

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANA CAROLINA FONTOURA DE SANTANA

BRUNA DE SOUZA MACIEL

VINÍCIUS BRIGOLA MATTOS NOGUEIRA

**APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV):
ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO NA ETAPA DE
EMBOÇO**

CURITIBA

2022

ANA CAROLINA FONTOURA DE SANTANA

BRUNA DE SOUZA MACIEL

VINÍCIUS BRIGOLA MATTOS NOGUEIRA

**APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV):
ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO NA ETAPA DE
EMBOÇO**

**Applying the Value Stream Mapping (VSM) technique: A case study based on
the construction of a building during the stage of plaster**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Alfredo Iarozinski Neto.

CURITIBA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANA CAROLINA FONTOURA DE SANTANA

BRUNA DE SOUZA MACIEL

VINÍCIUS BRIGOLA MATTOS NOGUEIRA

**APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (MFV):
ESTUDO DE CASO NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO NA ETAPA DE
EMBOÇO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Prof.^a Vanessa do Rocio Nahhas Scandelari.

Coorientador: Prof. Alfredo Iarozinski Neto.

Data de aprovação: 15/junho/2022

Prof. Carlos Alberto da Costa
Mestre em Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Alfredo Iarozinski Neto
Doutor em Engenharia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Cezar Augusto Romano
Doutor em Engenharia de Produção
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CURITIBA

2022

RESUMO

O mapeamento do fluxo de valor (MFV) é uma ferramenta da filosofia *Lean* que facilita a implementação dos princípios da produção enxuta nos processos produtivos. O MFV inicialmente, tem a função de identificar o tempo de processo, as dificuldades produtivas e os desperdícios de tempo e material. O objetivo do mapeamento foi apresentar a verdadeira situação do processo produtivo e separar o que agrega valor ao cliente do que não agrega valor, ou seja, obter um processo estável que produza apenas o que o cliente espera, no tempo e com o valor desejado. Baseado nessa premissa, esse trabalho apresenta um estudo de caso que visou aplicar o MFV na construção de um edifício, com o objetivo de identificar e compreender os desperdícios que podem ser reduzidos na etapa de emboço. Utilizando a abordagem de reconhecimento e caracterização da empresa, o processo foi mapeado em seu estado atual e foi projetado para seu estado futuro, sugerindo planos de ação que visam a melhoria contínua do processo em estudo.

Palavras-chave: *Lean*; MFV; Desperdícios; Melhoria contínua.

ABSTRACT

Value Stream Mapping (VSM) is a technique within the Lean philosophy that makes the implementation of lean production easier in the productive processes. Initially, VSM is attributed to identify the time of process, the productive difficulties and the time and material waste. Its main objective was to present the true solution to the productive process, and separating the activities that add value to the client from the activities that do not, meaning obtaining a stable process that produces only what the client hopes for within the time and to the value they do. Based on it, this project presents a case study willing to apply the VSM method in the construction of a building, aiming to identify and comprehend the waste that can be reduced within the process of plaster. By recognizing and characterizing the company, the process was mapped in its current status and projected to a future status, suggesting action plans aiming the continuous improvement of the process in focus.

Keywords: Lean; VSM; Waste; Continuous Improvement.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Pilares do Sistema Toyota de Produção (Produção Enxuta)	17
Figura 2 - O tempo de ciclo pode ser progressivamente reduzido por meio da eliminação de atividades sem valor agregado e redução da variabilidade	20
Figura 3 - Layout em formato de “U”	23
Figura 4 - Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional	23
Figura 5 - Modelo de processos na construção enxuta	24
Figura 6 - Etapas básicas do mapeamento do fluxo de valor	25
Figura 7 - Ícones do mapeamento do fluxo de valor	26
Figura 8 - Delineamento da pesquisa	29
Figura 9 - Os 5WH1	32
Figura 10 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual do Estúdio 1	35
Figura 11 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual do Estúdio 2	36
Figura 12 - Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Atual do Estúdio 3	37
Figura 13 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro do Estúdio 1	39
Figura 14 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro do Estúdio 2	40
Figura 15 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro do Estúdio 3	40

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Dados MFV atual da execução do emboço.....	34
Tabela 2 - Tabela SINAPI referente à execução do emboço	39
Tabela 3 - Tabela TCPO referente à execução do emboço	39
Tabela 4 - Tabela resumo dos tempos de ciclo do serviço de emboço.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Produção Artesanal versus Produção em Massa	14
Quadro 2 - Métricas Lean.....	31
Quadro 3 - Perguntas para a elaboração do MFV do Estado Futuro	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMAQ	Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos
D	Disponibilidade
JIT	<i>Just in Time</i>
L/T	<i>Lead Time</i>
MFV	Mapeamento de Fluxo de Valor
RUP	Processo Unificado da Rational
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TAV	Tempo de Agregação de Valor
TCPO	Tabela de Composições e Preços para Orçamentos
T/C	Tempo de Ciclo
T/R	Tempo de Troca
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
1.1.	Objetivos	11
1.1.1.	Objetivo Geral.....	11
1.1.2.	Objetivos Específicos	11
1.2.	Justificativa	11
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1.	Caminho da produção artesanal à produção enxuta	13
2.2.	Produção enxuta.....	14
2.3.	Modelo enxuto na construção civil: <i>lean construction</i>	17
2.4.	Mapeamento do fluxo de valores (MFV)	24
3.	METODOLOGIA.....	28
3.1.	Classificação da pesquisa	28
3.2.	Etapas da pesquisa	28
4.	RESULTADOS	33
4.1.	Mapeamento do estado atual.....	33
4.2.	Mapeamento do estado futuro.....	37
5.	CONCLUSÃO.....	43
	REFERÊNCIAS.....	44

1. INTRODUÇÃO

A construção civil, segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2021), foi o setor brasileiro que gerou a maior quantidade de novos postos de trabalho com carteira assinada no ano de 2020, mesmo com os obstáculos da pandemia, totalizando 105.248 novas vagas. Tal crescimento seria totalmente positivo se não houvesse uma crise econômica de proporções globais neste setor atualmente.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ, 2021), os valores dos insumos tiveram uma alta expressiva, como, por exemplo, o valor do aço – material fundamental para o setor construtivo – o qual cresceu 72,6% entre junho de 2020 e maio de 2021. Somando isso à incessante busca por lucro das empresas, é notório que estas procuram cada vez mais otimizar seus recursos.

De maneira geral, para fazer frente a essa realidade, as empresas têm procurado fornecer a mais alta qualidade com o menor custo e dentro do menor tempo, através da contínua eliminação das atividades que não agregam valor ao produto final. (PINTO, TORTATO, VEIGA e CATAPAN, 2013)

Após a Segunda Guerra Mundial, foi idealizado no Japão um novo sistema de gestão na produção da indústria automobilística da Toyota. Buscava-se a mais alta qualidade no menor prazo e com o menor custo por meio da redução dos desperdícios. Esse sistema ficou conhecido como o Sistema Toyota de Produção. Inspirado nas práticas do Toyotismo surgiu a filosofia *Lean Manufacturing* (produção enxuta), que de forma sistemática e sempre visando ao cliente e ao produto final, propicia ganhos em produtividade e qualidade de serviço.

Dentre as inúmeras ferramentas que compõem a filosofia Lean, o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) permite que a empresa enxergue os processos que mais agregam valor ao produto final e ao cliente, os separando daqueles que não agregam por meio de uma representação visual de toda cadeia produtiva. Para Rother e Shook (2003), “[...] para criar um fluxo que agregue valor, você precisa de uma “visão”. Mapear ajuda você a enxergar e focar no fluxo com uma visão de um estado ideal ou melhorado”.

Compreende-se, então, que identificar as principais fontes ou causas dos desperdícios e excessos de produção sob a visão do MFV torna-se oportuno para o crescimento e desenvolvimento das empresas. Essa melhoria pode ser percebida não

apenas nos aspectos tradicionais, como a redução do tempo de desenvolvimento de um produto ou o aumento do lucro, mas também nos aspectos voltados à preservação do meio ambiente, e conseqüentemente, na diminuição da geração de resíduos, questão extremamente importante atualmente.

Tomando-se por base a técnica do MFV proposta pela Produção Enxuta, o presente estudo considera o Fluxo de Valor, uma ferramenta capaz de verificar o resultado de sua aplicação na criação da “situação ideal” no processo de emboço da construção de um edifício.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Realizar o diagnóstico do processo produtivo do emboço da construção de um edifício utilizando a ferramenta estratégica da metodologia *Lean*: Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV).

1.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar as atividades que compõe a etapa do emboço;
- Exibir o Mapeamento de Fluxo de Valor dos processos produtivos do emboço (estado atual);
- Identificar e analisar os principais desperdícios que impedem a maior eficiência dos processos;
- Mapear o estado futuro a partir da análise dos problemas buscando melhorias contínuas dos processos;
- Detectar as oportunidades de melhorias após o Mapeamento do Fluxo de Valor (plano de ação).

1.2. Justificativa

Por mais que haja uma tentativa de otimização de recursos por meio de uma gestão informal e interna no setor da construção civil, existem falhas, considerando

que há um número significativo de atrasos nas entregas de obras que utilizam os processos analisados, sendo elas causadas por falhas durante todo o processo construtivo, existindo, assim, espaço para melhorias.

Dentre as oportunidades de melhoria dessa cadeia produtiva, está a implementação de ferramentas modernas de gestão, tais como as oferecidas pela metodologia Lean Construction.

Realizar o Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) significa entender todo o processo de produção da empresa. Deve-se enxergar os pontos problemáticos e mudar os processos em direção ao estado futuro. E ocorrerão incontáveis mudanças, como citado pelos autores James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos em sua obra, em 2004, "A Máquina que Mudou o Mundo", "[...] a adoção da produção enxuta, na medida em que inevitavelmente se expanda além da indústria automobilística, resultará em mudanças globais em quase todas as indústrias: nas alternativas para os consumidores, na natureza do trabalho, no destino das companhias e - em última instância - no destino das nações". Serão feitas mudanças suficientes para redefinir os processos eliminando o que for desperdício e retrabalho e alcançar valores para os clientes.

Dentro do processo de esboço, a ferramenta MFV, foco principal deste estudo, seria eficaz para identificar as principais fontes ou causas da inércia evolutiva dos processos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização do trabalho foi necessária a realização de um estudo teórico referente as ferramentas da abordagem Lean e também sobre o processo em estudo. Abaixo, estão descritos conceitos relacionados à pesquisa pelos olhos de diversos autores.

2.1. Caminho da produção artesanal à produção enxuta

Para Womack *et al* (2004) os sistemas de produção mais relevantes para a indústria automobilística tiveram início com a Produção Artesanal. Nesse setor o consumidor poderia escolher e adaptar até os mínimos detalhes de seu veículo, tornando-se o proprietário de um veículo único. Segundo o autor, tal característica do sistema era extremamente cativante ao consumidor, pois não se importavam com a facilidade de dirigir ou de fazer manutenção e davam toda a sua atenção ao estilo excepcional do seu carro.

