



# ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO  
ON-LINE

01 a 03  
de dezembro 2021

## PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA FILOSOFIA LEAN PARA UMA INDÚSTRIA DE PRÉ-MOLDADOS: ESTUDO DE CASO

**Mirian Aline Gräff**

Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias  
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI

**Cristina Eliza Pozzobon**

Professora Mestre do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias  
Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI

**Resumo:** O setor da construção civil ainda é caracterizado por apresentar baixa produtividade e pouco controle na produção e assim, resultar em altos índices de desperdícios de tempo e recursos. Muitas construtoras buscam pela racionalização de suas obras através do uso de elementos pré-fabricados, no entanto, o mercado exige que as empresas atendam uma demanda cada vez mais variada, com prazos e preços reduzidos. Para isso, a aplicação de conceitos da produção enxuta torna-se cada vez mais necessária, pois pode gerar resultados positivos como: reduzir os tempos de ciclo, as perdas e os custos, bem como melhorar o fluxo de materiais e o controle do processo. Nesse contexto, por meio de um estudo de caso, buscou-se realizar uma análise do processo produtivo existente em uma indústria de pré-moldados de concreto e através da aplicação de ferramentas e técnicas da Lean Production, como o Mapeamento do Fluxo de Valor, foi possível avaliar os desperdícios encontrados e propor medidas de melhoria baseadas nos princípios da Lean Construction. Constatou-se que o processo já atua como um sistema puxado, já que os produtos são personalizados para cada cliente e a implantação de melhorias em controle de estoques, equipamentos, capacitação de colaboradores, padronização das atividades e ajustes no layout, trazem a possibilidade de ganhos expressivos em termos de qualidade, prazo de entrega e custo.

**Palavras-chave:** Melhoria contínua, Gestão, Produtividade.

### Proposal for applying lean philosophy to a precast industry: Case study

**Abstract:** The civil construction sector is still characterized by having low productivity and low control in production, resulting in high levels of wasted time and resources. Many construction companies are looking for ways to rationalize their works through the use of prefabricated elements, however, the market demands that companies meet an increasingly varied demand, with reduced deadlines and prices. For this, the application of lean production concepts becomes increasingly necessary, as it can generate positive results such as: reducing cycle times, losses and costs, as well as improving the flow of materials and process control. In this context, through a case study, it was sought to carry out an analysis of the existing production process in a concrete precast industry and through the application of Lean Production tools and techniques, such as Value Stream Mapping, it was possible to evaluate the waste found and propose means of improvement based on Lean

Construction principles. It was found that the process has already acts as a pulled system, as the products are customized for each customer and the implementation of improvements in inventory control, equipment, employee training, standardization of activities and layout adjustments, bring the possibility of expressive gains in terms of quality, delivery time and cost.

**Keywords:** Continuous improvement, Management, Productivity.

## 1. Introdução

Em busca da racionalização da construção civil, o uso da industrialização por parte das construtoras tem aumentado e um exemplo difundido é o pré-fabricado (OLIVEIRA, 2018). A partir dos nos anos 2000 criou-se uma nova visão em relação ao uso do pré-fabricado, onde os pré-fabricantes deixaram de ser construtores e se tornaram indústrias, buscando por mais flexibilidade, automatização de tarefas, menos retrabalho e maior produtividade (SALAS, 2008, tradução nossa).

De acordo com El Debs (2017), a produção do pré-fabricado de concreto possui características que trazem vantagens como: redução do tempo de construção, melhor controle dos elementos pré-moldados e diminuição das perdas de materiais nos canteiros de obra. Para que a principal vantagem deste sistema construtivo seja atendida, é preciso garantir que o processo produtivo nas indústrias atenda a demanda no prazo determinado.

Um exemplo positivo da aplicação dos métodos da Lean Production na fabricação de pré-moldados se encontra em Portugal e é descrita por Deffense (2010), onde entre os resultados obtidos tem-se uma redução de 42% na área de depósito do aço, conseqüentemente diminuição do valor de capital cativo e da oxidação da matéria prima, redução nas movimentações e um aumento de eficiência em 11% no setor de armaduras.

Neste contexto, uma proposta de aplicação de métodos e técnicas oriundos da filosofia Lean em uma fábrica de elementos pré-moldados de concreto torna-se interessante, pois a partir delas pode-se realizar uma análise mais crítica e embasada do processo de produção existente e assim, constatar os desperdícios presentes e propor medidas de melhoria, visando um aumento da produtividade e da qualidade do produto fornecido.

