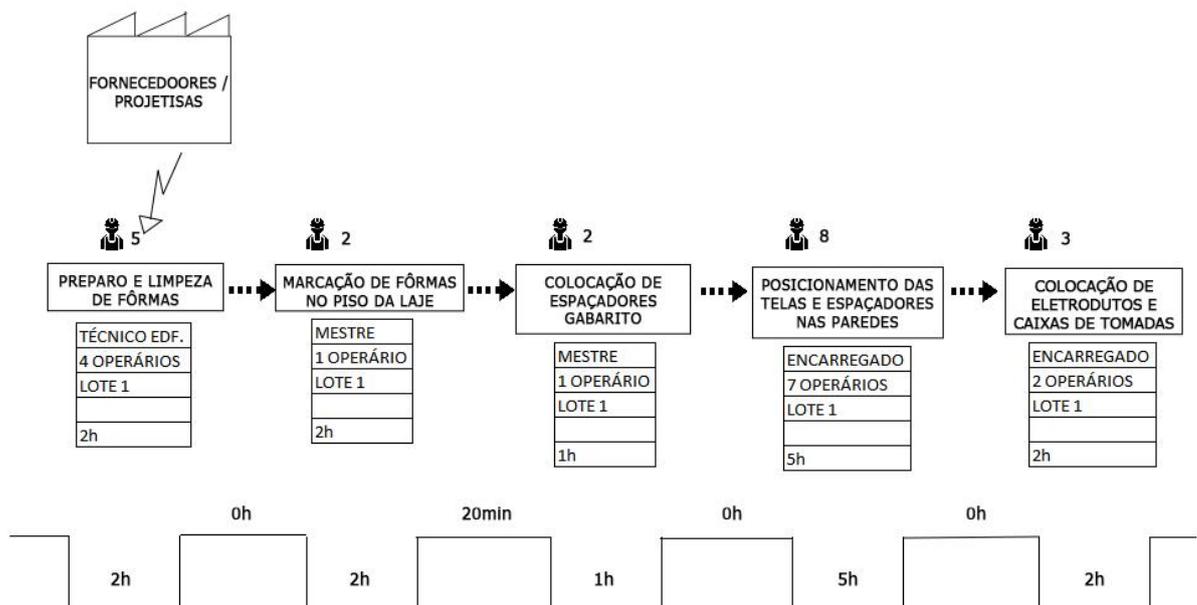
Para Chaves; Oliveira (2020), alguns passos devem ser seguidos para a construção de um MFV, são estes:

- Determinar tempo de ciclo;
- Definir como cada etapa do processo é controlada;
- Verificar se uma alteração na etapa do processo é possível;
- Transformar as etapas que foram analisadas no fluxo de valor em ritmo de produção puxada;
- Entender como vai ser a composição do cronograma;
- Definir a quantidade de trabalho necessária durante a produção;
- Preparar uma situação futura e aprimorar os passos anteriores.

As Figuras 14 e 15 mostram um MFV, elaborado por este estudo, referente a uma das fases de uma obra com o sistema de parede de concreto armado moldado “in loco”. A análise trata-se de uma situação, em um estágio atual, e é referente ao fluxo de montagem de formas, para posterior concretagem das paredes.