Ainda que atrativas, as vantagens de se sentir especial dentro de seu veículo tinham seu preço, e este era proporcional à mão de obra dos artesãos extremamente qualificados. Cada peça que compunha o veículo era meticulosamente fabricada por algum dos profissionais habilidosos, em seguida, ainda pelos mesmos trabalhadores, as peças eram montadas em uma estrutura também única e, por fim, o produto era finalizado e acabado com todas as especificações do cliente. Portanto, nada no processo era barato.

Para Junqueira (2006), esse fato, somado ao crescimento da demanda, fez com que esse sistema de produção permanecesse em ascensão apenas até a Segunda Guerra Mundial.

Foi então que Henry Ford, fundador da Ford Motors, introduziu a produção em massa no mundo, lançando seu vigésimo modelo de automóvel – o Modelo T. Tal modelo se diferenciava dos demais por ser facilmente manuseado pelo usuário e por fazer parte de uma nova linha de montagem em grande escala em que suas peças eram padronizadas: surgia a produção em massa. Por mais que os benefícios financeiros de se produzir um carro em aproximadamente 12,4% do tempo da produção artesanal (Quadro 1) fizessem brilhar os olhos dos grandes empresários e dos consumidores, os trabalhadores da fábrica não as viam dessa maneira.

Quadro 1 - Produção Artesanal versus Produção em Massa

Minutos para Montar	Produção Artesanal Tardia (Outono 1913)	Produção em Massa (Primavera 1914)	Percentual da Redução do Esforço
Motor	594	226	62
Gerador	20	5	75
Eixo	150	28,5	83
Componentes Principais em um Veículo Completo	750	93	88

Nota: A “produção artesanal tardia” já inclui vários dos elementos da produção em massa, em particular peças consistentemente permutáveis e minuciosa divisão do trabalho. A grande mudança de 1913 para 1914 foi a transição da montagem estacionária para a móvel.

Fonte: WOMACK et al., 2004.

Anos depois, na década de 80, a popularidade da produção em massa começou a decair por uma série de motivos, em sua maioria decorrentes da rigidez no processo de produção. Os consumidores já exigiam mais modelos de carros e flexibilidade na customização de seus automóveis, porém, tais condições eram de difícil implantação na produção em massa, fato que aumentava o valor final para o consumidor.

Para Womack *et al* (2004), a produção em massa teria continuado a crescer exponencialmente se, do outro lado do mundo, no Japão, não houvesse surgido um novo sistema de produção dentro da indústria automobilística. Dessa maneira, a queda da produção em massa deu espaço à produção enxuta.

2.2. Produção enxuta

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, uma dupla de engenheiros japoneses, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, visitaram uma das fábricas da Ford Motors dos Estados Unidos, que na época utilizavam a produção em massa. Segundo Hirota *et al* (2000), foi a partir da necessidade de produzir pequenas quantidades de numerosos modelos de produtos que Ohno estudou os sistemas de produção norte-americanos, adaptou seus conceitos para a realidade japonesa da época, que se caracterizava pela

escassez de recursos (materiais, financeiros, humanos e de espaço físico), e aplicou novas abordagens para a produção industrial, o que acabou consolidando, na prática, o chamado Sistema Toyota de Produção. Essa nova ideia de produção passa a ser denominada Produção Enxuta.

A produção enxuta representou uma mudança na forma de pensar e de produzir. Se comparada com a produção em massa, de acordo com Junqueira (2006), a produção enxuta é menos centralizada e controla apenas componentes importantes. Na produção enxuta as máquinas são flexíveis e produzem produtos padronizados com uma certa variedade

Para Womack *et al* (2004), a produção enxuta vem então para unir as vantagens da produção artesanal com as vantagens da produção em massa. Nesse tipo de produção, os trabalhadores são tão qualificados quanto na produção artesanal, porém, são organizados para executar um conjunto de atividades e ter autonomia e responsabilidade suficiente para garantir o sucesso do processo.

“A base de sustentação do Sistema Toyota de Produção é a absoluta eliminação do desperdício e os dois pilares necessários à sua sustentação são o *just in-time* e a automação” (FUSCO E SACOMANO, 2007). Para otimizar os processos, e se adaptar às mudanças necessárias, foi criado um conceito de uma situação ideal, sem estoques intermediários, em um sistema puxado, o *just in time* (JIT), que significa “hora exata” e para o sistema de produção, significa produzir apenas os itens necessários, na quantidade e no tempo necessário buscando sempre uma melhoria contínua (kaizen). São atribuídas ao JIT as ferramentas de fluxo contínuo, *takt-time*, produção puxada e *kanban* (GHINATO, 1996).

A palavra alemã “*takt*”, segundo Shook (1998), foi introduzida no Japão nos anos 30 com o sentido de “ritmo de produção”, quando técnicos japoneses estavam a aprender técnicas de fabricação com engenheiros alemães. O *takt-time* é então definido a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção, é o ritmo de produção necessário para atender a demanda do cliente.

A produção puxada é iniciada a partir da confirmação do pedido pelo cliente, desse modo, é feita uma previsão de demanda pelo mesmo, de modo que quem autoriza a produção é o cliente. (HORNBERG; TUBINO; LADEIRA; THONERN; RIFFEL, 2008). Evidencia-se, assim, que, a produção puxada é um sistema que busca acertar a demanda à produção, produzindo ou transportando apenas no momento

certo em que for indispensável e exclusivamente na quantidade que for preciso (BARCO; VILLELA, 2008).

O nivelamento de volume de insumos e produtos são necessários para a implementação do *kanban*. As fabricações devem ser feitas somente mediante um cartão *Kanban*. De acordo com Ohno (1997), o *Kanban* é uma palavra japonesa que significa registro, esse registro é usado mais frequentemente na forma de cartões, dentro de um envelope de vinil retangular. Nesse pedaço de papel, a informação pode ser dividida em três categorias: informação de coleta, informação de transferência e informação de produção. Deve ser produzido apenas o que faltar, evitando desperdício de tempo e de mão de obra.

Ainda no setor operacional, para Ohno (1997), a utilização da automação (*jidoka*) tem como objetivo fazer com que o trabalhador opere simultaneamente vários equipamentos, com autonomia para poder assim interromper imediatamente a produção caso ocorra algum problema. Diante de algum problema, os trabalhadores devem analisá-lo e eliminá-lo, melhorando continuamente o processo e evitando a sua recorrência, evitando a produção defeituosa e garantindo o fluxo contínuo da produção.

“*Poka Yoke*” é mais um termo que em japonês significa evitar ou prevenir erros. Segundo Costa Júnior (2009), o termo pode ser entendido, então, como qualquer dispositivo que auxilie na prevenção de falhas e erros em processos produtivos, portanto, pode ser definido como uma ferramenta à prova de erros ou constituída de técnicas utilizadas para evitar simples erros humanos no trabalho.

De acordo com Ericksen e Stoflet (2007), *lead time* é a quantidade de tempo desde o recebimento do pedido até que este esteja disponível no estoque e seja entregue ao cliente, ou seja, deve ser considerado no *lead time* todo o tempo necessário desde o momento em que o produto começa a ser produzido até tornar-se produto acabado pronto para fornecimento.

A Produção Enxuta busca o máximo de lucratividade através da redução de custos pela eliminação sumária dos desperdícios, incluindo o desperdício de tempo, então, ao conhecer o *lead time* de uma empresa, ou de uma determinada etapa do processo, é possível melhorá-lo e reduzi-lo. A figura 1 representa a base e os pilares para a concretização de uma produção enxuta.

Figura 1 - Pilares do Sistema Toyota de Produção (Produção Enxuta)



Fonte: ROTHER; SHOOK, 1999.

2.3. Modelo enxuto na construção civil: *lean construction*

Segundo Junqueira (2006), foi baseado no Sistema Toyota de Produção, que surgiu uma nova filosofia de negócios denominada Mentalidade Enxuta (*Lean Thinking*). Essa filosofia detalha as atividades básicas envolvidas no negócio identificando o que é desperdício e o que é valor, a partir da ótica dos clientes e usuários.

Ainda segundo o autor, o objetivo de todo sistema baseado no *Lean Thinking* é de eliminar todo o desperdício, ou seja, toda a atividade que absorve recursos, mas não cria valor na ótica do cliente, que pode ser excesso de produção, movimento, transporte, estoque, espera, atividades desnecessárias e defeitos.

Womack e Jones (1998) estabeleceram cinco princípios para a fundamentação dos princípios do *Lean*: valor, fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e melhoria contínua.

Valor é o preço que o cliente está disposto a pagar pelo produto, é importante entender as necessidades do cliente, com o objetivo de fornecer exatamente o que ele precisa.

Fluxo de valor é o conjunto de ações necessárias para produzir um produto específico, para Rother e Shook (2003), um fluxo de valor é toda ação necessária, que agrega valor ou não, para movimentar um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto, podendo ser o fluxo de produção, desde a matéria-prima até o consumidor; ou do projeto, da sua concepção até o lançamento.

O fluxo contínuo propõe que seja produzido apenas o que é exigido pelo processo seguinte, ou pelo cliente final, impossibilitando, assim, que estoques intermediários sejam gerados entre os processos. Para Rother e Harris (2002), o pensamento enxuto ensina ao contrário do que é intuitivo, que a produção em fluxo contínuo do produto é mais eficiente do que a produção em lotes.

A produção puxada produz com os recursos disponíveis, maximizando o fluxo produtivo e não as capacidades individuais. Portanto, de acordo com Lemos (1999), a produção de cada lote de produtos só deve ser iniciada a partir do efetivo consumo destes.

Kaizen significa melhoramento. Quando aplicada no mundo do trabalho, *kaizen* significa melhoramentos contínuos que envolvem todos os empregadores, em nível estratégico ou operacional, ou seja, administradores e trabalhadores igualmente. (IMAI,1994). Segundo Neco (2011), com o Kaizen é sempre possível fazer melhor, sempre há alguma melhoria a ser implantada, seja na estrutura da empresa ou na forma de atuação do funcionário. Sua metodologia mostra resultados concretos, tanto qualitativamente quanto quantitativamente, em um curto período de tempo e com um baixo investimento.

Em 1992, o pesquisador finlandês Lauri Koskela referenciou em seu trabalho “*Application of the New Production Philosophy to Construction*” a construção enxuta – ou *Lean Construction*. Nesse artigo, Koskela propôs que os profissionais da construção civil dessem espaço ao Sistema Toyota de Produção dentro de sua área.

Posteriormente, Sarcinelli (2008) relatou em sua tese a existência de um atraso da indústria da construção civil referente aos processos produtivos e métodos de gestão, portanto, algumas adaptações foram necessárias para que os conceitos da produção enxuta pudessem ser absorvidos e reproduzidos.

Ainda para o autor, existem algumas particularidades desse setor que dificultam a reformulação do processo, entre eles está a falta de motivação dos trabalhadores, a flexibilidade do planejamento e a dificuldade de produção em cadeia – o que não faria sentido, pois o produto oferecido é geralmente algo que se adquire apenas uma vez durante a vida.

Sarcinelli (2008) ainda explica que esse atraso das técnicas de gerenciamento da produção é a razão dos altos índices de desperdício, altos custos e baixa qualidade dos produtos.

Buscando uma melhora nesse quadro, inúmeras técnicas e ferramentas de gestão foram inseridas no setor da construção civil a partir da década de 80, as quais focavam em diminuir o desperdício, como o *just in time*, o *kanban* e o *jidoka*, mencionados anteriormente.