## 2. Revisão Bibliográfica

De maneira geral a filosofia Lean propicia uma forma de se fazer mais com menos, ou seja, reduzir a quantidade de esforço, equipamento, tempo, espaço e custo, através do melhor entendimento dos processos por parte dos colaboradores, que assim produzem produtos ou serviços no tempo e quantidade que os clientes realmente desejam (CALÉ, 2015).

A partir de estudos realizados por Rodrigues e Picchi (2010) soube-se que as ferramentas Lean utilizadas com maior frequência dentro da indústria da construção civil são linha de balanço, Last Planner, padronização de processos, Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), produção em pequenos lotes, Kanban e arranjo físico celular. O mapeamento pode ser entendido de acordo com Lei (2007, p.54) como um “diagrama simples de todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, necessárias para atender os clientes, do pedido à entrega”. Podendo estes serem no estado atual e no estado futuro, comparando a situação existente com a de como o fluxo deveria fluir.

A implementação do MFV fornece uma série de vantagens que além de eliminar os desperdícios e otimizar o fluxo das atividades, garantem o conhecimento e o controle do processo como um todo. Branco (2019, p.5) cita os benefícios do mapeamento:

- a) Definição da real capacidade produtiva dos funcionários;
- b) Previsão real do prazo de entrega dos produtos ou serviços;
- c) Definição dos custos dos serviços;
- d) Viabilização de recursos;

- e) Elaboração de metas de melhorias do processo;
- f) Aumento do espaço físico disponível (devido à redução dos estoques);
- g) Redução dos custos com retrabalho;
- h) Otimização dos processos.

### 3. Metodologia

Esta pesquisa classifica-se como aplicada, havendo uma contribuição prática. Em relação aos procedimentos, ela é de caráter exploratória. Como técnica de coleta de informações a respeito do estudo de caso, realizou-se a observação direta e a análise documental. O estudo de caso ocorreu em uma empresa de pré-moldados situada em Panambi/RS que fornece estruturas de concreto como pilares, vigas, lajes e placas de fechamento.

Para elaborar o Mapeamento do Fluxo de Valor, foi necessário identificar as etapas que formavam o fluxo de valor na produção de pré-moldados, além de obter os tempos de ciclo em cada etapa, o tamanho da equipe que atuava em cada processo, quais os tempos e motivos de parada da produção e, por fim, os métodos de programação e controle da produção. Além da identificação dos principais insumos para a produção dos elementos. A coleta de dados aconteceu no período de 16 de abril de 2021 ao dia 28 de maio de 2021.

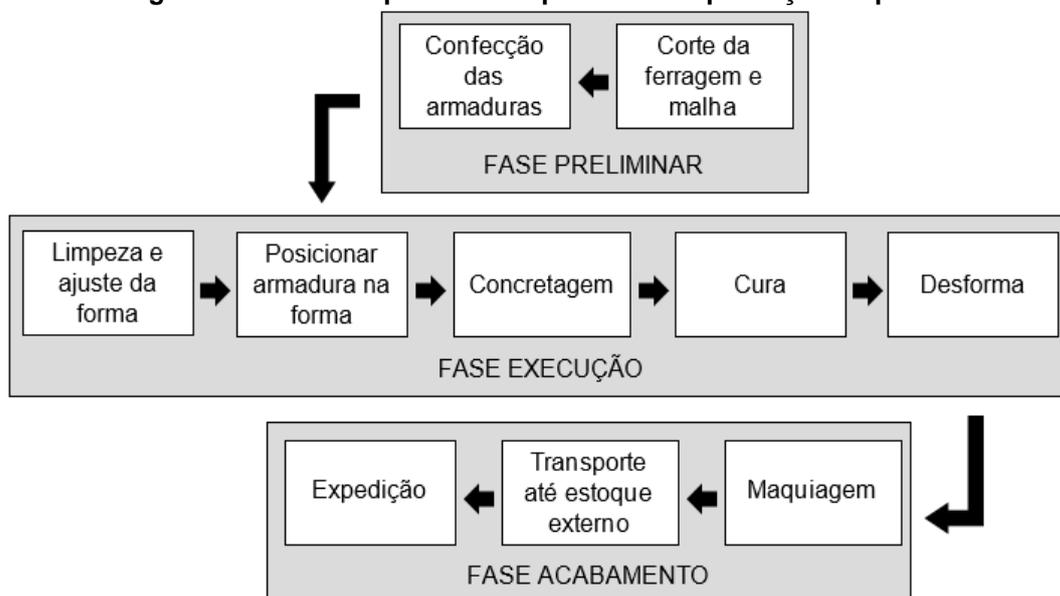
O primeiro passo foi selecionar a família de produtos que seria mapeada. Diante disso, optou-se pela placa de fechamento lateral, já que envolve um volume maior de peças produzidas e também possui destaque dentro do faturamento da empresa em estudo. Para representar os processos e os fluxos no mapa atual e futuro, utilizou-se um conjunto de símbolos ou "ícones" indicados por Rother e Schook (2003) e dados coletados referem-se à uma placa com dimensões 125 centímetros de altura e 483 centímetros de comprimento e 8 centímetros de espessura.