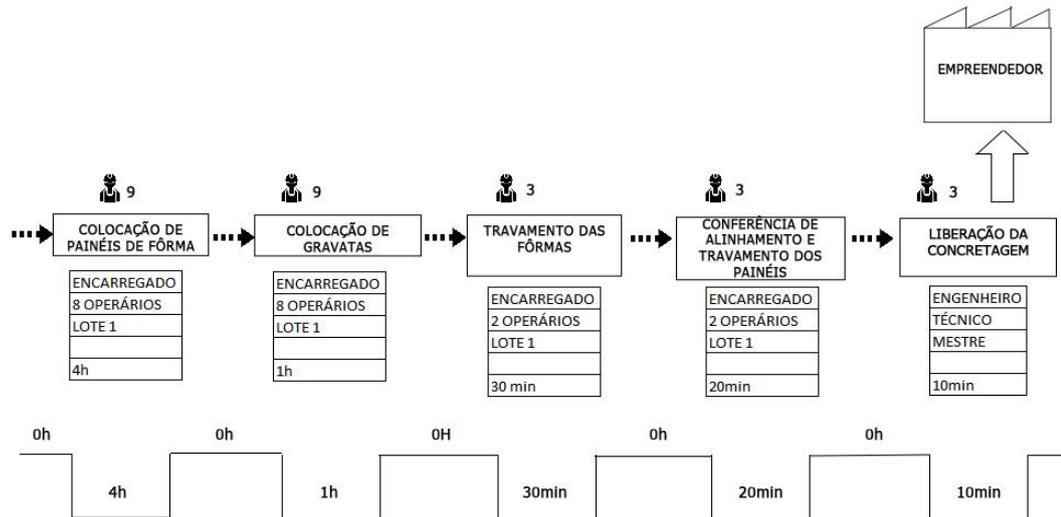
Percebe-se que a análise feita do fluxo contempla todas as subatividades envolvidas no processo, bem como: o tempo de cada uma; o intervalo entre as atividades; a quantidade de pessoas envolvidas em cada atividade; e as funções envolvidas em cada etapa.

Figura 14 – Mapeamento de fluxo de valor de uma montagem de fôrmas metálicas para concretagem de paredes (parte 1)



Fonte: elaborada pelo próprio autor.

Figura 15 – Mapeamento de fluxo de valor de uma montagem de fôrmas metálicas para concretagem de paredes (parte 2)



Fonte: elaborada pelo próprio autor.

O quadro 1 a seguir demonstra a legenda das imagens do MFV da montagem das fôrmas.

Quadro 1 – Legenda do MFV

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	SIGNIFICADO
	Fornecedor /Cliente	Representa o cliente na parte superior direita ou o fornecedor na parte superior esquerda
	Envios / entregas	A matéria-prima (no caso, a fôrma) está pronta para receber concreto
	Seta de empurrar	Processo empurra o próximo processo
	Linha do tempo	Detalha o tempo de cada processo, e o tempo de espera de um processo para o outro
	Informação eletrônica	Informação ou ordem fornecida eletronicamente
	Funcionários envolvidos	Quantidade de funcionários envolvidos em cada atividade

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

## ANALISE DAS FERRAMENTAS DO SISTEMA LEAN PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADA “IN LOCO”

O Quadro 2 demonstra uma comparação entre as ferramentas descritas, nos itens anteriores, e qual(ais) o(s) princípio(s) da filosofia *Lean* norteadores para o sistema de parede de concreto moldada “in loco”.

Quadro 2 - Comparação entre ferramentas e princípios Lean que essas ferramentas seguem

FERRAMENTA	PRINCÍPIO DO LEAN CONSTRUCTION
<b>Programa 5s</b>	Estabelecimento de melhoria contínua ao processo.
<b>Andon</b>	Redução de variabilidade; Redução de tempo de ciclo; Foco no controle de todo o processo.
<b>Kanban</b>	Aumenta a transparência no processo; Foco no controle de todo processo.
<b>Ciclo PDCA</b>	Estabelecimento da melhoria contínua ao processo; aprender com referências de ponta.
<b>Arranjo Físico</b>	Aumenta a transparência no processo; Foco no controle de todo processo.
<b>Last Planner System</b>	Simplificar através de redução do número de passos ou partes; Redução de variabilidade; Redução de atividades que não agregam valor.
<b>Linha de Balanço</b>	Reduzir variabilidade; aumentar transparência no processo; Balanceamento da melhoria dos fluxos com a melhoria das conversões
<b>Mapeamento de Fluxo de Valor</b>	Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente; aumentar a flexibilidade de saída.

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Percebeu-se que cada ferramenta aplicada obedece pelo menos um dos princípios da filosofia *Lean*. Dentre os princípios, percebe-se que os que mais se repetem são: Redução de variabilidade,

aumento de transparência no processo, foco no controle do processo e redução de atividades que não agregam valor.

Os princípios que as ferramentas prometem trabalhar são bastante requeridos no setor da construção de empreendimentos de parede de concreto armado, afinal, pelo modelo construtivo, exige-se um certo padrão estabelecido no processo com o tempo cada vez mais enxuto e a necessidade de gerencia visual apurada dentro do canteiro de obras.

