

**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**CAIO ALVES DE CARVALHO**

**APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* EM REFORMAS HABITACIONAIS**

SÃO PAULO

2022

**CAIO ALVES DE CARVALHO**

**APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* EM REFORMAS HABITACIONAIS**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de pós-graduação lato-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios.

Orientador: Me. Rodolfo Santana Roque Moralez

SÃO PAULO

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catologação na publicação

Serviço de Biblioteca e Documentação

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Catologação-na-publicação

Carvalho, Caio Alves de  
APLICAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION EM REFORMAS  
HABITACIONAIS / C. A. Carvalho – São Paulo, 2022.  
75 p.

Monografia (Especialização em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Lean Construction 2.Reforma habitacional I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Escola de Engenharia Politécnica da USP por ter proporcionado minha formação na Pós-graduação em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifício e assim, o conhecimento indispensável para o projeto.

Ao Me. Rodolfo Santana Roque Moralez, orientador desse trabalho, por sempre estar disposto a me auxiliar no desenvolvimento do trabalho com empenho e dedicação e, principalmente, por compartilhar algumas de suas experiências, pessoais e profissionais.

Aos Professores Dr. Francisco Ferreira Cardoso e Dra. Mércia Maria Semensato Bottura de Barros, pelo direcionamento exemplar no decorrer do trabalho, possibilitando assim, um encaminhamento eficiente ao longo do ano e durante todo o curso.

À Karla Alves de Carvalho e Camila Alves de Carvalho, por ajudar na correção e revisão de textos do trabalho, tornando-o de melhor compreensão.

A todos os colegas do curso, com os quais dividimos experiências e conhecimentos ao longo dos últimos anos.

## RESUMO

O setor da construção civil apresentou grande crescimento nos últimos anos. Tal crescimento vem acompanhado de mudanças nas necessidades do mercado devido à alteração na cultura, moda e no desenvolvimento sociocultural e econômico, além de novas exigências tecnológicas organizacionais e normativas. Neste contexto, muitas edificações antigas passam a não atender tais imposições, trazendo à tona a premência de reformas e remodelações. As obras de reforma, de modo geral, têm se apresentado como uma alternativa para tais mudanças e tem apresentado, também, um crescimento expressivo. Não obstante as perspectivas de crescimento, o segmento tem sido dominado pela informalidade e como consequência, enfrentado diversos problemas, devido à atrasos, retrabalho, falta de produtividade, baixa qualidade e segurança. Em linha, o setor da construção civil, durante um longo tempo, desenvolveu suas atividades no modelo antigo de produção, sem nenhum tipo de processo ou inovação. O segmento não acompanhou a evolução das indústrias de bens de consumo, que aplicaram metodologias de gestão da qualidade mais satisfatórias, como o *Lean Thinking*. Essa ferramenta é um método para eliminação de desperdícios e aumento da produtividade. Baseado nisso, o *Lean Construction* (Construção Enxuta), é uma metodologia focada para a eliminação de desperdícios, utilizando um novo conceito de gestão e fluxo produtivo. As oportunidades de aplicação são abundantes e ao mesmo tempo desafiadoras, visto que os projetos do setor, diferentemente da padronização encontrada no setor manufatureiro, possuem maior duração, maior quantidade de agentes envolvidos e diferentes especificações a cada projeto. Buscando reverter esse cenário, o objetivo desse trabalho é analisar a viabilidade da aplicação dos conceitos *Lean Construction* em obras de reformas habitacionais, buscando maior produtividade e organização nesse segmento. Para tanto, empregou-se como método de pesquisa a pesquisa-ação, juntamente com a revisão bibliográfica, entrevistas com profissionais do ramo e estudo de caso, os quais permitiram ao autor identificar a viabilidade da aplicação.

Palavras-chave: Construção Civil, *Lean Construction*, Reforma Habitacional.

## **ABSTRACT**

The civil construction industry has shown great growth in the last few years. This growth has been accompanied by changes in market needs due to changes in culture, fashion, and socio-cultural and economic development, as well as new technological, organizational, and regulatory requirements. In this context, many old buildings fail to have these requirements, bringing to the fore the urgency of renovation and remodeling. Renovations, in general, have presented themselves as an alternative to such changes, and have also shown significant growth. Despite the growth prospects, the segment has been dominated by informality and, as a consequence, has faced several problems due to delays, rework, lack of productivity, low quality, and safety. In line, the civil construction sector, for a long time, developed its activities in the old production model, without any kind of process or innovation. The segment has not followed the evolution of consumer goods industries, which have applied more satisfactory quality management methodologies, such as Lean Thinking. This tool is a method to eliminate waste and increase productivity. Based on this, Lean Construction is a methodology focused on the elimination of waste, using a new concept of management and production flow. The opportunities for application are abundant and at the same time challenging, since the projects in this sector, unlike the standardization found in the manufacturing sector, have a longer duration, more agents involved, and different specifications for each project. Seeking to reverse this scenario, the objective of this study is to analyze the feasibility of applying Lean Construction concepts in housing renovations, seeking greater productivity and organization in this segment. To this end, the research method used was action research, along with a literature review, interviews with professionals in the field, and case studies, which allowed the author to identify the feasibility of the application.