O MFV do estado atual serviu como base para a elaboração da proposta do MFV do estado futuro, no qual buscou-se encontrar a melhor maneira de ilustrar as ações de melhoria que podem ser implementadas. No entanto, para que as melhorias propostas no MFV futuro tornem-se reais, é imprescindível que seja elaborado um plano de ação para sua implantação, onde estejam listados objetivos, para isso adotou-se a ferramenta 5W1H.

### 4. Resultados

A produção atual das placas de fechamento pode ser dividido em três fases: Preliminar, execução e acabamento. Na Figura 1 encontra-se um fluxo com as principais etapas.

**Figura 1 – Fluxo simplificado do processo de produção de placas**

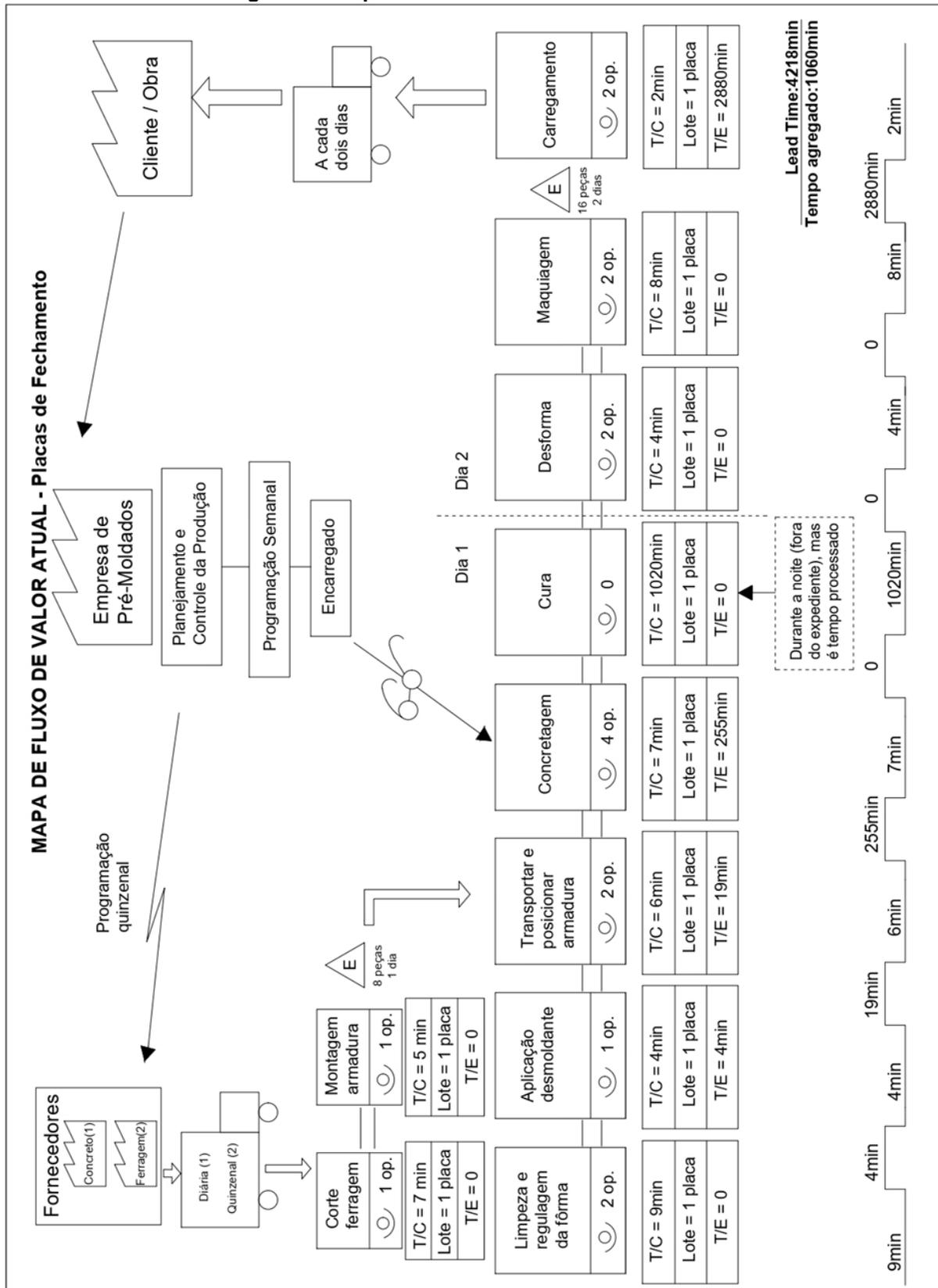


Fonte: Autoria Própria (2021)

#### 4.1 Mapeamento do Fluxo de Valor atual

No mapa atual (Figura 2) encontram-se informações relativas à fluxo de informações, fluxo de material, recebimento de insumos e expedição de peças. Referente ao fluxo de informações, este ocorre de maneira manual e eletrônica. Ao receber o pedido do cliente, é repassado ao setor de engenharia, que elabora a programação semanal.

Figura 2 – Mapa do fluxo de valor do estado atual



Fonte: Autoria Própria (2021)

No processo de concretagem, eram realizados ajustes com base em informações de setores anteriores ou do próprio fornecedor de concreto, sendo necessário que o encarregado ajustasse diariamente a programação. No MFV, esse ajuste informal da programação é representado pelo ícone de óculos.

Sobre o recebimento de matéria prima, havia uma programação quinzenal enviada para fornecedor de aço e uma estimativa de concreto, que diariamente era ajustada. Na expedição de peças prontas, ocorre um carregamento apenas a cada três dias.

As atividades de corte e montagem da armadura foram consideradas como um fluxo de atividades paralelas ao restante, já que não dependem de outra atividade do processo para serem realizadas e assim, possuem um estoque intermediário de armaduras prontas, que só são introduzidas ao fluxo principal na etapa de posicionamento da armadura na fôrma.

Já as demais atividades são sequenciadas em um fluxo principal pois uma só acontece quando a anterior estiver concluída. Ao final da sequência situa-se o estoque de peças prontas, que aguardam carregamento para o cliente e ao mesmo tempo estão dando continuidade ao processo de cura do elemento.

Na caixa de dados, abaixo de cada etapa do processo, foram identificados o tempo de espera, o tamanho do lote e o tempo de ciclo. No tempo de ciclo inclui-se além do tempo de operação, as esperas, os preparos e/ou movimentações.