Além dessas, existem outras ferramentas importantes para o *Lean Construction*. Segundo Neco (2011), a técnica dos 5 (cinco) porquês é uma técnica de investigação das causas do problema apresentado e foi criada pelo fundador do Sistema Toyota de Produção, Sakichi Toyoda. Consiste em questionar os trabalhadores sobre o porquê de algum problema e, assim que obter uma resposta, repetir a pergunta, mas, dessa vez, referindo-se à resposta anterior. Esse processo é feito cinco vezes e, ao final, entende-se onde o problema de fato surgiu.

Porém, para Koskela (1992), existem onze princípios heurísticos para projetar e melhorar o fluxo de processos para a aplicação dos princípios da produção enxuta na construção civil, tanto nas atividades de caráter manual quanto nas de caráter gerencial. Cada princípio tem seu entendimento, conforme exposto a seguir:

a) Aumentar o valor do produto através da consideração sistemática dos requisitos do cliente;

O autor divide os clientes em dois tipos: o cliente final e a próxima etapa do processo.

A abordagem prática para esse princípio é realizar um projeto de fluxo sistemático, onde os clientes são definidos para cada etapa e seus requisitos analisados (KOSKELA, 1992).

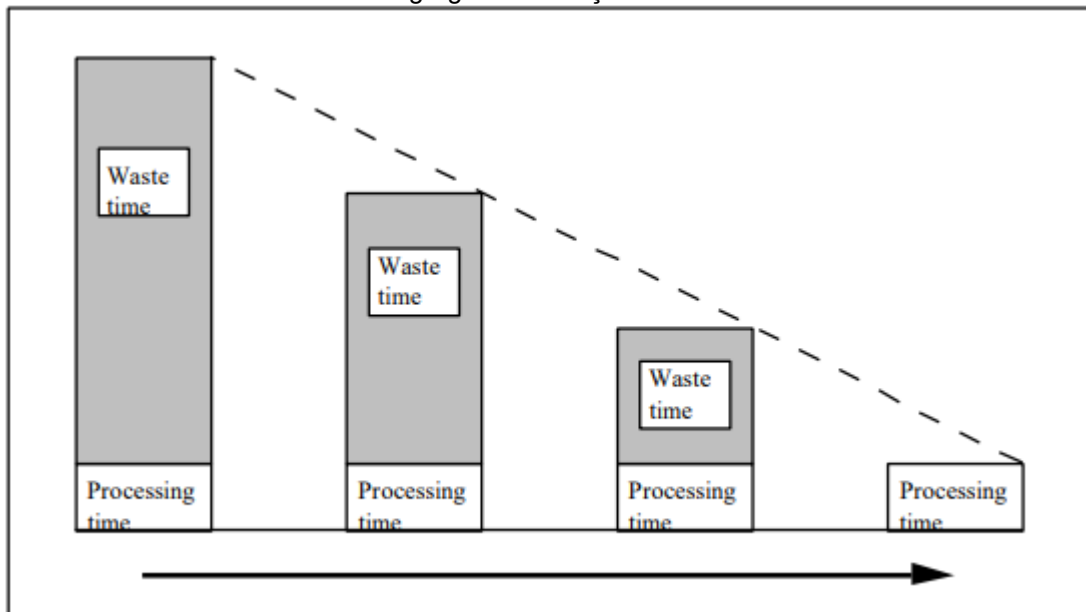
b) Reduzir o tempo de ciclo;

O autor define o tempo de ciclo como o tempo de processamento somado ao tempo de inspeção, ao tempo de espera e ao tempo de movimentação.

De acordo com Koskela (1992), quanto mais curto o tempo de ciclo, mais os ciclos serão acessíveis.

c) Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor, como exemplificado na figura 2:

Figura 2 - O tempo de ciclo pode ser progressivamente reduzido por meio da eliminação de atividades sem valor agregado e redução da variabilidade



Fonte: BERLINER & BRIMSON, 1988.

Segundo Koskela (1992), as atividades de um ciclo podem ser definidas como:

1. Atividades que agregam valor ou atividades de transformação ou conversão de material ou informação, na direção que é requerida pelo consumidor.
2. Atividades que não agregam valor, também denominadas de desperdício.
3. Atividades que consomem tempo, recursos e espaço, mas que não acrescentam valor ao produto.

d) Simplificar, através da redução de passos, partes e ligações;

Para o pesquisador finlandês, há um problema de confiabilidade dentro da complexidade do processo. Para ele, a habilidade humana de lidar com complexidade é limitada e facilmente excedida.

e) Focar o controle no processo global;

Existem duas causas para o controle de fluxo segmentado: o fluxo atravessa unidades distintas de uma organização hierárquica ou cruza uma fronteira organizacional. Em ambos os casos existe um risco de subotimização. (KOSKELA, 1992)

f) Manter equilíbrio entre melhoria de fluxo e nas conversões;

De acordo com Koskela (1992), em geral, existe um aproveitamento maior das melhorias adquiridas em processos em que a complexidade é maior, e a mesma lógica funciona com processos que têm mais desperdícios inerentes.

Os três maiores benefícios da aplicação deste princípio são:

1. Melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, logo, menores investimentos em equipamentos;

2. Fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias de conversão;

3. Novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade (vide próximo subitem).

g) Reduzir a Variabilidade;

Para Koskela (1992), uniformizar os produtos é mais atraente para o cliente e, ainda, a variabilidade, especialmente da duração da atividade, aumenta o volume de atividades que não agregam valor.

Padronização de atividades por meio da implementação de procedimentos padrão é frequentemente o meio de reduzir a variabilidade nos processos de conversão e fluxo (SHINGO 1986).

h) Aumentar a transparência do processo;

Segundo Stalk & Hout (1989), a transparência do processo é eficaz para fazer com que todo o fluxo dos processos, do início ao fim, fique visível e compreensível para todos os empregados.

Dessa maneira, aumenta-se a possibilidade identificar os erros e motivar as melhorias, além de facilitar o controle das tarefas.

i) Aumentar a flexibilidade de saída;

Alguns dos elementos-chave são o design de produto modularizado em conexão com um uso agressivo dos outros princípios, especialmente compressão e transparência do tempo de ciclo (KOSKELA, 1992)

Para Stalk & Hout (1990) e Child *et al* (1991), algumas maneiras de aumentar a flexibilidade são:

1. Minimizar os tamanhos dos lotes para atender rigorosamente a demanda;

2. Reduzir a dificuldade de configurações e trocas;

3. Personalizar o mais tarde possível dentro do processo;

4. Treinar uma mão de obra multi-qualificada.

j) Introduzir melhoria contínua no processo;

O esforço para reduzir o desperdício e aumentar o valor é um processo interno, incremental e iterativo que pode e deve ser realizado continuamente. (KOSKELA, 1992)

Existem alguns métodos necessários para a implementação do princípio da melhoria contínua nos processos, são esses:

1. Medir e monitorar a melhoria;
2. Definir metas esticadas (por exemplo, para eliminação de estoque ou redução do tempo de ciclo), por meios pelos quais os problemas são desenterrados e suas soluções estimuladas;
3. Responsabilizar todos os colaboradores pela melhoria; uma melhoria constante de cada unidade organizacional deve ser exigida e recompensada;
4. Usar procedimentos padrão como hipóteses de melhores práticas, a ser constantemente desafiado por maneiras melhores;
5. Vincular melhoria ao controle: a melhoria deve ser direcionada ao controle de restrições e problemas do processo. O objetivo é eliminar a raiz dos problemas ao invés de lidar com seus efeitos.

k) Fazer *benchmarking*.

Benchmarking é um processo de aprendizado a partir de referências de outras empresas consideradas "líderes" em determinados aspectos ou segmentos (ISATTO, 2000).

As etapas básicas de benchmarking incluem as seguintes (CAMP, 1989):

1. Conhecer o processo; avaliando os pontos fortes e fracos dos subprocessos;
2. Conhecer os líderes da indústria ou concorrentes; encontrar, compreender e comparar as melhores práticas;
3. Incorporar o melhor; copiar, modificar ou incorporar as melhores práticas em seu próprios subprocessos;

Por fim, o autor ainda apresenta algumas viabilizações gráficas para os princípios, por exemplo, para a redução do tempo de ciclo, considera-se a otimização do layout da produção em formato de "U", layout em que as máquinas e estações de trabalho são arranjados em forma de U, seguindo uma lógica de fluxo linear, visando minimizar distâncias e, conseqüentemente, o tempo de transporte de materiais e movimentação de operadores, conforme apresentado na figura 3:

Figura 3 - Layout em formato de “U”



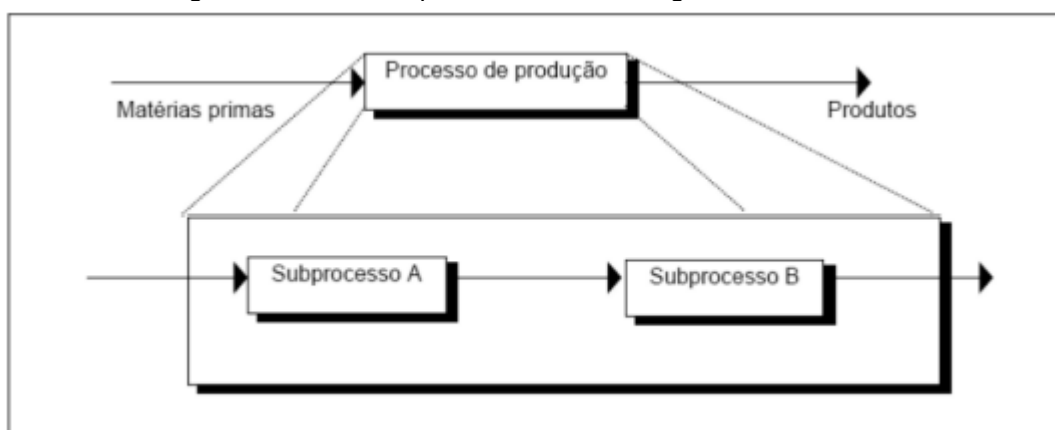
Fonte: Site iEstoque.

Koskela (1992) então acrescenta que somente o processamento agrega valor ao produto final, portanto, as demais atividades – de não-processamento – são denominadas atividades de fluxo. Apesar de algumas dessas atividades não agregarem valor ao cliente final, são essenciais a seus devidos processos, como o treinamento da mão-de-obra e instalação de dispositivos de segurança.

O princípio de agregação de valores e de atividades de fluxo foi estudado por diversos autores, alguns com ideias próprias sobre a questão e outros complementando as ideias de colegas.