**Keywords:** Civil Construction, Lean Construction, Housing Renovation.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Atividades desenvolvidas na pesquisa .....                              | 16 |
| Figura 2 - Modelo simplificado para o TPS .....                                    | 17 |
| Figura 3 - Compreendendo a geração de valor e desperdícios .....                   | 19 |
| Figura 4 - Princípios do <i>Lean Thinking</i> .....                                | 20 |
| Figura 5 - Níveis de planejamento segundo o <i>Last Planner System</i> .....       | 26 |
| Figura 6 - Sistema de planejamento <i>Last Planner</i> .....                       | 27 |
| Figura 7 - Esquema de processamento com <i>buffers</i> .....                       | 28 |
| Figura 8 - O método dos 5 sentidos .....   | 30 |
| Figura 9 - Ciclo PDCA .....  | 32 |
| Figura 10 - Elementos gráficos para montagem do fluxo de valor .....               | 33 |
| Figura 11 - Exemplo de MFV .....   | 34 |
| Figura 12 - Distribuição do PIB entre os segmentos da construção .....             | 38 |
| Figura 13 - Processo produtivo identificado para a reforma de um apartamento ..... | 40 |
| Figura 14 - Principais dificuldades em reformas habitacionais .....                | 43 |
| Figura 15 - Matriz de decisão – Dificuldades que mais impactam na reforma .....    | 44 |
| Figura 16 - Principais causas e impactos .....                                     | 45 |
| Figura 17 - <i>Last Planner</i> : ações adotadas .....                             | 47 |
| Figura 18 - <i>Just-in-time</i> : ações adotadas .....                             | 47 |
| Figura 19 – <i>Kanban</i> : ações adotadas .....                                   | 47 |
| Figura 20 - Sistema 5s: ações adotadas .....                                       | 48 |
| Figura 21 – Gerenciamento Visual: ações adotadas .....                             | 48 |
| Figura 22 - Planta <i>layout</i> .....   | 49 |
| Figura 23 - Macro Fluxo - parte 1 .....  | 51 |
| Figura 24 - Macro Fluxo - parte 2 .....  | 51 |
| Figura 25 - Cronograma .....   | 52 |
| Figura 26 – Cálculo do PPC: Semana 1 .....   | 53 |
| Figura 27 - Cálculo do PPC: Semana 2 .....   | 53 |
| Figura 28 – Cálculo do PPC: Semana 3 .....   | 53 |
| Figura 29 - Cálculo do PPC: Semana 4 .....   | 53 |
| Figura 30 - Cálculo do PPC: Semana 5 .....   | 54 |
| Figura 31 - Cálculo do PPC: Semana 6 .....   | 54 |
| Figura 32 - Cálculo do PPC: Semana 7 .....   | 54 |
| Figura 33 - Cálculo do PPC: Semana 8 .....   | 54 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 34 - Cálculo do PPC: Semana 9 .....   | 54 |
| Figura 35 - Cálculo do PPC: Semana 10 .....  | 55 |
| Figura 36 - Cálculo do PPC: Semana 11 .....  | 55 |
| Figura 37 - <i>Checklist</i> atividades chaves.....                                | 55 |
| Figura 38 - Evolução do Percentual de Produção Concluída ao longo das semanas..... | 56 |
| Figura 39 - Painel de Controle.....  | 57 |
| Figura 40 - Painel de Controle 2.....  | 57 |
| Figura 41 - <i>Kanban</i> - Detalhe 1 – solicitações no início da obra.....        | 61 |
| Figura 42 - <i>Kanban</i> - Detalhe 2 - solicitações no meio da obra .....         | 62 |
| Figura 43 - <i>Kanban</i> - Detalhe 3 - solicitações no fim da obra.....           | 63 |
| Figura 44 - Canteiro.....  | 64 |
| Figura 45 - Detalhes obra 1 .....  | 65 |
| Figura 46 - Detalhes obra 2 .....  | 65 |
| Figura 47 - Comunicação Visual 1 .....   | 66 |
| Figura 48 - Comunicação Visual 2 .....   | 66 |
| Figura 49 - Organização em obra .....  | 67 |
| Figura 50 - Antes e Depois - Sala.....   | 67 |
| Figura 51 - Antes e Depois - Banheiro social.....                                  | 68 |
| Figura 52 - Antes e Depois - Banheiro suíte.....                                   | 68 |
| Figura 53 - Antes e Depois - Dormitório 3.....                                     | 68 |
| Figura 54 - Antes e Depois - Cozinha.....  | 69 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 - Comparação entre os princípios de Womack e Jones [1996] e os de Koskela [1992] ..... | 22 |
| Quadro 2 - Comparação de técnicas <i>Lean</i> .....   | 25 |
| Quadro 3 - Conceitos de reforma e termos relacionados .....                                     | 36 |
| Quadro 4 - Dados entrevistados.....   | 42 |
| Quadro 5 - Ferramentas do <i>Lean</i> x Principais Dificuldades.....                            | 46 |
| Quadro 6 - Luminárias - Especificações e Quantidades .....                                      | 58 |
| Quadro 7 - Revestimento - Especificações e Quantidades .....                                    | 58 |
| Quadro 8 - Revestimento box - Especificações e Quantidades .....                                | 58 |
| Quadro 9 - Rodapé - Especificações e Quantidades .....  | 59 |
| Quadro 10 - Box e Espelho - Especificações e Quantidades .....                                  | 59 |
| Quadro 11 - Metais - Especificações e Quantidades .....   | 60 |
| Quadro 12 - Louças - Especificações e Quantidade .....  | 60 |
| Quadro 13 - Mármore - Especificações e Quantidades .....  | 60 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                           | 12 |
| 1.1. CONTEXTO .....                                  | 12 |
| 1.2. OBJETIVO .....                                  | 13 |
| 1.2.1. <b>Objetivo Geral</b> .....                   | 13 |
| 1.2.2. <b>Objetivos Específicos</b> .....            | 14 |
| 1.3. JUSTIFICATIVA .....                             | 14 |
| 1.4. MÉTODOS DE PESQUISA .....                       | 15 |
| 1.5. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....                   | 16 |
| <b>2. CONCEITO <i>LEAN</i></b> .....                 | 17 |
| 2.1. <i>LEAN PRODUCTION</i> .....                    | 17 |
| 2.2. <i>LEAN CONSTRUCTION</i> .....                  | 21 |
| 2.3. TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO <i>LEAN</i> .....     | 25 |
| 2.3.1. <i>Last Planner System</i> .....              | 26 |
| 2.3.2. <i>Just-in-time</i> .....                     | 28 |
| 2.3.3. <b>Kanban</b> .....                           | 29 |
| 2.3.4. <b>Sistema 5S</b> .....                       | 30 |
| 2.3.5. <b>Kaizen</b> .....                           | 32 |
| 2.3.6. <b>Mapa Fluxo de Valor</b> .....              | 33 |
| 2.3.7. <b>Gerenciamento Visual</b> .....             | 34 |
| <b>3. O RAMO DE REFORMAS</b> .....                   | 36 |
| 3.1. DEFINIÇÕES E CONCEITOS.....                     | 36 |
| 3.2. CONTEXTO .....                                  | 37 |
| 3.3. AGENTES ATUANTES NO RAMO .....                  | 39 |
| 3.4. NORMATIZAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO .....             | 41 |
| 3.5. PRINCIPAIS DIFICULDADES .....                   | 42 |
| <b>4. <i>LEAN CONSTRUCTION</i> EM REFORMAS</b> ..... | 46 |
| <b>5. ESTUDO DE CASO</b> .....                       | 49 |