A linha de tempo, desenhada abaixo das caixas de dados, registra o lead time de produção, que nada mais é que o tempo necessário para a peça percorrer todas as etapas do processo, do início até o fim, contabilizando os tempos de espera. E o tempo agregado, também denominado de tempo de processamento, inclui as atividades que agregam valor e que dão forma ao produto, transformando matérias primas, ou que são necessárias para atender os requisitos do cliente.

Resultou-se em um lead time de 71 horas (4218 min) e o tempo de valor agregado de 18 horas (1060min). Dessa forma, em apenas 26% do período do tempo realizam-se tarefas que agregam valor. Observa-se que a maior diferença entre os tempos de lead time e de agregação de valor está no tempo de estoque final e no tempo de espera entre o posicionamento da armadura na forma e a concretagem.

## **4.2 Análise dos desperdícios**

Os desperdícios encontrados no estudo de caso relacionam-se principalmente à um layout não apropriado para a fabricação de pré-moldados, cujo resultado está em excessos de movimentações de pessoas, insumos e produtos.

Também cabe citar que fornecedores não estão comprometidos com prazos de entrega gerando espera pelo concreto diariamente e em relação aos outros insumos, não há um controle de estoque, com estoques mínimos definidos, por exemplo. Outro ponto que precisa ser revisto está nos padrões de realização de atividades e na qualidade que o produto precisa apresentar em cada etapa do processo produtivo.

## **4.3 Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro**

Após a análise dos desperdícios encontrados e do Mapa de Fluxo de Valor atual da produção, foram levantadas algumas medidas como forma de melhoria no processo de produção com base na Lean Construction.

Para facilitar no processo de encontrar os desperdícios existentes e muitas vezes não percebíveis tão facilmente no mapa atual, baseou-se em uma lista de oito questões descritos por Rother e Shook (2003):

a) *Qual é o takt time para a família de produtos?* Para o cálculo do tempo takt, o tempo de trabalho disponível considerou um turno de 8 horas e 18 minutos por dia (descontado dois

intervalos de 15 minutos), ou seja, 498 minutos por dia, com cinco dias por semana e 20 dias por mês. A meta, em função da capacidade estimada pela empresa, são 6 placas de fechamento por dia. Assim, o takt time é de 83 minutos por placa.