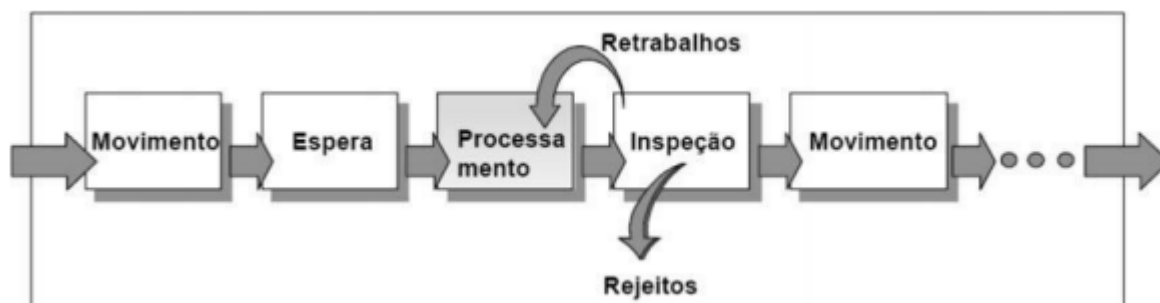
Um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, conforme apresentado na figura 4 e 5, sejam eles internos ou externos (KOPPER, 2012).

Figura 4 - Modelo de processo na filosofia gerencial tradicional



Fonte: KOSKELA, 1992.

Figura 5 - Modelo de processos na construção enxuta



Fonte: KOSKELA, 1992.

De acordo com Schock (2013), as ferramentas que viabilizam os princípios do Lean Construction podem ser divididas em três categorias: aquelas que auxiliam a enxergar os problemas (mapeamento de fluxo de valor, gestão visual), aquelas que auxiliam a identificar a raiz ou as causas do problema (5 porquês, A3) e, finalmente, as que auxiliam a resolver os problemas (desdobramento de objetivos estratégicos e trabalho em equipe).

Embora todas as ferramentas sejam importantes e necessárias para que se alcance a melhoria contínua dos processos, o presente trabalho foca em uma das técnicas para enxergar os problemas: o mapeamento de fluxo de valor.

2.4. Mapeamento do fluxo de valores (MFV)

O mapeamento do fluxo de valor tem inicialmente a função de identificar o tempo de processo em cada célula produtiva, o espaço percorrido, as dificuldades de fabricação e os desperdícios de tempo e material. Cabe observar que a análise desses aspectos deve ser feita da forma mais fiel possível com a realidade, para que seja apresentada a verdadeira situação. (ROTHER; SHOOK, 2003)

Mapear todos os fluxos de valor de uma organização pode ser um exercício relevante. Muitos ficam apaixonados pela ferramenta e a aplicam amplamente, mapeando tudo. Mas muito mais importante e, em verdade, a única coisa que importa, é a ação concreta na implementação dos estados futuros definidos. Como os recursos são limitados, inclusive o tempo dos responsáveis pelo mapeamento, mapear por mapear não é uma estratégia válida. O Mapeamento do Fluxo de Valor é apenas um meio de melhorar o desempenho de sua organização, o que é, afinal, o verdadeiro fim. (FERRO, 2005)

A gestão do fluxo de valores compreende uma série de exercícios e atividades que visam a melhoria contínua do fluxo e de todos os membros do processo, ainda

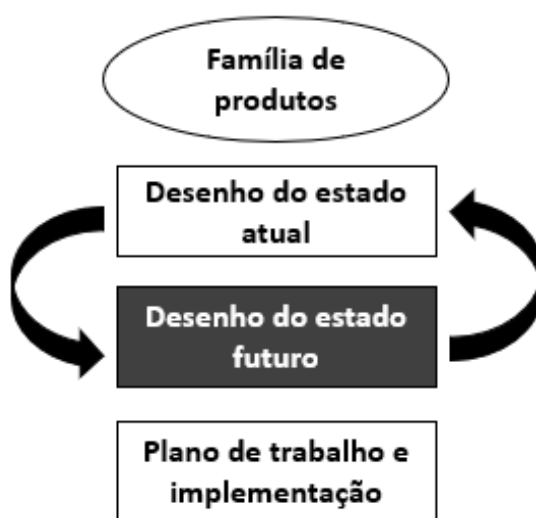
assim mantendo o produto competitivo. O mapeamento do fluxo de valor é utilizado como ferramenta para identificar oportunidades, agregar valor, eliminar os desperdícios e otimizar o fluxo. (KEYTE; LOCHER, 2004)

É comum que as empresas iniciem sua jornada através do Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para justamente aprender a enxergar os desperdícios do seu sistema produtivo e localizar os pontos mais críticos e planejar a melhoria do fluxo. (SCHOCK, 2013)

Segundo Barnes (2001), mapear o fluxo do processo é uma técnica para se registrar um processo de maneira compacta, a fim de tornar possível sua melhor compreensão e posterior melhoria. O MFV projeta, então, um “estado futuro” que corresponde à melhoria do “estado atual” de um processo por meio da aplicação das técnicas de produção enxuta.

Rother e Shook (2003) desenvolveram um manual prático que estabelece uma sequência lógica de etapas para elaboração do MFV. Deve-se selecionar uma família composta por um grupo de produtos que passam por etapas semelhantes de processamento; desenhar o estado atual e futuro, ao passo que ao desenhar o estado atual também desenvolve as ideias do estado futuro. Logo, ao criar o estado futuro, é possível verificar algo que tenha passado despercebido no estado atual; preparar um plano de trabalho e implementação que descreva as ações necessárias para chegar ao estado futuro.

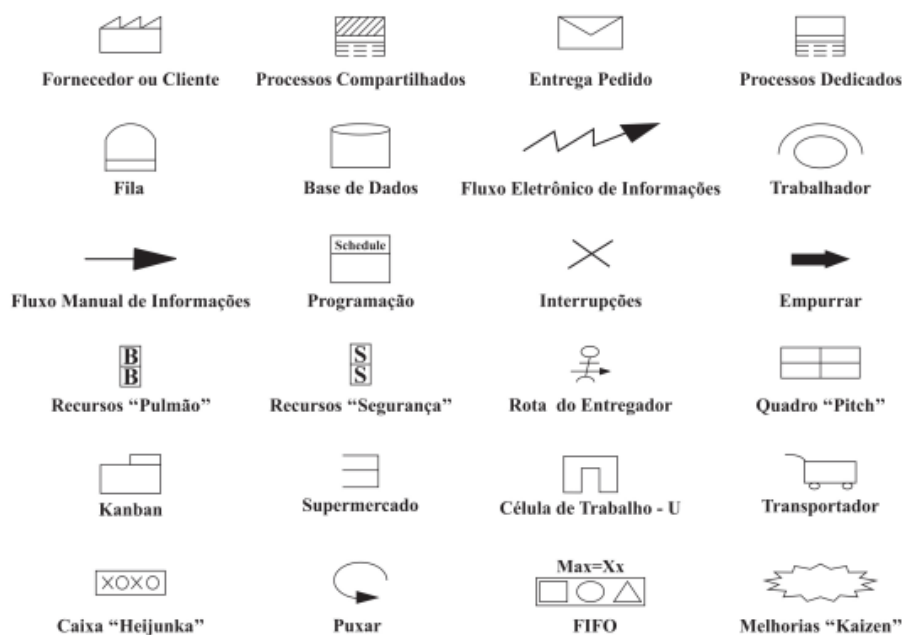
Figura 6 - Etapas básicas do mapeamento do fluxo de valor



Fonte: Adaptado de ROTHER; SHOOK, 2003.

Ainda segundo os autores, todos os processos produtivos desenhados nos mapas de fluxo de valor deverão ser devidamente identificados. Essas informações serão colocadas em caixa de dados que irão conter os seguintes itens: tempo de ciclo (T/C) que é o tempo decorrido entre um componente e o próximo saírem do mesmo processo, registrado em segundos; tempo de troca (T/TR) que é o tempo decorrido para alterar a produção de um tipo de produto para outro; a disponibilidade que é o tempo disponível por turno de trabalho no processo, descontado os tempos de paradas e manutenções; índice de rejeição que é o índice que determina a quantidade de produtos defeituosos provenientes do processo e o número de pessoas necessárias para operar o processo. Na Figura 7 estão os principais ícones utilizados na elaboração do mapeamento do fluxo de valor.

Figura 7 - Ícones do mapeamento do fluxo de valor



Fonte: ROTHER; SHOOK, 2003.

Com essas identificações, não se faz necessária a criação de relatórios, o processo é descrito por meio de figuras representativas, que irão identificar pontos, como o transporte de insumos ou produtos, identificação de kanban, mercados, estoques, sistemas de informação manuais ou eletrônicos, cliente, forma de solicitação, pessoas, descrição dos resultados, cronograma, inventário, kanban de sinal, kaizen e tabelas de dados, que na verdade são ferramentas de apoio à implantação e sucesso do mapeamento. (OLIVEIRA, 2005)

Conforme Shingo (1996), com os dados reais coletados, inicia-se o planejamento do mapa futuro. Segundo Kach *et al* (2014), esse processo deverá ser baseado na aplicação de ferramentas da qualidade e de controles de produção, focando o menor custo para a adequação do sistema. A readequação ou enxugamento da linha produtiva poderá exigir investimentos de acordo com a condição atual encontrada, mas o ganho após sua implementação será muito superior. A forma mais simples de alteração deverá ser aplicada de modo que seja eficiente para extinguir todas as falhas identificadas, devendo ainda avaliar o custo-benefício desta implementação.

Ainda segundo os autores, a principal aplicação será a mudança de layout, em que as células serão remanejadas, caminhos alterados, estoques eliminados, criação de mercados e utilização de outras ferramentas dos sistemas de qualidade, de acordo com o segmento produtivo, que irão dar apoio a essa transformação e manutenção desta.

Em uma pesquisa realizada por Costa Júnior (2009), em uma empresa fornecedora de peças do mercado automobilístico, o MFV, utilizado como alternativa para o auxílio na busca da eliminação dos desperdícios, apresenta benefícios como o aumento nas taxas de utilização de máquinas; aumento de produtividade; aumento de flexibilidade produtiva; redução de estoques; redução de Lead time e redução dos custos de fabricação.

Já para Silva (2021), após realizar uma pesquisa semelhante em uma empresa do setor da construção civil, é possível notar dificuldades ao realizar mudanças no processo, dada a limitação de recursos que as empresas dispõem para investir em sistemas de gestão.

Entende-se, entretanto, que o MFV se classifica como uma excelente ferramenta de auxílio à otimização dos processos de produção, permitindo a identificação do que não agrega valor à fabricação do produto, dando condições para que sejam tomadas ações para se obter melhoria contínua.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho se refere à análise do processo de emboço em três estúdios de uma obra em andamento, que através da aplicação do Mapeamento de Fluxo de Valor, identificam-se possíveis oportunidades de melhorias contínuas no processo. O seguinte tópico descreve a estratégia e as etapas seguidas para a realização da pesquisa.

3.1. Classificação da pesquisa

O presente trabalho consiste em um estudo de caso, de natureza qualitativa, podendo ser classificado como exploratória e descritiva (CRESWELL, 2004). A opção pela abordagem de pesquisa qualitativa deve-se ao fato desta permitir analisar aspectos subjetivos, como percepções, compreensão do contexto organizacional e dinâmica das interações grupais por intermédio de seus significados para as pessoas (RICHARDSON, 1999).

Por sua vez, recorreu-se à estratégia de estudo de caso por esta tratar de “inquirição empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de um contexto da vida real, quando a fronteira entre o fenômeno e o contexto não é claramente evidente e onde múltiplas fontes de evidência são utilizadas” (YIN, 2001).