O quadro 3 a seguir demonstra, também com base no que foi estudado em literatura, as fases do ciclo de vida do projeto em que mais se aplicam cada ferramenta. Ou seja, se cada ferramenta é aplicada na fase de iniciação, planejamento, execução ou entrega.

Quadro 3 - Momento de projeto do empreendimento em que se aplica cada ferramenta

FERRAMENTA	FASE DE PROJETO
<b>Programa 5s</b>	Planejamento a Entrega
<b>Andon</b>	Execução
<b>Kanban</b>	Execução
<b>Ciclo PDCA</b>	Iniciação a Entrega
<b>Arranjo Físico</b>	Planejamento a Execução
<b>Last Planner System</b>	Planejamento a Execução
<b>Linha de Balanço</b>	Planejamento e Execução
<b>Mapeamento de Fluxo de Valor</b>	Iniciação, Planejamento e execução

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir, por meio da fundamentação teórica analisada, que não somente a filosofia *Lean* é aplicável ao setor construtivo de parede de concreto armado, como também suas ferramentas se mostram compatíveis com a demanda do setor desde a fase do início do projeto quanto à sua conclusão.

Através da análise da literatura disponível, também foi possível observar que em alguns casos as ferramentas do *Lean Construction*, são estudadas e aplicadas de forma separada ou parcial. Ou seja, não é criado um sistema de ferramentas que obedeçam a filosofia *Lean* por completo. Geralmente, as ferramentas são aplicadas de maneira isolada e sem uma filosofia para embasamento.

É importante lembrar que a filosofia estudada contém onze princípios e para que um sistema seja de fato considerado “enxuto”, deve seguir todos os princípios. Focar apenas numa ferramenta que atende a no máximo dois ou três dos onze princípios não é necessariamente fazer um empreendimento de forma enxuta.

Os resultados puderam expor que as ferramentas escolhidas na verdade são complementares, além de serem aplicáveis nas diferentes fases do ciclo de vida de um projeto, atendem cada uma a pelo menos um princípio diferente da filosofia enxuta. Destaca-se a necessidade da aplicação de mais de uma ferramenta no canteiro de obra, afinal, elas convergem entre si, formando um sistema *Lean*.

Faz-se necessário citar também que apesar das ferramentas estudadas serem implementadas em momentos de ciclo de vida de projeto diferentes, elas geram um resultado significativo na obra como um todo.

Ao serem aplicadas no sistema de parede de concreto armado moldada in loco, as ferramentas descritas no estudo proporcionarão a melhoria contínua ao setor; a redução de atividades que não agregam valor; o maior controle de processos; um detalhamento visual mais aguçado durante a obra; e a redução da variabilidade no processo construtivo. Consequentemente, a obra torna-se cada vez mais industrializada.

A metodologia aplicada neste estudo, portanto, se mostrou eficaz ao objetivo proposto, ou seja, identificou; selecionou e propôs o uso de ferramentas que seguem o princípio da filosofia *Lean*

*Construction* para empreendimentos que adotam o sistema de parede de concreto moldada “in loco”.

Produz-se aqui, portanto, tanto um artigo que pode ser usado como referência para trabalhos futuros no setor, como também um inventário com ferramentas que podem ser aplicadas ao ramo de forma prática.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, C. M. **Análise dos fluxos do canteiro de obras pelo uso do diagrama espaguete**. 2020. 17 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30759?mode=full>. Acesso em: 11 mar. 2024.

AGUIAR, S. A.; LOOS, M. J. Aplicação do método MASP relacionado ao ciclo PDCA (Check-List) para acompanhamento de obras na construção civil. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 21, p. 34-44, 2017. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n21/a17v38n21p34.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2024.

AZEVEDO, L.V.B; SUARTE JUNIOR, F. M.; SAKAMOTO, A. R. Estudo do sistema last planner em um edifício residencial de parede de concreto na cidade de Palmas-TO. *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 19., Palmas, TO. **Anais [...]**. Palmas: Universidade Luterana do Brasil, 23 out. 2019. Disponível em: <https://ulbrato.br/jornada/trabalho/estudo-do-sistema-last-planner-em-um-edificio-residencial-de-parede-de-concreto-na-cidade-de-palmas-to>. Acesso em: 12 mar. 2024.