Observa-se no MFV atual que os tempos de ciclos das operações estão abaixo do takt time para todas as etapas, com exceção da cura que está muito acima, significando que para acompanhar o ritmo de vendas deve-se reduzir este tempo. Uma solução mais impactante na redução do tempo seria a cura térmica, mas no momento ainda é uma solução inviável economicamente.

*b) Será produzido para um supermercado de produtos acabados do qual os clientes puxam ou diretamente para a expedição?* Como os projetos são personalizados para cada cliente, havendo também uma grande variedade de dimensões de peças, estas devem continuar sendo produzidas diretamente para a expedição, no sistema puxado sequenciado.

*c) Onde é possível usar o fluxo contínuo?* Os processos que compõem a produção de placas têm tempos de ciclo similares e podem ser colocados em fluxo contínuo, ou seja, passar de um processo para o seguinte sem qualquer parada entre eles. Desde o momento da desforma da placa até seu posicionamento no estoque externo, os mesmos colaboradores podem realizar as atividades de saque, maquiagem e transporte em sequência, sem intervalo de tempo entre elas.

Em relação aos processos anteriores à concretagem, devido a atual dependência de fornecedores externos de concreto, não havia um horário fixo para concretar e assim, ficaria inviável planejar um fluxo contínuo na preparação das formas, para em sequência realizar a concretagem. Já pensando em um futuro investimento em uma central de concreto própria, a concretagem aconteceria durante todo o dia, eliminando a espera por concreto.

*d) Onde é preciso introduzir os sistemas puxados a fim de controlar a produção dos processos fluxo acima?* O processo de fabricação já atua com um sistema puxado sequenciado, pois os produtos são feitos sob encomenda. Para o estoque de matéria-prima, principalmente a ferragem, busca-se adotar supermercados com o estoque controlado, visando minimizar a quantidade de materiais estocados e definir de maneira mais assertiva as próximas compras. Através do uso de Kanban de sinalização é possível criar alertas de estoques mínimos, facilitando a visualização à todos os envolvidos.

*e) Em que ponto único da cadeia de produção ("o processo puxador") será programada a produção?* Como o sistema é puxado sequenciado e os produtos são personalizados para cada projeto, a etapa de concretagem foi escolhida como processo puxador, devido a atual capacidade limitada. No entanto, é preciso garantir que a etapa de montagem de armaduras atenda a demanda.

*f) Como nivelar o mix de produção no processo puxador?* O planejamento existente na empresa já envolvia um nivelamento do mix dos produtos. Todos os dias buscava-se fabricar produtos variados, como pilares, placas e vigas, pensando no aproveitamento maior das fôrmas e na montagem em obra. Além disso, simultaneamente eram realizados produtos de mais de um cliente, assim quando os pilares de uma obra, por exemplo, são concluídos, já se dá continuidade em pilares do cliente seguinte.

*g) Qual incremento de trabalho será liberado uniformemente do processo puxador?* As armaduras dos elementos pré-moldados eram montadas a partir do planejamento semanal da fábrica, assim somente era montado e liberado para a etapa de ajuste de formas e concretagem as peças que foram planejadas, conforme as restrições de capacidade existentes nesses dois processos.

*h) Quais melhorias de processo serão necessárias para o fluxo de valor fluir conforme desenho do estado futuro?* As propostas de melhorias, sobre o estado atual, devem ser

anotadas no próprio mapa do estado futuro para serem avaliadas, quanto a sua viabilidade e relação custo benefício, com os responsáveis pelo setor de produção. As principais melhorias propostas para redução do lead time relacionam-se com a estabilidade e capacidade da produção:

- Criar supermercado para produtos provenientes de fornecedores: visando disponibilizar o material de maneira mais ágil e assertiva;
- Capacitar e treinar funcionários: maior conhecimento do processo e do setor como um todo, aumentando a produtividade, ganhos em tempo de processamento, evitando perda e retrabalho através do conhecimento do padrão de qualidade das peças esperado.
- Disponibilizar equipamentos (caçamba de concreto apropriada e pórtico de movimentação com duas velocidades): Para reduzir o tempo de concretagem;
- Utilizar cronogramas com metas: aperfeiçoa o controle de produção de acordo com a meta, estando visíveis à todos da produção;
- Preparar operários multitarefa: desempenham corretamente as atividades, decidem e sugerem modificações que melhoram o fluxo de valor, minimizando tempo de espera e de processos desnecessários;
- Quadro de ferramentas: Organizar e identificar ferramentas de uso cotidiano;
- Instalação de uma central de concreto própria: Eliminar espera entre colocação da armadura e concretagem e atrasos de fornecedor, melhor aproveitamento da forma e maior capacidade de concretagem diária.