3.2. Etapas da pesquisa

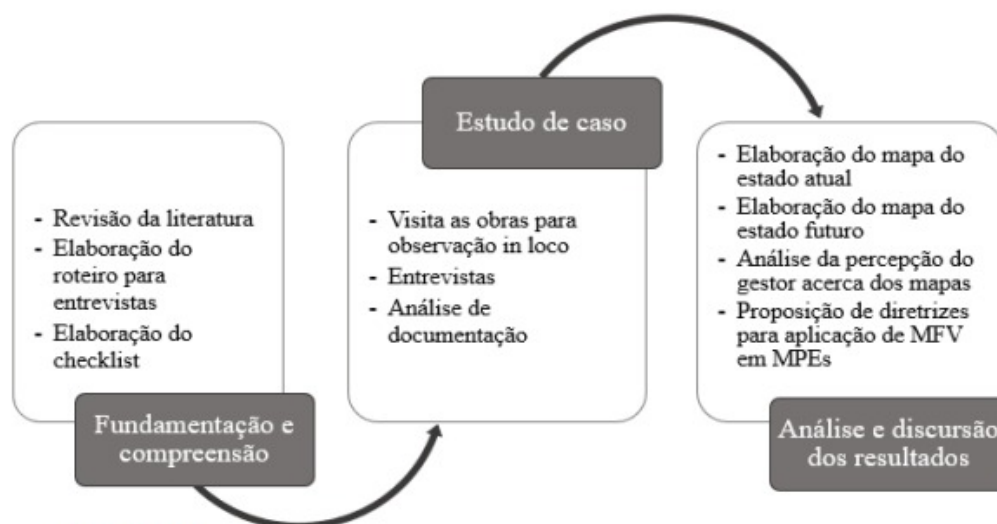
Buscando compreender a dinâmica de organização e produção da construção de alto padrão em estudo, o objetivo desta pesquisa consistiu em identificar, através do MFV, os desperdícios de processos construtivos de emboço de uma obra e analisar os planos de melhoria com o auxílio do mapeamento. Entende-se por emboço a etapa de revestimento de uma obra. Esse é o processo subsequente da alvenaria, composto pela preparação, aplicação e nivelamento da massa.

O estudo de caso foi realizado em um edifício composto por 9 (nove) pavimentos, com 6 (seis) estúdios em cada, sendo o térreo destinado ao uso de caráter coletivo. Os demais pavimentos são idênticos, totalizando uma área construída de 1550 m². Na obra em questão foram executados 5150 m² de emboço (interno e externo).

Para criar um fluxo de valor enxuto pode-se aplicar a técnica do MFV, que de acordo com Rother e Shook (2003), compreende o mapeamento do fluxo de materiais e do fluxo de informações. Logo, é de grande importância que haja um mapeamento do fluxo dos materiais do fornecedor ao consumidor final.

Para a elaboração do mapeamento do fluxo de valor, Silva (2021) desenvolveu um manual prático, apresentado na figura 8, que estabelece um delineamento lógico de etapas. Na elaboração do MFV dos processos já citados, será utilizado esse roteiro com as adaptações necessárias.

Figura 8 - Delineamento da pesquisa



Fonte: SILVA, 2021.

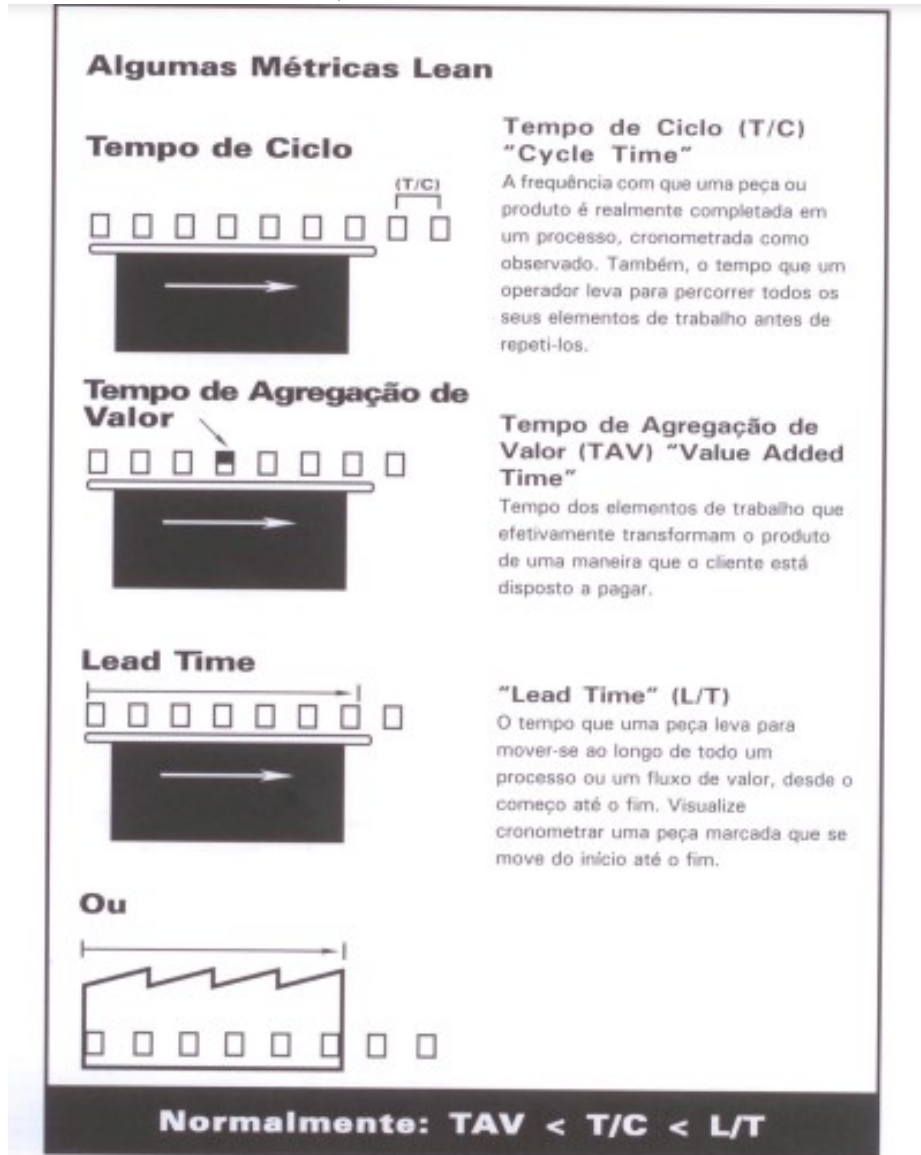
A partir dessas informações foram elaboradas planilhas para melhor representação dos dados necessários para dar continuidade na análise. Tais dados foram levantados *in loco* por um dos integrantes da equipe. Em sequência, foi iniciada a elaboração do mapeamento do estado atual, pelo Excel, para obter uma visão global do fluxo de valor e dos desperdícios a ele associados, visando esforços nos fluxos de valor que exigem melhoria substancial sob uma perspectiva ampla, que tenha como núcleo o objetivo do negócio.

Rother e Shook (2003) consideram ainda que, para a elaboração do mapeamento do estado atual, seja necessário fazer o levantamento de algumas métricas, expostas no quadro 2 e dados do processo:

1. Tempo de ciclo para cada processo (T/C): equivale ao tempo necessário entre um componente e o próximo saírem do mesmo processo;

2. Tempo de troca (T/R): é o tempo para mudar a produção de um tipo de produto para outro;
3. Disponibilidade: é o tempo de disponibilidade real da máquina/ operação;
4. Número de operadores: número de operadores necessários para operar o processo;
5. Tempo de trabalho: é o tempo de trabalho disponível por turno, desconsiderando os intervalos.
6. Disponibilidade: tempo de trabalho disponível por turno;
7. Tempo de ciclo (T/C): equivale ao tempo que uma peça leva para ser processada;
8. Disponibilidade (D): é o tempo disponível para cada turno no processo, e leva conta os tempos de parada e para manutenção.

Quadro 2 - Métricas Lean



Fonte: ROTHER; SHOOK, 2003.

O mapeamento do estado futuro foi elaborado em sequência e tem como objetivo destacar fontes de desperdício e eliminá-las através da construção de uma cadeia de produção em que os processos se aproximam o máximo de produzir apenas a demanda do cliente.

O mapa do estado futuro mostra uma visão do que se deseja para o futuro. A próxima etapa, segundo Rother e Shook (2003), é criar um documento que mostre o plano de ação (o que planeja executar e quando), metas quantificáveis e pontos de checagens claros e com prazos reais.

Para escolher um ponto inicial para começar a implantação dos planos de trabalho, seguiu-se a análise de Rother e Shook (2003):

- Processos que estão bem entendidos por todos os funcionários e mudanças não vão alterar o ciclo de serviço;
- Processo em que a probabilidade de sucesso seja alta;
- Processos em que há probabilidade de grande impacto financeiro;

Dentre as ferramentas utilizadas na análise, destacam-se “Os 5 porquês”, que foram utilizados no Sistema de Toyota de Produção. É uma técnica fácil a ser usada e consiste em fazer as pessoas questionarem qual o problema cinco vezes, sempre direcionado à resposta anterior.

O 5W1H, ferramenta apresentada na figura 9, consiste em um formulário de perguntas de forma organizada que ajuda a identificar as ações, em que essas ações serão realizadas, o porquê destas ações, quem irá executá-las, quando e como será a execução destas.



Fonte: PINTO, 2018.

Por fim, após as proposições de melhoria, será apresentado no final deste trabalho, averiguando a compreensão do processo, o potencial de geração de valor, bem como finalizar a pesquisa realizada.

4. RESULTADOS

O seguinte capítulo contém as ideias captadas durante todo o processo de pesquisa, dividido em duas etapas essenciais: o mapeamento do estado atual e do estado futuro do processo em foco.

4.1. Mapeamento do Estado Atual

Para melhor concepção do MFV, a produção do serviço foi dividida em “estúdio 1”, “estúdio 2” e “estúdio 3” – uma amostra significativa – todos com 68 m² de parede para realização do emboço interno.

A construção do *Lead Time* foi feita com os tempos que agregam valor ao produto e com o tempo total do processo. Para o tempo de ciclo (T/C), foi cronometrado o tempo em que o operário levou para terminar o serviço em cada estúdio, incluindo eventuais paradas no meio do processo. De acordo com o art. 7º, inciso XIII, da Constituição Federal de 1988, considera-se a jornada de trabalho de oito horas diárias, mas para preservar a veracidade prática da pesquisa, considera-se apenas sete horas ao dia de fato dedicadas ao serviço.

Vale ressaltar que, quando o serviço não é completado no mesmo dia em que se iniciou, o tempo de ciclo é pausado e reiniciado quando começa novamente no dia seguinte, pois o tempo de descanso de cada trabalhador é inegociável perante a lei.

Para o cálculo da disponibilidade (D), foi descontado do tempo de ciclo o tempo em que o operário interrompeu o serviço para realizar tarefas que não agregam valor ao produto final. E, para o tempo de troca (T/TR) foi cronometrado o tempo que o profissional levou para iniciar o serviço em um estúdio após finalizar o anterior. Com isso, foram elaborados três diferentes Mapas de Fluxo de Valor do estado atual, cada um representando um estúdio onde o serviço foi realizado.