BALLARD, G. Look ahead planning: the missing link in production control. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 5., 1997, Gold Coast. **Anais [...]**. Gold Coast: IGLC, 1997. Disponível em: <https://iglc.net/papers/Details/17>. Acesso em: 12 mar. 2024.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production: an essential step in production control. **Revista Journal of Construction**

**Engineering and Management**, [s. l.], v. 294, n. 1. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/238626514\\_Shielding\\_Production\\_An\\_Essential\\_Step\\_in\\_Production\\_Control](https://www.researchgate.net/publication/238626514_Shielding_Production_An_Essential_Step_in_Production_Control). Acesso em: 11 mar. 2024.

BEZERRA, L. M. C. M. **Planejamento e controle da produção com a utilização de células de trabalho**: estudo de caso em construções com vedações verticais em concreto armado moldadas *in loco*. 2010. 2157 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-05012011-154700/pt-br.php>. Acesso em: 12 mar. 2024.

BRAGUIM, T. C. **Utilização de modelos de cálculo para projeto de edifícios de paredes de concreto armado moldadas no local**. 2013. 227 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-18082014-144751/publico/Diss\\_THALES\\_Braguim.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-18082014-144751/publico/Diss_THALES_Braguim.pdf). Acesso em: 11 mar. 2024.

BRESSANELLI, T. B.; BUENO, M. P. De S. **Sistema construtivo de parede de concreto através da filosofia lean construction**. 2021. 72 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27542>. Acesso em: 12 mar. 2023.

CAMERA, Elaine. **Lean construction como estratégia para melhorias em canteiros de obras**: uma revisão sistemática na literatura nacional. 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2015.

Disponível em:

<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/bdeddf90-09f9-478b-9b8f-bca1b7f7b108>. Acesso em: 12 mar. 2023.

CHAVES, E. Q.; QUESADO FILHO, N. O. Mapeamento do fluxo de valor de serviços em obras na construção civil: um estudo de caso. *In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA, GESTÃO E INOVAÇÃO*, 3., 2020, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Centro Universitário Christus, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/345189521\\_MAPEAMENTO\\_DO\\_FLUXO\\_DE\\_VALOR\\_DE\\_SERVICOS\\_EM\\_OBRAS\\_UM\\_ESTUDO\\_DE\\_CASO](https://www.researchgate.net/publication/345189521_MAPEAMENTO_DO_FLUXO_DE_VALOR_DE_SERVICOS_EM_OBRAS_UM_ESTUDO_DE_CASO). Acesso em: 12 mar. 2023.

COLOMBAROLI, V. B.; SILVA, S. F.; BIANCHINI, G. F. G.; RIBEIRO, K. C.; COSTA, J. M. C. Avaliação da filosofia Lean Construction: um estudo de caso em duas obras civis. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 36., 2016, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: ABEPRO, 2016. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/tn\\_stp\\_226\\_316\\_30817.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/tn_stp_226_316_30817.pdf). Acesso em: 12 mar. 2023.

COOPER, Douglas. **Building a better future in a better way**. Nova York: Turner Construction Company, 2018. *Site*. Disponível em: <https://www.planet-lean.com/articles/building-better-future-turner-construction>. Acesso em: 02 mar. 2023.

COUTINHO, T. **Kaizen**: o que é e como aplicar? [S. l.]: Voitto, 2017. *Blog*. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-kaizen>. Acesso em: 16 fev. 2023.

ANJOS, Mayse; OLIVEIRA, M. R. Implantação do programa 5S em um canteiro de obras: um estudo de caso em Itabuna-BA. **ScientiaTec**, [s. l.], v. 5, n. 1,

p. 137-156, 2018. Disponível em:

<https://periodicos.ifrs.edu.br/index.php/ScientiaTec/article/view/2543>. Acesso em: 12 mar. 2023.