|      |                                |           |
|------|--------------------------------|-----------|
| 5.1. | APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS..... | 51        |
| 5.2. | ANÁLISES.....                  | 70        |
| 6.   | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....      | 72        |
|      | <b>REFÊRENCIAS</b> .....       | <b>73</b> |

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONTEXTO

A construção civil no Brasil teve grande expansão desde o final do século XX até os dias atuais. Neste período houve um grande aumento na quantidade de edifícios construídos. Este crescimento vem acompanhado de mudanças nas necessidades do mercado devido à alteração na cultura, moda e no desenvolvimento sociocultural e econômico. Neste contexto, muitas edificações antigas passam a não atender tais imposições, trazendo à tona a premência de reformas e remodelações (MORALEZ, 2019).

Como consequência desse cenário, as obras de reforma, de modo geral, têm se apresentado como uma alternativa para a ocupação de imóveis antigos. Elas abrangem desde as reformas de edificações por completo, como de sistemas parciais ou unidades individuais. Vale ressaltar que não é somente em apartamentos antigos que as reformas são requeridas, ou seja, os apartamentos recém entregues pelas construtoras também podem demandar a necessidade de modificações, a fim de deixar o espaço conforme a preferência do comprador.

De acordo com o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (2015), em média, 85% das obras de reformas residenciais seriam executadas sem a presença de um engenheiro ou arquiteto, sendo um mercado reconhecido por sua informalidade e atuação, na maioria das vezes, de profissionais pouco qualificados. A concepção da norma de Gestão de Reformas, a ABNT NBR 16.280:2015, teve como finalidade reduzir ao máximo esse cenário. A norma prevê a contratação de um profissional habilitado, que deve ser o responsável técnico pelas alterações executadas no local de modo a não comprometer a segurança, integridade física e patrimonial de todos os envolvidos.

Na visão de Souza e Silva e Felizardo (2007), as fraquezas, desse segmento, advêm da falta de procedimentos de orientação adequados. Além de um acompanhamento apropriado, é necessário alinhar as expectativas de projeto com o processo de execução.

Bernardes (2010), enfatiza que o setor da construção civil, durante um longo tempo, desenvolveu suas atividades no modelo antigo de produção, sem nenhum tipo de processo ou inovação. O segmento não acompanhou a evolução das indústrias de bens de consumo, que aplicaram metodologias de gestão da qualidade mais satisfatórias, principalmente aquelas que se espelhavam ao sistema Toyota de Produção (STP).