Procurou-se propor medidas que tivessem um custo benefício favorável à empresa e que em grande parte podem ser executadas pela própria produção com auxílio da engenharia e gerência da empresa. O investimento de maior impacto seria da central de concreto própria, que requer uma boa parcela de desprendimento financeiro, no entanto, diante da dependência de fornecedor que acaba gerando atrasos, limitando a produtividade e dificultando um planejamento de fábrica, a longo prazo os ganhos compensariam o investimento.

Todas essas ações são propostas de melhoria, no entanto, é importante que toda e qualquer mudança seja discutida por todas as esferas envolvidas, desde a gerencia até o operário que faz o processo acontecer, procurando a melhor solução.

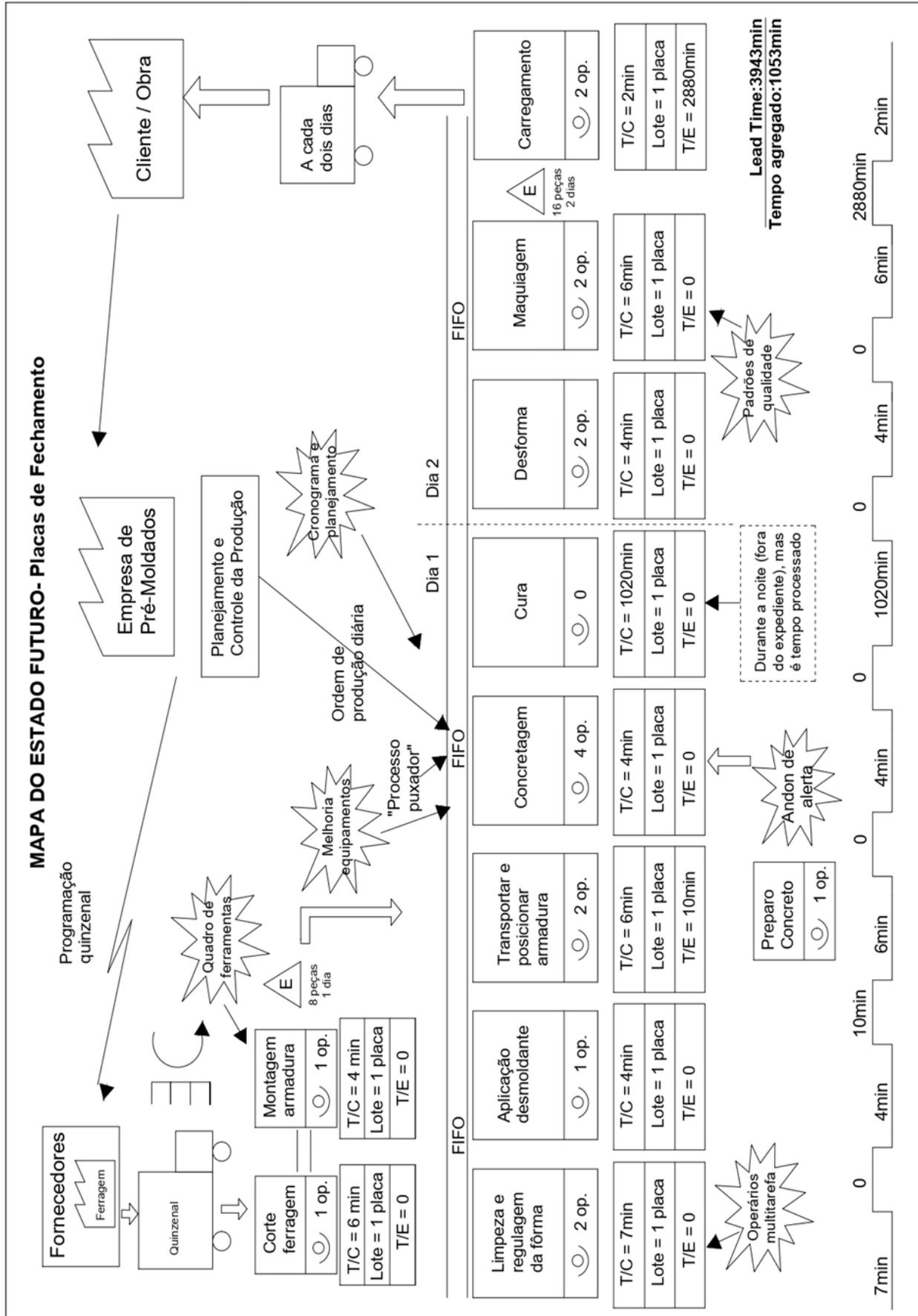
Muitas melhorias não exigem investimentos financeiros para sua realização, partindo apenas de uma mudança de cultura, como uma maior disponibilidade das informações aos envolvidos de uma forma simples e objetiva ou através de capacitações coletivas e individuais que podem ser aplicadas por pessoas da própria empresa.