Como a maior produtividade é uma prioridade na construção do edifício, foi optada a utilização da argamassa estabilizada para a realização deste processo. Além da produtividade, foi considerado o fator do espaço não ser grande o suficiente para armazenar o material necessário caso a produção fosse *in loco*.

Para melhor interpretação dos resultados obtidos, serão apresentados tanto o sistema produtivo adotado na empresa quanto o procedimento que o profissional adota para executar o serviço de emboço. De acordo com o responsável pela obra, o processo produtivo é composto por um servente geral, um servente específico por

pavimento e um pedreiro. A descarga de argamassa estabilizada é feita no subsolo e a função do servente geral é abastecer as caixas que serão transportadas, através de uma minigrua, até o pavimento em que o serviço está sendo executado. Com o material *in loco*, o servente específico transporta o material até o estúdio que será emboçado. Essa produção em série se repete até a finalização interna do prédio.

O procedimento citado pelo responsável refere-se apenas à etapa do emboço. Segundo ele, para dar início ao processo, é necessário tirar os esquadros das paredes e conferir o prumo e atrelado a essa etapa fazer o assentamento das taliscas – peças cerâmicas, em forma de placa retangular ou quadrada, feitas em geral de cacos de bloco cerâmico que têm a função de delimitar a espessura do reboco na parede. Logo após, executam-se as mestras que servirão de guia para o preenchimento da parede e, por fim, pode-se aplicar a argamassa no restante da parede e sarrafear. Para finalizar, é feito um acabamento com a desempenadeira e o serviço está pronto.

Na tabela 1 contém os dados levantados durante a execução do emboço em cada estúdio.

Tabela 1 - Dados MFV atual da execução do emboço

	T/TR	T/C	T paradas	D
Estúdio 1	14 h	810 min	49 min	93,95%
Estúdio 2	0,5 h	750 min	13 min	98,27%
Estúdio 3	-	940 min	151 min	83,94%

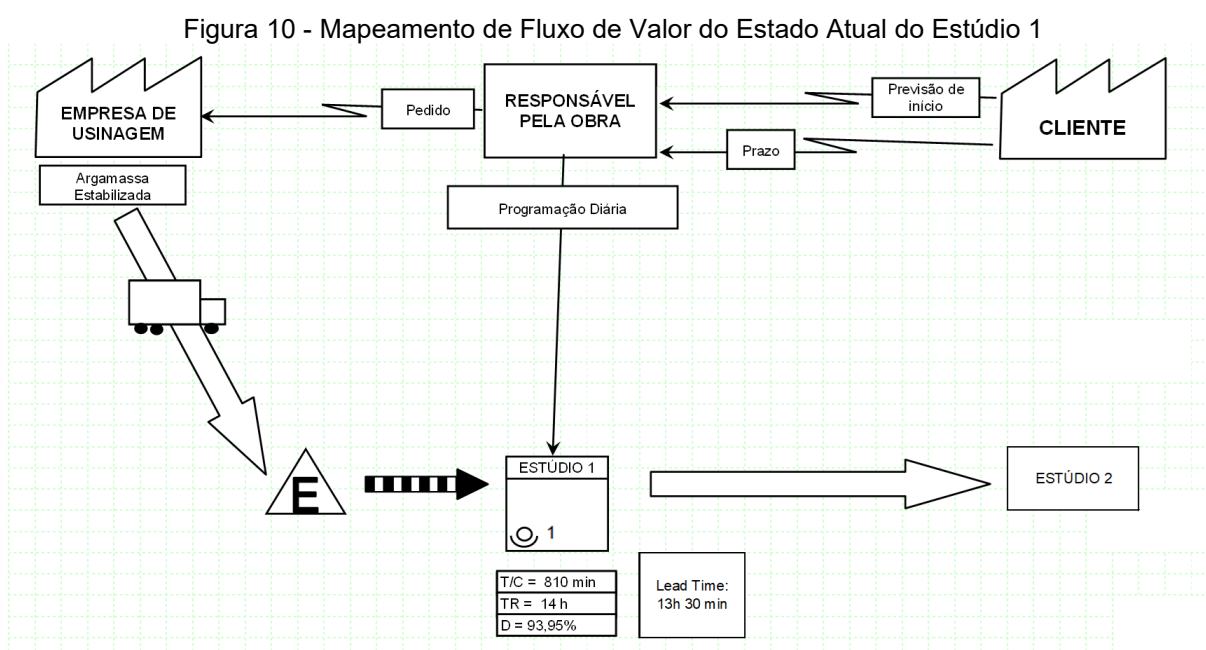
Fonte: Os autores, 2022.

Pela análise dos dados da Tabela 1, pode-se perceber que o T/C de todos os estúdios possui tempos consideráveis. Isso se deve ao fato de que o colaborador demora em média quase dois dias úteis para finalizar o serviço completo.

A etapa de emboço dos três estúdios se encaixa no caso citado acima, o trabalhador não finalizou o serviço no dia em que foi iniciado e, portanto, o tempo de ciclo foi contado de forma contínua – não contabilizando o tempo em que o trabalhador estava fora da jornada de trabalho como tempo parado. Esse tempo foi considerado no T/TR entre um estúdio e o próximo.

Na Figura 10 está representado o Mapeamento do Estado Atual do Estúdio 1. É possível perceber que o processo inicia com a solicitação dos serviços e a determinação de um prazo para ser cumprido, e é seguido por um pedido à empresa de usinagem – realizado pelo responsável pela obra, durante o final da etapa que antecede o emboço. Devido ao fato de a argamassa estabilizada ter duração de apenas 48 horas, sem perder suas propriedades e ficar inerente à utilização, os pedidos são feitos no dia anterior e o fornecedor abastece a obra todos os dias com o material. Portanto, essa logística não foi considerada no tempo de ciclo do Estúdio 1.

Os tempos de parada do Estúdio 1 são referentes a dois tipos de paradas. O primeiro, que durou 30 minutos, deve-se ao fato de que o material necessário para o serviço não havia sido entregue em obra, por conta do pedido tardio no dia anterior. Já o segundo tipo de parada (19 minutos) não foi inerente ao processo, e sim particular do responsável pelo serviço do emboço.

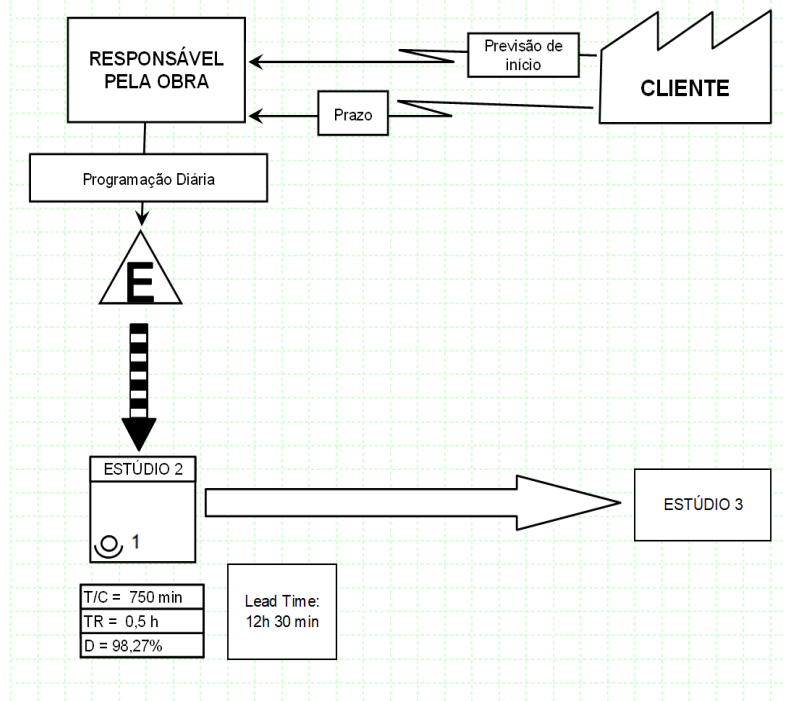


Fonte: Os autores, 2022.

Partindo para a análise da Figura 11, observa-se que não é representado o processo de solicitação de material. Isso porque o emboço do segundo estúdio foi realizado com o mesmo material solicitado para o Estúdio 1 – representado na Figura 10. O restante do processo é análogo ao do Estúdio 1.

Os tempos de parada do Estúdio 2 são todos referentes a paradas particulares do responsável pelo serviço do emboço.

Figura 11 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual do Estúdio 2

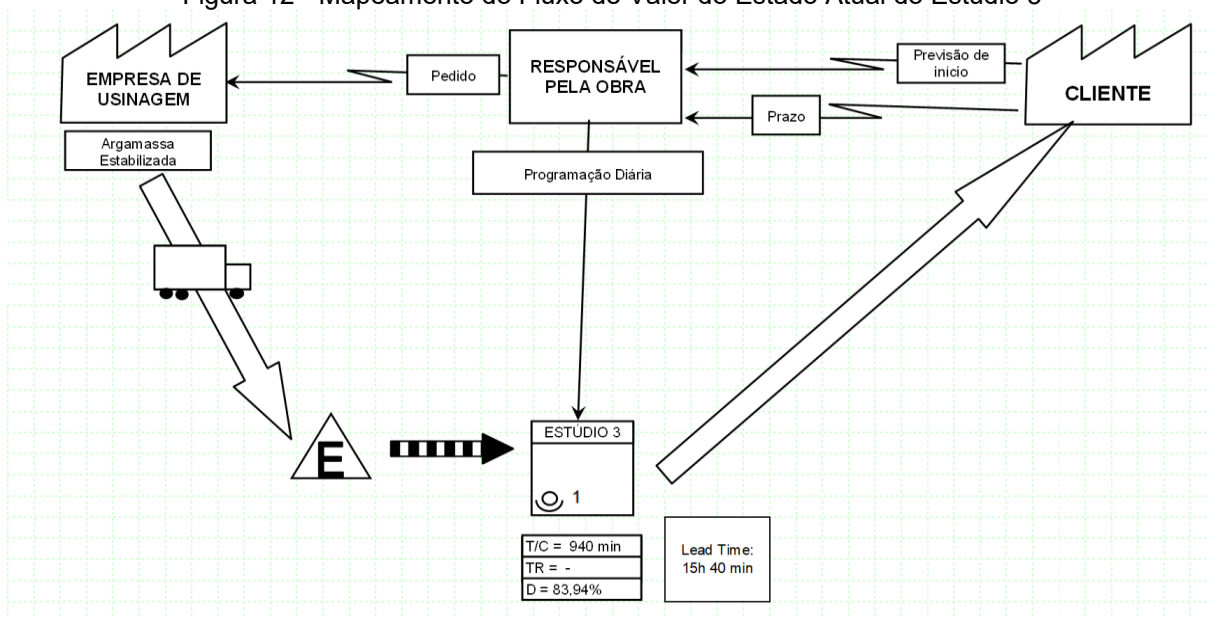


Fonte: Os autores, 2022.