Conhecida formalmente como *Lean Thinking*, o STP é um sistema japonês, que teve origem na década de 80. Esse sistema é um método para eliminação de desperdícios e aumento

da produtividade, no qual o desperdício se refere a todos os elementos da produção que só aumentam o custo, sem agregação de valor.

Com resultados convincentes, a filosofia *Lean* viu-se, mais tarde, aplicada em diversos setores do mercado, através de adaptações cabíveis a cada um, seguindo uma veia central de pensamento que busca a perfeição dos processos através da criação de valor em um fluxo contínuo puxado pelo cliente (WOMACK e JONES, 1996).

Koskela (1992), iniciou os primeiros estudos baseados na oportunidade de se introduzir com sucesso o conceito e as técnicas *Lean* na construção civil. Nasce então o conceito *Lean Construction*, desenvolvido para a gestão dos processos envolvidos no setor (SALVADOR, 2013).

As oportunidades de aplicação são abundantes e ao mesmo tempo desafiadoras, visto que os projetos do setor, diferentemente da padronização encontrada no setor manufatureira, possuem maior duração, maior quantidade de agentes envolvidos e diferentes especificações em cada projeto.

A implementação de um sistema de produção robusto e organizado demanda tempo, investimento e especialização, que na maioria das vezes só estão disponíveis em projetos de grande porte. Desta maneira, em obras de menores portes nem sempre se tem os recursos e técnicas disponíveis para que se consiga aplicar o *Lean Construction* de maneira adequada e colher todos os frutos de tal processo (SALVADOR, 2013).

Considerando tais premissas, no presente trabalho, busca-se analisar a viabilidade da aplicação do *Lean* em obras de reformas, visando identificar as adaptações necessárias ao projeto para que as técnicas atreladas a esta filosofia estejam ao alcance dos responsáveis de projetos e execução de reformas.

## 1.2. OBJETIVO

### 1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é analisar a viabilidade da aplicação dos conceitos *Lean Construction* em obras de reformas habitacionais, buscando maior organização nesse segmento.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste estudo são a compreensão dos conceitos *Lean* e dos conceitos que envolvem o ramo de reformas, bem como a concepção de ferramentas baseado no conceito *Lean* para aplicação em reformas.

### 1.3. JUSTIFICATIVA

A relevância econômica da construção civil não se limita apenas à participação no PIB do país, mas também a sua expressão socioeconômica. As empresas de construção civil no Brasil empregam, aproximadamente, 1,9 milhões de pessoas (IBGE, 2018).

O relatório da FIESP e CIESP (2016) previu, para o período de 2017 a 2022, um investimento nacional para reformas, autogestão e autoconstrução de aproximadamente 930 bilhões, enquanto os investimentos em edificações novas estavam previstos em torno de 1,2 trilhão.

O isolamento social imposto pela pandemia do novo coronavírus (COVID-19), que ocorreu em 2020, trouxe uma mudança nos hábitos sociais, como por exemplo, o fato da população permanecer em casa por um período mais longo. A residência virou local de lazer e de trabalho, fato que tem se mostrado como uma tendência, o que motivou reformas no interior dos apartamentos de forma a trazer maior funcionalidade. A procura por profissionais de reforma e reparos teve aumento de 96% em junho de 2020 na comparação com o mesmo período no ano anterior. Em julho, houve um novo aumento, desta vez de 68% (VEJA, 2020).

De acordo com Barbosa (2016), o segmento de reformas toma importância a partir do momento que existem demandas por obras desse porte, desencadeadas pelo crescimento das cidades e a urbanização de novas áreas e territórios. Esse processo ganhou volume através de obras muitas vezes executadas sem o devido acompanhamento técnico.

Embora o setor seja de grande valia no cenário atual do país, principalmente no que se refere à economia, pode-se identificar a recorrência de diversas características problemáticas, tanto produtivas como gerenciais.

De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2013), o ramo esbarra em alguns entraves, tais como: falta de aplicação da legislação, escassez de recursos tecnológicos específicos para as atividades de reformas, escassez de recursos de gestão de processos, baixo retorno financeiro quando comparado com novos empreendimentos, além da falta de familiaridade da indústria com esse ramo (MORALEZ, 2019).

A Filosofia *Lean* é um sistema que tem grande potencial de impacto na melhoria contínua dos processos. O método visa enxugar a produção por zerar os desperdícios evidentes e minimizar os desperdícios ocultos através do desenvolvimento de ferramentas e técnicas de controle da qualidade e conseqüentemente do aperfeiçoamento do desempenho da produção, resultando em um ganho de produtividade.

Picchi (2003), salientava que o *Lean Thinking* vinha se firmando, primeiro na manufatura, e em seguida, outros setores, como o novo paradigma não só de produção, mas de negócio, uma vez que envolve também desenvolvimento de produto, relação com fornecedores, estratégia de venda e gestão de pessoas.

Apesar da diferença entre o ambiente de manufatura, onde o produto é sempre único, os fornecedores são qualificados e se tem controle do ambiente de produção, a indústria da construção civil verifica grandes possibilidades de aplicação, nos fluxos de projeto, suprimentos e obra (PICCHI, 2003).