DÉFICIT Habitacional no Brasil. [S. l.]: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2021. *Site*. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>. Acesso em: 29 nov. 2022.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford University, 1992. Disponível em: <https://stacks.stanford.edu/file/druid:kh328xt3298/TR072.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2022.

LAYOUT de canteiro de obras: Qual a importância? [S. l.]: Uniaco, 05 jul. 2022. *Site*. Disponível em: < <https://udiaco.com.br/layout-canteiro-de-obras/> >. Acesso em: 02 de março de 2023.

MENDES, R. B. **A internet das coisas e a construção civil**: oportunidades, desafios e aprendizados. 2017. 18 f. Artigo (Especialização em Tecnologia e Gerenciamento de Obras) – Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2017. Disponível em: <http://repositoriosenaiba.fieb.org.br/handle/fieb/1612>. Acesso em: 29 nov. 2022.

MORQUECHO, Fernando Bezerra. **Análise de edifícios em paredes de concreto moldadas in loco**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016. Disponível em: [https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/40802/2/MONOGRAFIA%20FERNANDO%20MORQUECHO\\_AN%20C3%81LISE%20DE%20EDIF%20C3%8DCIOS%20EM%20PAREDES%20DE%20CONCRET%20MOLDADAS%20IN%20LOCO.pdf](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/40802/2/MONOGRAFIA%20FERNANDO%20MORQUECHO_AN%20C3%81LISE%20DE%20EDIF%20C3%8DCIOS%20EM%20PAREDES%20DE%20CONCRET%20MOLDADAS%20IN%20LOCO.pdf). Acesso em: 12 mar. 2022.

OLIVEIRA, Alysson da Silva Roice Souza. **Um estudo bibliométrico sobre empreendedorismo na Engenharia Civil**. 2023. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2023. Disponível em: [https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/5269/7/MONOGRAFIA\\_Estud\\_oBibliometricoEmpreendedorismo.pdf](https://www.monografias.ufop.br/bitstream/35400000/5269/7/MONOGRAFIA_Estud_oBibliometricoEmpreendedorismo.pdf). Acesso em: 12 nov. 2023.

OLIVEIRA, F. A. de; MAUÉS, L. M. F.; ROSA, C. C. N.; SANTOS, D. G.; SEIXAS, R. M. de. Previsão da geração de resíduos na construção civil por meio da modelagem BIM. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 20, p. 157-176, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/jF5yPQhrtNWmtYGTxwBmpXw/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 nov. 2022.

PEREIRA, A. M.; BARCO, C. B.; UTIYAMA, M. H. R.; RAZZINO, C. A.; CINTRA, P. F. Aplicação da construção enxuta (lean construction) na construção civil. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP)*, 35., out. 2015, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: ABEPRO, 2015. Disponível em: [https://abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STP\\_206\\_227\\_28529.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_227_28529.pdf). Acesso em: 12 nov. 2023.

PFAFFENZELLER, M.S; DA SILVA, G. G. M.P.; BARROS, A. L; SHINJI, G. S; SALLES, M. P. Lean Thinking na Construção Civil: Estudo da Utilização de ferramentas da filosofia Lean em diferentes fluxos da construção civil. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, [s. l.], v. 7, n. 14, p. 86-107, 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/299499718\\_Lean\\_Thinking\\_na\\_Construcao\\_Civil\\_Estudo\\_da\\_Utilizacao\\_de\\_Ferramentas\\_da\\_Filosofia\\_Lean\\_em\\_Diferentes\\_Fl](https://www.researchgate.net/publication/299499718_Lean_Thinking_na_Construcao_Civil_Estudo_da_Utilizacao_de_Ferramentas_da_Filosofia_Lean_em_Diferentes_Fl)

*uxos\_da\_Construcao\_Civil*. Acesso em: 12 nov. 2022.

POLLNOW, R. Os papéis da inovação e tecnologia na melhoria dos processos construtivos. [S. l.]: Smartus, 2019. *Site*. Disponível em: <https://smartus.com.br/inovacao-tecnologia-produtos-processos-construcao-civil/>. Acesso em: 13 jan. 2023.