No mapa do estado futuro, a relação entre empresa e fornecedores de ferragem e outros insumos de menor volume é mantida, visto que os fornecedores cumprem os prazos de entrega. Os estoques de materiais no mapa do estado atual são substituídos pela adoção da ideia de supermercados no mapa futuro, como forma de reduzir a quantidade de matéria prima estocada e melhorar o controle.

Através das melhorias, presume-se que os tempos coletados serão reduzidos. Dessa forma, o lead time de produção de placas passaria de 4218 minutos para 3943 minutos. Com a redução no lead time, é possível reduzir o tempo para iniciar a atividade da desforma e assim, liberar as fôrmas para iniciar um novo processo de produção. Na Figura 3, têm-se o esquema do mapa de fluxo de valor do estado futuro para as placas pré-moldadas.

Para operacionalizar o sistema puxado sequencial utilizou-se o FIFO, assegurando que o processo cliente consuma exatamente na ordem com que as peças foram produzidas pelo processo fornecedor.

Figura 3 – Mapa do fluxo de valor do estado futuro



Fonte: Autoria Própria (2021)

#### 4.4 Proposta de Plano de Ação baseado no MFV futuro

Para atingir a situação idealizada no mapa do estado futuro, é preciso fazer alterações afim de implantar melhorias no processo. Na ferramenta 5W1H do Quadro 01, encontra-se o plano de todas as ações que devem ser realizadas para que a linha de produção melhore seu tempo de lead time.

Quadro 1 – Plano de Ação

OBJETIVO: atingir o estado proposto no Mapa Futuro					
O que fazer?	Por quê?	Onde?	Quem?	Quando?	Como?
Analisar viabilidade de uma central de concreto	Diminuir problemas de atraso	Administ.	Gerência, engenharia, financeiro	Futuramente	Buscando fornecedor
Manutenção preventiva nos equipamentos	Diminuir paradas por estrago	Fábrica	Líder de produção e terceiro	Imediato	Fazer avaliação da situação atual
Verificar padrão de qualidade em cada etapa	Evitar retrabalho	Fábrica	Engenharia e líder	Imediato	Visitas à fabrica
Capacitar e treinar funcionários	Conhecer o processo/ importância de fazer certo	Refeitório Fábrica	Líder de produção/ Gerência/ Engenharia	Imediato	Palestras
Padronizar projetos	Menos ajuste de fôrmas	Administ.	Engenharia /Comercial	Futuramente	Priorizar dimensões repetitivas
Manuais de trabalho	Tarefas padronizadas	Fábrica/ Administ.	Engenharia, segurança, líder de produção	Futuramente	Instruções do processo com ilustrações
Quadro de ferramentas	Mais organização	Fábrica	Toda a produção	Imediato	Classificação e identificação
Pórtico com duas velocidades	Maior agilidade na concretagem	Fábrica	Terceirizado	Imediato	Contratar o serviço
Identificação de peças prontas	Reduzir medições	Fábrica	Compras /produção	Imediato	Etiquetas
Padrão na distribuição de tarefas	Menos dúvidas na execução	Fábrica	Toda a produção	Imediato	Definir um formato padrão, entendível para todos
Quadro de planejamento	Propor e acompanhar as metas	Fábrica	PCP, Líder	Imediato	Colocar e atualizar o quadro
Organização e limpeza	Aproveitar o espaço	Pátio	Expedição	Imediato	Usar dia com pouco estoque
Adquirir caçamba de concreto	Agilidade na concretagem	Fábrica	Gerência, líder, compras	Imediato	Procurar fornecedor
Planos de carga	Reduzir atrasos ao carregar	Estoque	PCP e expedição	Imediato	Definir com antecedência

Fonte: Autoria Própria (2021)

## 5. Conclusão

A mentalidade enxuta e todas suas derivações, como a Lean Production e a Lean Construction, esta última voltada a construção civil, trazem uma série de conceitos, princípios e ferramentas que podem ser aplicadas às indústrias. Como no local em estudo nunca houve uma aplicação de técnicas da filosofia Lean, buscou-se nesse trabalho abordar ferramentas de análise do processo e dos desperdícios existentes, servindo como um norteador para uma futura implantação de melhorias, sendo o Mapeamento do Fluxo de Valor do estado atual e do estado futuro.