Bernardes (2010) afirma que melhorias significativas foram atingidas por empresas do setor da construção civil que aplicaram os princípios do *Lean Construction* em obras de grande porte. Visando isso, acredita-se que também possa existir um grande potencial de melhorias com a aplicação do *Lean* para o segmento de reformas.

#### 1.4. MÉTODOS DE PESQUISA

Para a realização deste trabalho foi adotado o método de pesquisa chamado pesquisa-ação que, de acordo com David Tripp (2005), é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática.

Foram estabelecidas duas frentes de pesquisa:

- A primeira se refere ao estudo bibliográfico sobre os princípios da filosofia *Lean Thinking*, e posteriormente mostrar as adaptações vivenciadas na indústria da construção na forma de *Lean Construction*, além da explicação dos princípios e metodologias utilizados como bases de sua implantação.

- A segunda se refere ao estudo bibliográfico sobre o processo de obras de reformas, apresentando suas características particulares, normatização e seus desafios. Além disso, foi realizada uma entrevista com profissionais atuante no mercado de reforma, entre 28 e 45 anos,

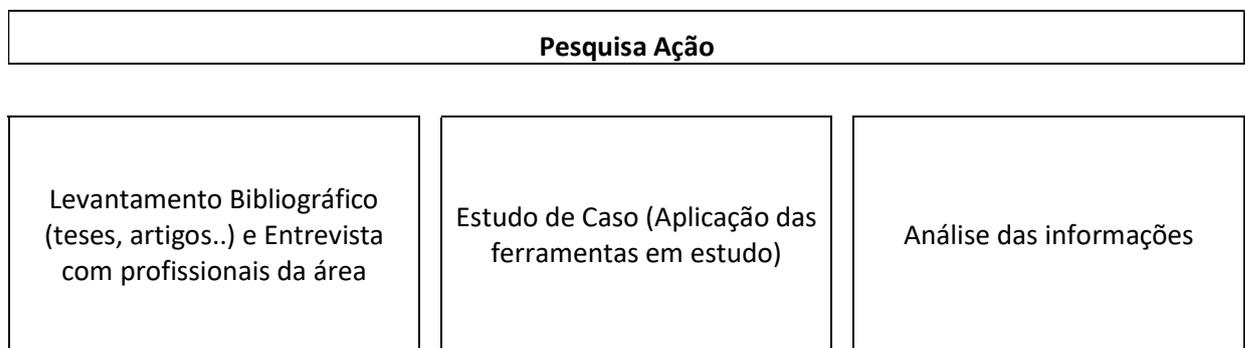
através de um questionário descritivo de forma online, com uma única pergunta: “Quais são as principais dores encontradas no segmento?”.

Toda revisão bibliográfica foi baseada em monografias de doutorado, mestrado e cursos de especialização desenvolvidas preferencialmente nos últimos dez anos, cujos temas sejam inerentes ao escopo a ser pesquisado.

Uma vez sintetizados os fundamentos, foi realizado um estudo de caso de modo a analisar a aplicação da filosofia *Lean Construction* em reformas de unidades habitacionais, a partir da observação dos materiais e ferramentas utilizados e desafios encontrados.

Na Figura 1 apresenta a divisão das atividades desenvolvidas na pesquisa.

Figura 1 - Atividades desenvolvidas na pesquisa



Fonte: Autor (2020).

## 1.5. ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho está subdividido em cinco capítulos. O primeiro de caráter introdutório, apresenta o contexto estudado, discorre sobre a justificativa do tema, enumera os objetivos, descreve o método de pesquisa utilizado e lista o conteúdo de cada capítulo.

O segundo capítulo expõe sobre os princípios do *Lean Thinking*, versa sobre a aplicação da filosofia dentro da realidade da construção civil, abordando as ferramentas para adoção dos conceitos do *Lean Construction*.

O terceiro capítulo contextualiza as obras de reformas em relação aos seus aspectos históricos, termos e diferenças em relação aos outros segmentos da construção civil e de forma sucinta, as normas aplicáveis. Apresenta também as principais dificuldades encontradas no setor, baseado em uma entrevista realizada com profissionais da área.

No quarto capítulo, são apresentadas as diretrizes previamente estabelecidas, para que, de forma clara e objetiva, sejam definidos os limites da aplicação.

No quinto capítulo é realizado um estudo de caso em uma reforma, onde os conceitos propostos anteriormente serão aplicados, visando à verificação da sua viabilidade de aplicação e por consequência da filosofia *Lean Construction* nesse segmento. Ainda neste capítulo, são feitas as análises e discussões dos resultados.

As considerações finais são tecidas no sexto capítulo, que enumera os resultados alcançados, as contribuições trazidas e suas delimitações, as limitações e dificuldades enfrentadas, além de sugestões para trabalhos futuros.