Por fim, analisa-se o Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Atual do Estúdio 3 na Figura 12. Diferente da figura anterior, esse mapeamento conta com a solicitação de materiais novamente, visto que o material pedido inicialmente não foi suficiente para completar o serviço dos três estúdios. Foi optado esperar pelo material novo, pois a quantidade excedente dos outros estúdios não completaria nenhuma parede, assim, eliminando a necessidade de emendas no emboço.

No dia planejado para que o processo fosse iniciado, o material ainda não havia sido entregue na obra, portanto, o operário ficou 123 minutos sem produzir. Os outros 28 minutos contabilizados como paradas são novamente atribuídos às necessidades particulares do responsável.

Figura 12 - Mapeamento do Fluxo de Valor do Estado Atual do Estúdio 3



Fonte: Os autores, 2022.

4.2. Mapeamento do Estado Futuro

Diante das análises dos MFV dos estados atuais, criou-se, para cada estúdio, um MFV futuro modelo de como o serviço de emboço poderia ser executado reduzindo ao máximo os desperdícios encontrados.

Rother e Shook, autores já citados anteriormente, propuseram perguntas a serem feitas a partir do mapeamento do estado atual para a elaboração do mapeamento do estado futuro, priorizando a solução dos problemas encontrados visando à melhoria contínua do processo. Adaptando o quadro proposto por Dalanhol (2017), abaixo, no quadro 3, estão representadas as perguntas e respostas sobre o MFV elaborado.

Quadro 3 - Perguntas para a elaboração do MFV do Estado Futuro

PERGUNTAS	RESPOSTAS
O que está causando o desperdício?	Esperas causadas pelo atraso de entrega de materiais e posterior separação, o que gera um aumento no T/C e TR.

(continua)

(continuação)

PERGUNTAS	RESPOSTAS
Onde usar o fluxo contínuo?	Sugere-se, para reduzir o tempo de paradas e conseqüentemente o T/C e TR, implementar o sistema kanban para controlar os pontos de estoque, reduzindo esperas, acúmulo e falta de estoques em processos, eliminando filas e trabalhando exatamente de acordo com o ritmo da demanda da empresa
Quais melhorias de processo são necessárias?	Planejamento prévio de todo o serviço, com um controle de estoque do início ao fim do processo.

Fonte: Os autores, 2022.

Percebe-se, a partir do MFV atual e do quadro de perguntas, que o problema que gerou maior consequência foram as esperas e os registros e movimentações desnecessários no serviço de emboço. No mesmo quadro ainda é feita a proposta de realizar um planejamento prévio antes do início do serviço para verificar a quantidade de material, já que no Estúdio 3 houve um tempo de espera para a chegada de argamassa estabilizada na obra.

Observa-se também, que mesmo com um tempo de ciclo elevado, os três estúdios apresentaram uma média de produtividade de 0,195 Hh/m². Essa produtividade calculada pela RUP (Processo Unificado da Rational) representa o número de homens-hora necessário para executar um metro quadrado de alguma atividade, como pintura, alvenaria e revestimento. Para calcular o número de homens-hora, basta verificar a quantidade de operários que se dedicaram ao serviço e por quanto tempo eles trabalharam.

Em termos comparativos, a média de produtividade apresentada no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) de um homem realizando o serviço em estudo é de 0,47 Hh/m² (Tabela 2), e a apresentada pela

Tabela de Composição de Preços para Orçamentos (TCPO), dentro das mesmas condições da SINAPI, é de 0,57 Hh/m² (Tabela 3). Um dos principais motivos para essa variação considerável se deve ao fato do encarregado pelo serviço contar com o auxílio de dois serventes, como já citado anteriormente.

Tabela 2 - Tabela SINAPI referente à execução do emboço

87529 - MASSA ÚNICA, PARA RECEBIMENTO DE PINTURA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADA MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, ESPESSURA DE 20MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014

Código	Descrição	Unidade	Quant.	Custo Unit.	Custo Total
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,47	20,14	9,46
88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,17	16,63	2,84
Total					26,90

Fonte: SINAPI, 2019.

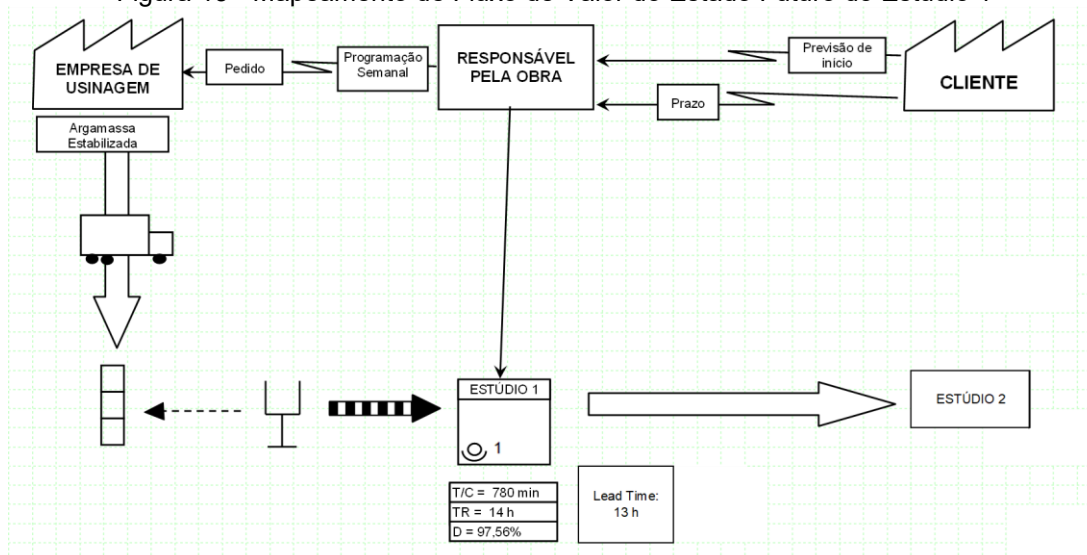
Tabela 3 - Tabela TCPO referente à execução do emboço

3R 10 11 11 00 00 00 05 74		Emboço para parede interna esp.: 3 cm com argamassa mista de cimento, cal e areia traço 1:2:8 - m ²	
Código	Descrição	Unid.	Consumos
2N 36 16 25 12 29	Pedreiro	h	0,5700
2N 36 16 25 12 34	Servente	h	0,3400

Fonte: TCPO, 2017.

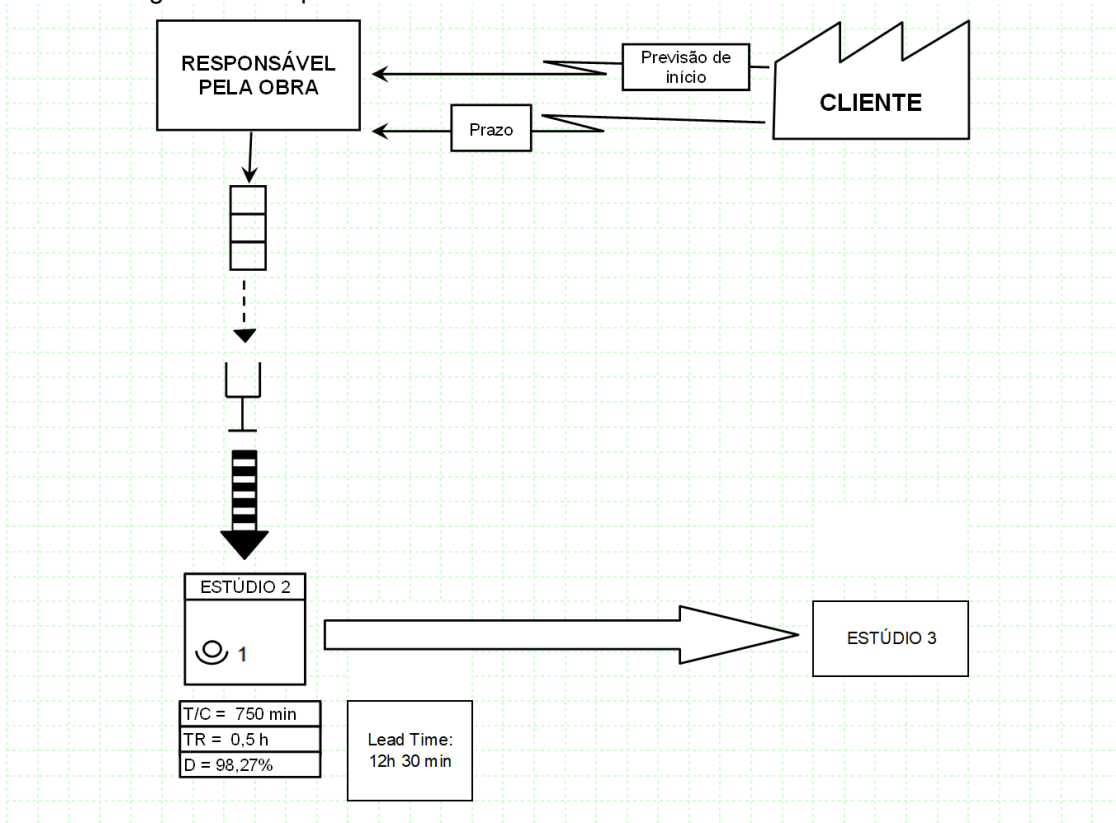
Diante dessas conclusões, elaboraram-se as propostas dos Mapeamentos de Fluxo de Valor do estado futuro para o serviço de emboço nos três estúdios. Nas Figuras 11, 12 e 13 estão representados, respectivamente, os MFV futuros do primeiro, segundo e terceiro estúdio.

Figura 13 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro do Estúdio 1



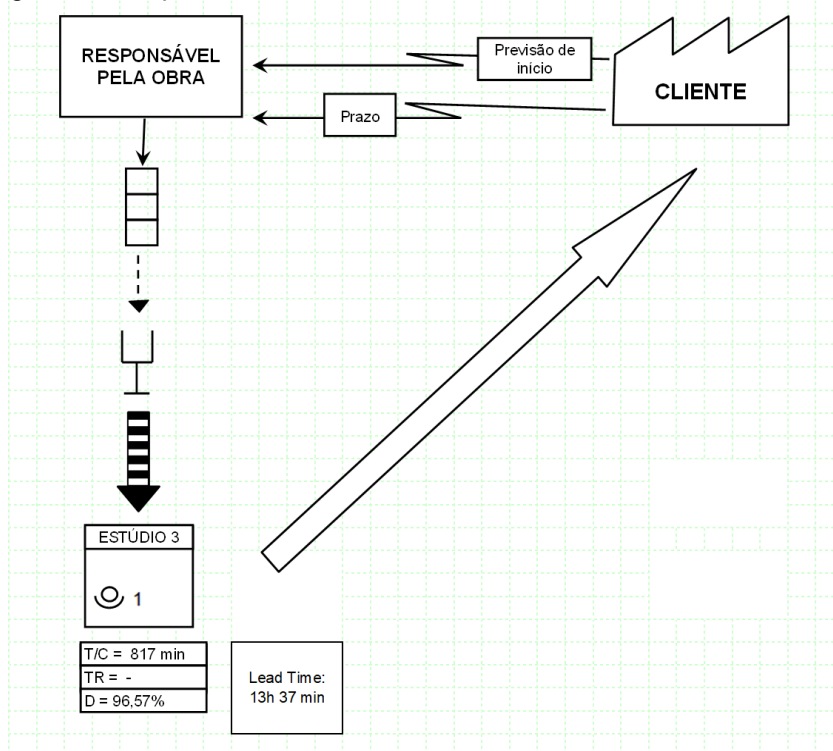
Fonte: Os autores, 2022.