Para a elaboração dessas ferramentas, realizou-se um acompanhamento da produção através de observação direta. O mapeamento do fluxo de valor englobou os dois principais elementos produzidos, os pilares e as placas de fechamento. No mapa tem-se todas as etapas com o número de operários envolvidos e o tempo de ciclo de cada uma delas, os estoques e de que forma ocorre o fluxo de informações.

Pode-se citar como as principais problemáticas observadas: um layout não apropriado para a fabricação de pré-moldados, cujo resultado está em excessos de movimentações de pessoas, insumos e produtos. A situação de fornecedores não cumprirem prazos de entrega gerando espera pelo concreto diariamente e em relação ao restante da matéria prima, não há um controle de estoque. Além disso, muitos problemas de retrabalho relacionam-se com a falta de padronização na realização de atividades e desconhecimento sobre a qualidade que o produto precisa apresentar em cada etapa do processo produtivo.

Com o exposto, fez-se correlações entre o embasamento teórico e chegou-se no quadro de propostas de melhoria a serem realizadas e, com qual princípio da Lean Construction estas se enquadram. Para avaliar o impacto no processo como um todo, gerou-se o Mapa do Fluxo de Valor do estado futuro e o Plano de Ação a ser seguido para que um dia possam acontecer tais mudanças no processo.

Dentre as melhorias propostas pode-se citar: Investimento em equipamentos e na manutenção preventiva destes, padrões de qualidade e instruções de trabalho para cada etapa do fluxo, quadro de ferramentas identificadas, identificação de peças prontas, definição de planos de cargas com antecedência, planejamento acessível à todos os níveis, gestão e controle da matéria prima, além de melhor organização e limpeza na fábrica.

No entanto, não se trata somente de mudanças físicas e que envolvem a fábrica, é preciso que a gestão seja mais participativa, procurando realizar benchmark com outras empresas do setor para obter ideias de inovação, buscar auxílio com consultorias especializadas e manter a melhoria contínua através eventos Kaizen frequentes.

Portanto, conclui-se que as indústrias de pré-moldado de concreto possuem ótimo potencial em implantar um processo voltado à mentalidade enxuta, onde a essência do método produtivo se assemelha a indústrias de manufatura de outros segmentos, no entanto, é preciso que ocorra um engajamento por parte da gestão para que uma nova mentalidade possa ser implantada e trazer resultados positivos à organização e aos colaboradores, fornecendo um ambiente de trabalho mais seguro, organizado e produtivo.

## Referências

BRANCO, Letícia Castello. **Mapa de Fluxo de Valor: Identifique e elimine os desperdícios dos processos.** Londrina/PR: LeanBlog, 2019. E-book.

CALÉ, Tiago André Lourenço. **Aplicação da filosofia Lean a um caso de estudo para otimização de processos de construção na pré-fabricação de peças de betão.** 2015,

- 209f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2015.
- DEFENSE, Jean. Brunel. **Produção Lean na Indústria de Pré-fabricados de Betão Armado - Aplicação e Avaliação de Resultados em Caso de Estudo.** 2010, 119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.
- EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações.** 2 Ed. São Paulo, 2017. 400 p.
- LEAN ENTERPRISE INSTITUTE (LEI). **Léxico lean: glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean.** 2 ed. São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2007. 117 p.
- OLIVEIRA, Eduardo Henrique de. **Lean Construction: o princípio do TAKT.** 1. Ed. Editora Bookess. Mogi das Cruzes, SP. 2018. 151p.
- RODRIGUES, Monique Rieger; PICCHI, Flávio Augusto. **Análise de experiências de aplicação do Lean Thinking na construção de edificações no Brasil.** XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2010, Canela/RS. Disponível em: <http://docplayer.com.br/35347148-Analise-de-experiencias-de-aplicacao-do-lean-thinking-na-construcao-de-edificacoes-no-brasil.html>. Acesso em 29 out. 2020.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo à enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício.** São Paulo: LIB, 2003.
- SALAS, J. **De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: algunas claves del cambio tecnológico.** Informes de la Construcción, v. 60, n. 512, p. 19–34, 2008.