## 2. CONCEITO *LEAN*

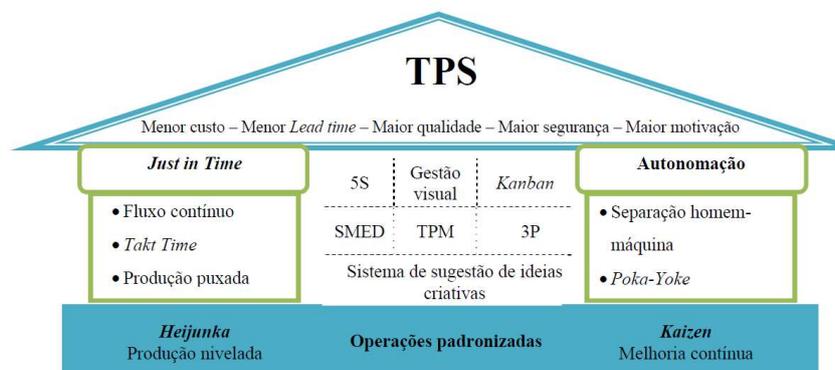
### 2.1. *LEAN PRODUCTION*

Os primeiros estudos ao redor do conceito *Lean* surgiram através do Sistema Toyota de Produção (TPS - *Toyota Production System*). Refere-se a uma filosofia de gerenciamento desenvolvida por Taiichi Ohno, em 1988. O sistema procura otimizar a produção de forma a atender as necessidades do cliente no menor prazo possível, na mais alta qualidade e ao mais baixo custo por meio da eliminação dos desperdícios.

Entende-se por desperdício quaisquer processo ou ações que não agreguem valor ao produto, ou como sendo qualquer quantidade além do mínimo necessário de equipamentos, materiais, componentes e tempo de trabalho absolutamente essenciais a produção (HAY, 1992).

Taiichi Ohno (1988), definiu a base do sistema como a absoluta eliminação do desperdício, suportada por dois pilares: *Just in Time* (JIT) e Automação. Na Figura 2 apresenta-se o sistema do TPS num esquema chamado “A casa do TPS”.

Figura 2 - Modelo simplificado para o TPS



Fonte: Gonçalves, 2009.

Taiichi Ohno destacou sete categorias de desperdícios que podem ser interpretados do seguinte modo segundo Liker (2005):

- **Excesso de produção**

Produção de produtos desenfreada para os quais não há demanda, ocasiona desperdícios com excesso de mão de obra, de estoque e com custos de transporte consequente ao estoque excessivo.

- **Esperas**

Colaboradores que são utilizados para vigiar máquina automática ou que permanecem esperando pela próxima tarefa no processamento, ferramenta, peça, ou que simplesmente não existe trabalho atual para realizar de imediato, consequência de uma falta de matéria prima, atrasos no processo, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade.

- **Transporte e movimentações**

Desperdício causado por movimentação de estoque ou de colaboradores por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou deslocamento de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos.

- **Processamento incorreto**

Relaciona-se com passos desnecessários para produzir as peças. Processamento inadequado devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando desperdícios, através de movimentos sem necessidade e produção defeituosa. Geram-se perdas diretas quando se oferecem produtos com qualidade superior a demandada.

- **Estoque**

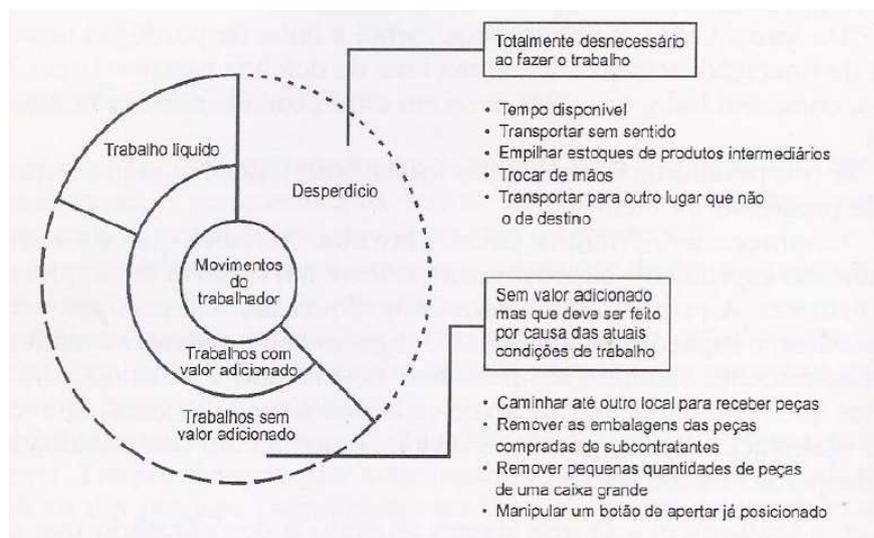
Envolve excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos finais, gerando *lead times* (tempo de ciclo do produto) mais longos, obsolescência, produtos defeituosos, custos de atrasos, custos de armazenagem e custos de transporte. Além disso, o estoque excessivo esconde os problemas, como por exemplo, o desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos em geral e longo tempo de *setup*.

- **Retrabalho**

Trata-se de produção de produtos defeituosos. A qualidade no processo e no produto é essencial para evitar este tipo de desperdícios. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar, gera aumento de custo, de tempo e esforço.

De acordo com Ohno (1997), como pode ser visto na Figura 3, existe mais desperdícios em um processo do que agregação de valor. O desperdício pode chegar até 60% da operação, enquanto a agregação de valor apenas 10%.