Figura 14 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro do Estúdio 2



Fonte: Os autores, 2022.

Figura 15 - Mapeamento de Fluxo de Valor do Estado Futuro do Estúdio 3



Fonte: Os autores, 2022.

O planejamento e os pedidos atualmente são feitos diariamente e os pedidos são solicitados via *WhatsApp* para a empresa de usinagem. Ainda que, aparentemente, seja a melhor solução, qualquer falha de comunicação entre o responsável pelos pedidos e o fornecedor gera um atraso em todo o processo, como exposto no Estúdio 1 e 3. Visando eliminar os tempos parados devido à falta de material ou demora na entrega, a primeira mudança sugerida no MFV futuro é a programação semanal dos suprimentos, exposto no Mapeamento do Estúdio 1.

Usando o cronograma de obra como base, no final de cada semana alinham-se quais serão as frentes de trabalho executadas na próxima semana e definir a quantidade de argamassa necessária. Dessa forma, o contato com o fornecedor, reduzido, tende a evitar as falhas de comunicação e o esquecimento de realizar os pedidos, visto que o responsável tem outras funções durante o dia.

Outra ferramenta sugerida no MFV futuro é o *Kanban*, um sistema de controle aplicado para garantir uma gestão de estoques mais eficiente. Com o planejamento semanal de suprimentos e a geração de um estoque de segurança, a fim de evitar qualquer falta de material, o *kanban* auxiliará a equipe a identificar a necessidade de ressuprimento.

Adicionando mais um plano de trabalho, sugere-se a contratação de um almoxarife – ação com grande potencial de aumento da produtividade. Essa iniciativa, além de organizar os pedidos de material referentes ao serviço de emboço, poderia auxiliar no controle de estoque evidenciando possíveis problemas e estabelecendo um maior senso de urgência na solicitação de suprimentos.

Por fim, a partir dos mapas e das análises apresentadas acima, criou-se a Tabela 4, que expõe um resumo dos tempos totais de produção do serviço de emboço, bem como o tempo que seria possível reduzir com a implementação da proposta dos MFV futuro e dados comparativos referente a disponibilidade (D) em cada estúdio.

Tabela 4 - Tabela resumo dos tempos de ciclo do serviço de emboço

	Estado Atual	Estado Futuro	Redução de T/C	Aumento da disponibilidade (D)
Estúdio 1	13h 30min	13 h	30 min	3,61%

(continua)

(continuação)

	Estado Atual	Estado Futuro	Redução de T/C	Aumento da disponibilidade (D)
Estúdio 2	12h 30min	12h 30min	0 min	0%
Estúdio 3	15h 40min	13h 37min	2h 3min	12,63%

Fonte: Os autores, 2022.

Pode-se notar, pela tabela resumo, que tanto no estúdio 1 quanto no estúdio 3 houve uma redução do T/C. Em ambos os casos, a redução foi direcionada ao tempo de parada, visto que, como já citado anteriormente, o tempo produtivo da equipe está acima da média esperada.

Ainda que a redução, em números, não seja de fato significativa, comparando com o tempo total para execução do serviço, houve um aumento da disponibilidade, o que gerou uma média de 96,8% entre os três estúdios, eliminando todos os tempos de espera inerentes ao processo, melhorando continuamente o serviço – um dos principais objetivos da filosofia *Lean*.

5. CONCLUSÃO

A partir da necessidade de ganhar espaço no setor da construção civil, eliminar desperdícios e aumentar a produtividade tornou-se algo promissor. O Sistema Toyota de Produção trouxe, em suas ideias, ferramentas como o MFV, abordado neste trabalho com o objetivo de mapear o fluxo de produção desde o fornecedor até o cliente, no intuito de encontrar pontos do processo em que ocorrem perdas de qualquer natureza. A partir disso é possível criar uma sugestão de melhoria para os procedimentos aplicados.

O serviço acompanhado neste trabalho foi o emboço, em que foram identificados desperdícios referentes ao estoque, compra de material e paradas desnecessárias, mas com um tempo de ciclo e *lead time*, desde o estado atual, diferente dos padrões esperados.

Diferentemente do esperado em obra, como já citado, este estudo apresentou uma alta produtividade. O número de pessoas envolvidas na mão de obra do serviço e os seus pagamentos proporcionais às suas produtividades são fatores que influenciam diretamente o resultado encontrado.

Mesmo diante de pouca redução do *lead time*, foi possível reduzir significativamente as paradas e os tempos improdutivos gastos com espera de material e separação deste, devido à precariedade da logística e ao discernimento de identificar algumas diretrizes para a aplicação do mapa de fluxo de valor na etapa de emboço no setor da construção civil.

Para trabalhos futuros, sugere-se analisar mais serviços em empresas da construção que trabalhem no mesmo modelo da estudada, para comparar o quadro de problemas e o índice de produtividade. Também se sugere que tal serviço seja acompanhado por um período de tempo mais longo, de maneira que se possa avaliar os efeitos de temperaturas para com os operários, bem como outras possíveis variáveis.

REFERÊNCIAS

BARCO, C. F.; VILLELA, F. B. Análise dos Sistemas de Programação e Controle da Produção. *In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. 2008, Rio De Janeiro. **Anais [...]** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.

BARNES, R. M. **Estudo de movimentos e de tempos: projeto e medida do trabalho**. Editora Edgard Blucher LTDA, 2001.

BØLVIKEN, T.; ROOKE, J.; KOSKELA L. The Wastes of Production in Construction: a TFV based taxonomy. *In: Annual Conference of The International Group for Lean Construction*. 2014, Oslo.

BRAGA, M. F.; MESQUITA, J. C. S.; BARRETO, J. G.; CANDIDO, L. F. Aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor na construção civil: análise do processo de alvenaria de vedação. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*. 2016, Ponta Grossa. **Anais [...]** Ponta Grossa: ABEPRO, 2016.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 maio 2022.

CHILD, P. The Management of Complexity. **The McKinsey Quarterly**, issue 4. Autumn 1991.

COSTA, J. E. L. **Gestão em processo produtivo**. Curitiba: IBPEX, 2009.

CRESWELL, J. W. **Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative**. 2. ed. Prentice Hall: Pearson, 2004.

DALANHOL, I. **Diretrizes para a aplicação do Mapa de Fluxo de Valor na fase de acabamentos - setor da construção civil**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Campus Pato Branco, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2017.

ERICKSEN, P. D.; STOFLET, N. J.Suri, R.; **Manufacturing Critical-path Time (MCT): the QRM metric for lead time**. Technical Report - Center for Quick Response Manufacturing, University of Wisconsin-Madison: Technical Report, USA, 2007.

FERRO, J. R. **A essência da ferramenta Mapeamento do Fluxo de Valor**. 21 set. 2005. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/61/a-essencia-da-ferramenta-mapeamento-do-fluxo-de-valor.aspx>. Acesso em: 16 nov. 2021.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que Simplesmente Just-In-Time**. Caxias do Sul: [S.n.], 1996.

HIROTA, E. H.; FORMOSO, C. T. O processo de aprendizagem na transferência dos conceitos e princípios da produção enxuta para a construção. *In: ENCONTRO*

NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000. **Anais [...]** Salvador: ENTAC, 2000.

HORNBURG, S.; TUBINO, D. F.; LADEIRA, N. E.; THONERN, A.; RIFFEL, L. F. **A Programação da Produção Puxada Pelo Cliente: Estudo de Caso na Indústria Têxtil.** Rio de Janeiro: [S.n.], 2008.

IMAI, M. **Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo.** 5 ed. São Paulo: IMAM, 1994.

ISATTO, E.L. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil.** Porto Alegre: SEBRAE, 2000.

JUNQUEIRA, L. E. L. **Aplicação do Lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0.** 2008. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Engenharia de Produção para Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

KACH C. S., OLIVEIRA J. R., DA VEIGA R. L., GALHARDI, C. A. Mapeamento do Fluxo de Valor: Otimização do Processo Produtivo sob a ótica da Engenharia da Produção, 2014. *In*: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. **Anais [...]** Rio de Janeiro: AEDB, 2014.

KEYTE, B.; LOCHER., D. **The complete lean enterprise: value streams mapping for administrative and office process.** New York: Productivity Press, 2004.

KOPPER, R. **Construção enxuta: a prática do princípio da transparência nos processos construtivos em empresas da grande Porto Alegre.** 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Center for Integrated Facility Engineering - CIFE**, Stanford University (Technical Report No 72). 1992.

LEMOS, A. C. D. **Aplicação de uma metodologia de ajuste do sistema kanban em um caso real utilizando a simulação computacional.** 1999. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Florianópolis, 1999.

NECO, A. R. M. **Melhoria contínua: um estudo de caso sobre a implantação na área administrativa de uma empresa e os seus resultados.** 2011. Monografia (Especialização em Gestão de Negócios) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

OLIVEIRA, M. A. **Documentação para sistemas de gestão.** 1ª ed. Rio de Janeiro: [S.n.], 2005.

PINTO R. A. Q.; TORTATO, U.; DA VEIGA, C. P.; CATAPAN, A. Gestão de estoque e *lean manufacturing*: estudo de caso em uma empresa metalúrgica. **Revista Administração em Diálogo (RAD)**, São Paulo, v.15, n.1, 2013.

ROTHER, M.;HARRIS R. **Criando Fluxo Contínuo**. Lean Institute Brasil. São Paulo: [S.n.], 2002.

ROTHER, M., SHOOK, J.. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo: *Lean Institute* Brasil, 2003.

SANTOS, C. L., GOHR, F. C, DOS SANTOS, J. E. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 7, n. 4, 2011.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas e projetos**. 2008. Monografia (Curso de Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Vitória, 2008.

SCHOCK, F. A. **MFV- Mapeamento de Fluxo de Valor, Estudo de caso utilizando MFV em uma empresa do ramo de implementos agrícolas**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, Panambi, 2013.

Shingo, S. **Zero Quality Control**: Source Inspection and the Poka-yoke System. Cambridge: [S.I.],1986

SHOOK, Y: **Becoming Lean**: Inside Stories of U.S. Manufacturers. Portland: [S.n.], 1998.

SILVA, F. S. **Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) em obras de pequeno porte: estudo de caso em uma pequena empresa de construção..** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Campus de Crateús, Universidade Federal do Ceará, Crateús, 2021.

SINAPI. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 18 maio 2022.

SOUZA, A. V. B, MATA, C. F. J. Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) como ferramenta de produção enxuta: simulação de aplicação em uma fábrica de grampos para cabelo. **Revista Eletrônica Engenharia de Interesse Social**, Betim, v. 1, n. 3, 2018.

STALK, G. J.; Hout,T, M. **Competing against time**. New York: Free Press, 1989.

TCPO. **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos**. 15 ed. São Paulo: Pini, 2019.

WOMACK, J.P.; JONES, D.R. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**: Elimine o desperdício e crie riquezas. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo**. 8. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de Caso – Planejamento e Método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2001.