PONTELLO, K.; OLIVEIRA, V. L. F. **Lean Construction: aplicação das ferramentas na construção de casas 1.0**. 2020. 20 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/828>. Acesso em: 13 jan. 2023.

RIBEIRO, P. A.; FREITAS, W.; SILVA, S.; REIS, M. A. dos; SOUSA, L.; JESUS, T. S. da S.; SOUSA, G. S. P. de; SOUSA, W. R. de. Implantação da ferramenta 5S. *In: CONGRESSO INTERDISCIPLINAR*, 4., 2017. **Anais [...]**. Goiás: Faculdade Evangélica de Goianésia, 2017. Disponível em: <https://anais.unievangelica.edu.br/index.php/cifaeg/article/view/570>. Acesso em: 12 jan. 2023.

RODRIGUES, P. B. de F.; MACHADO, R. L.; JÚNIOR, R. M.; ROMAGNOLI, L. D. S. C. Uma proposta de integração do modelo BIM ao sistema Last Planner. **Ambiente Construído**, [s. l.], v. 18, p. 301-317, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/ZhcdNwL8z6VVYnsYKpQFFWy/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda**. 2. ed. Brookline, MA: The Lean Enterprise Institute, 1999.

RUPPENTHAL, Janis Elisa *et al.* Experiências sobre a implementação da filosofia lean em uma obra de condomínio horizontal de interesse social em Santa Maria – RS. **Revista Espacios**, [s. l.], v. 36, n. 16, 2015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a15v36n16/15361604.html>. Acesso em: 12 nov. 2023.

SAMPAIO, G. G. D. S., COUTINHO, G. C., NOGUEIRA, M. D. S.; MANIER, R. J. Patologias em parede de concreto. **Revista de trabalhos acadêmicos Universo**, São Gonçalo, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=2TRABALHOSACADEMICOSAO GONCALO2&page=article&op=view&path%5B%5D=3735>. Acesso em: 12 nov. 2022.

SAURIN, T. A. **Métodos para diagnóstico e diretrizes para planejamento de canteiro de obra de edificações**. 1997. 147 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Porto Alegre, 1997. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/35152>. Acesso em: 23 nov. 2023.

SUTHERLAND, J. **Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho na metade do tempo**. Rio de Janeiro: Sextante, 2019.

UNICHRISTUS, F. W. F. M.; UNICHRISTUS, L. F. C. Diretrizes para o planejamento e organização do arranjo físico na indústria da construção. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 6., 2016, Ponta Grossa, PR. **Anais [...]**. Ponta Grossa, PR: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/312383820\\_Diretrizes\\_para\\_o\\_planejamento\\_de\\_canteiro\\_de\\_obras\\_a\\_partir\\_da\\_experiencia\\_de\\_uma\\_empresa\\_de\\_consultoria\\_](https://www.researchgate.net/publication/312383820_Diretrizes_para_o_planejamento_de_canteiro_de_obras_a_partir_da_experiencia_de_uma_empresa_de_consultoria_)

[em\\_gestao\\_da\\_construcao\\_de\\_Fortaleza\\_C E](#). Acesso em: 12 nov. 2023.

VARGAS, C. L. S.; VARGAS, L. M. Planejamento de atividades repetitivas em obras de construção civil utilizando a técnica da Linha de Balanço e programas de gerenciamento de projetos: um estudo de caso. *In*: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (SIMPEP), 19., 2012, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: UNESP, 2012. Disponível em: [https://www.simpep.feb.unesp.br/anais\\_simpep.php?e=7](https://www.simpep.feb.unesp.br/anais_simpep.php?e=7). Acesso em: 12 nov. 2023.

VIEIRA, A. de S. **Aplicação de kits pré-montados de instalações hidrossanitárias em obra de parede de concreto**. 2019. 95 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/383>. Acesso em: 12 nov. 2023.

WESTERLON, Adrielli A.; DREHMER, Lucas Eduardo. **A aplicação do método Lean Construction na construção civil**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, SC, 2021. Disponível em: <https://repositorio-api.animaeducacao.com.br/server/api/core/bitstreams/467d4cf3-897c-4eeb-bad2-564f153a8a1a/content>. Acesso em: 12 nov. 2023.