Figura 3 - Compreendendo a geração de valor e desperdícios



Fonte: OHNO,1997.

O TPS (*Toyota Production System*) tem sido mais recentemente, referenciado como “Sistema de Produção Enxuta”. O termo teve origem através de James Womack e Daniel Jones (1998) em sua obra. A partir de então, tem sido utilizada mundialmente para referir-se ao sistema de gestão que objetiva a geração de valor por meio da eliminação de desperdícios (NUNES, 2010).

Womack e Jones (1998) desenvolveram cinco princípios para o pensamento enxuto:

- **Criação de Valor**

Consiste nas características perceptíveis ao cliente, que cada produto ou serviço proporciona.

- **Definição da cadeia de valor**

Consiste em enxergar as atividades da empresa como uma cadeia. Deve-se levar em conta a identificação do problema e o desenvolvimento do produto que vai ser oferecido, a gestão do pedido até sua entrega (gerenciamento de informações), e a transformação física da matéria-prima até o produto acabado.

- **Criação de um fluxo contínuo**

Consiste em definir um fluxo ininterrupto das atividades produtivas, de maneira a eliminar as atividades que não agregam valor, e que acabam gerando desperdício.

- **Estabelecimento de uma Produção Puxada**

Consiste em atender a demanda do mercado, ou seja, o ritmo de produção deve ser definido a partir do ritmo em que os clientes fazem seus pedidos.

- **Busca à perfeição**

Consiste no sucesso com os princípios anteriores. É almejada a satisfação do cliente, adequando da melhor forma o produto à suas necessidades. Autores relatam que o maior impulso a obtenção da perfeição é a transparência.

É possível observar que os princípios criados por Womack e Jones (1998), identificados na Figura 4, buscam eliminar o desperdício desenvolvendo um fluxo contínuo de valor por toda cadeia produtiva, alcançando a perfeição em satisfazer os desejos do cliente (LYRA DA SILVA, 2005).

Figura 4 - Princípios do *Lean Thinking*



Fonte: *Lean Enterprise Institute*, 2016.

## 2.2. *LEAN CONSTRUCTION*

A inexistência de materiais e estudos acadêmicos sobre a aplicação da filosofia *Lean* na construção civil foi um fator que impulsionou Koskela (1992) a desenvolver um novo conceito, que adequava as características de produção enxuta à construção civil. Assim, a *Lean Construction* (Construção Enxuta) surgiu a partir da produção enxuta, que introduziu um novo paradigma de entendimento dos processos produtivos do setor de construção civil.

De acordo com Koskela (1992), o sistema de produção *Lean* exige uma mudança do paradigma gerencial, isto é, um comprometimento da gerência com este objetivo. Os conceitos destacam a importância da conversão, centralizando a atenção na produtividade, para a abordagem completa do processo, sendo essencial desenvolver habilidades gerenciais, em relação à visão sistêmica e aprendizado coletivo.

Essas habilidades gerenciais estão envolvidas diretamente com três pontos citados por Koskela (1992):

- a) Abandono do conceito de processo, como transformação de *inputs* em *outputs*, passando a designar um fluxo de materiais e informações;
- b) Análise do processo de produção através de um sistema de dois eixos ortogonais: um representando o fluxo de materiais e outro, o fluxo de operários;
- c) Consideração do valor agregado sob o ponto de vista dos clientes internos e externos, tendo como consequência a reformulação do conceito de perdas, que passa a incluir também as atividades que não agregam valor ao produto, como transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho.

A construção enxuta consiste em mudar a visão do método tradicional, que compreende os projetos como mera transformação, para um conceito que inclui o fluxo de geração de valor. A nova teoria de projeto deve incluir tempo, variabilidade e satisfação do cliente como variáveis importantes para o processo de tomada de decisões. Como resultado, o planejamento, a execução e o controle de projetos que deverão mudar (SOLOMON, 2004).

Koskela apresentou onze princípios para o projeto e melhoria de fluxo de processo, que têm servido de base para diversos trabalhos sobre *Lean Construction*, os quais se alinham com os cinco princípios de Womack e Jones apresentados em 1996. No Quadro 1 é apresentada uma comparação entre esses princípios que foram classificados em dois níveis. Os apresentados no

nível 1 são semelhantes a alguns elementos fundamentais e do nível 2 se relacionam aos aspectos mais específicos, aproximando-se das técnicas e ferramentas.

Quadro 1 - Comparação entre os princípios de Womack e Jones [1996] e os de Koskela [1992]

| Princípios de <i>Lean Thinking</i> de Womack e Jones | Princípios de <i>Lean Construction</i> de Koskela                               |   |
|--|---|---|
|  | Nível 1   | Nível 2   |
| Valor  | Aumentar o valor do produto através da consideração dos requisitos dos clientes |   |
|  | Reduzir o tempo de ciclo  |   |
| Cadeia de valor                                      | Reduzir a parcela de actividades que não agregam valor                          |   |
|  |   | Simplificar através da redução de passos, partes e ligações |
|  |   | Focar o controlo no processo global                         |
|  |   | Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões |
| Fluxo  |   | Reduzir a variabilidade                                     |
|  |   | Aumentar a transparência do processo                        |
| Puxar  | Aumentar a flexibilidade do resultado final                                     |   |
| Perfeição  | Introduzir melhoria contínua no processo  | Fazer <i>benchmarking</i>                                   |

Fonte: Gonçalves, 2009.

### 1) Aumentar o valor do produto através da consideração dos clientes

Seja qual for o cliente, dentro da possibilidade, deve se esforçar para atender às suas considerações. Um estudo de fluxo pode ser uma boa opção neste caso, identificando o cliente em cada etapa do processo e atendendo-o de acordo com a sua necessidade (PEREIRA, 2012).

### 2) Reduzir o tempo de ciclo

A otimização desse tempo de ciclo aumenta a agregação de valor. Isatto et. al. (2000) ressalta algumas vantagens da redução do tempo de ciclo: entrega mais rápida ao cliente, facilidade na gestão de projetos, atividades aprendidas e sistema de produção mais flexível, pois se torna menos vulnerável às mudanças de demanda.

### 3) Reduzir a parcela de actividades que não agregam valor

Reduzir as actividades que consomem tempo, recurso ou espaço e que não contribuem para atender aos requisitos dos clientes. Isso é possível através do mapeamento dos processos,

ou seja, representar o fluxo do processo e identificar e eliminar as atividades que não agregam valor ao produto. Esse princípio visa, principalmente, a redução das atividades de movimentação, inspeção e espera.

Formoso (2005) salienta que a eliminação de atividades de fluxo não deve ser levada ao extremo, pois existem atividades que não interessam ao cliente de forma direta, mas são essenciais à eficiência global dos processos.

#### **4) Simplificar através da redução de passos, partes e ligações**

De acordo com Carvalho (2008) a simplificação pode ser dividida em duas origens na construção *Lean*. A primeira se dá por meio da redução da quantidade dos componentes atuantes em um determinado produto, e a segunda origem pela minimização de passos ou partes atuantes em um determinado fluxo de trabalho.

#### **5) Focar o controle no processo global**

Este princípio deve ser controlado e mensurado de tal forma que se consiga implementar a melhoria contínua da organização, além da necessidade em se observar se os diferentes interesses espalhados na empresa estão andando no mesmo sentido (CARVALHO, 2008).

#### **6) Manter equilíbrio entre melhorias de fluxo e nas conversões**

As melhorias no fluxo e na conversão estão interligadas da seguinte forma:

- Melhores fluxos requerem menor capacidade de conversão e, conseqüentemente, menor investimento em equipamentos;
- Fluxos mais controlados facilitam a implementação de novas tecnologias na conversão;
- Novas tecnologias na conversão podem acarretar menor variabilidade e conseqüentes benefícios no fluxo.

#### **7) Reduzir a variabilidade**

Desta forma, analisa-se que a variabilidade gera desperdícios, e a solução imediata é a padronização de atividades em geral. Para Formoso (2002) serviços e produtos padronizados são mais bem aceitos pelo cliente.

#### **8) Aumentar a transparência do processo**

Este princípio evita possíveis desperdícios causado ao longo do processo. Quanto mais informação e conhecimento do processo, maiores as chances de atividades bem executadas.

Conforme Koskela (1992) ao aumentar a transparência no processo, a tendência é diminuir a ocorrência de erros nas atividades proporcionando maior transparência aos processos produtivos. Isso ocorre à medida que o princípio é utilizado adequadamente, identificando-se problemas com mais facilidade no ambiente produtivo durante a execução dos serviços.

### **9) Aumentar a flexibilidade do resultado final**

Segundo Carvalho (2008), uma das maneiras de se atingir o princípio em estudo é reduzindo o tamanho dos lotes, contratar mão de obra multifuncional e realizar a customização o mais tarde possível.

### **10) Introduzir melhoria contínua no processo**

Segundo Pereira (2012), conforme os demais princípios vão sendo implementados e cumpridos, a melhoria contínua pode ser alcançada. O mesmo autor afirma que o controle da produção e do processo de planejamento devem ser continuamente melhorados, focando sempre a redução dos desperdícios e o aumento do valor agregado no produto. Realizar a melhoria da empresa em etapas e continuamente, é a alternativa mais promissora para o sucesso do uso dos conceitos enxutos.

### **11) Fazer *benchmarking***

Este princípio mostra o quanto é importante as empresas terem boa relação entre si. A troca de experiências e lições aprendidas tende a beneficiar todos os agentes envolvidos. Para tal, é necessário conhecer o processo, conhecer os líderes industriais ou concorrentes, de forma a compreender e comparar as melhores práticas.

Bertelsen e Koskela (2004) destacam o desperdício frequente na construção, em que as tarefas são iniciadas sem que todos os recursos estejam disponíveis, de maneira que sua realização prossiga sem estes elementos. Denominaram este desperdício de “*making-do*”.

### 2.3. TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO *LEAN*

Mesmo com a construção enxuta ainda estando em desenvolvimento, várias práticas foram propostas, testadas e implementadas. Para sair da *Lean Production* para a construção enxuta pesquisadores e praticantes tentaram identificar as semelhanças e diferenças entre cada um dos contextos e desenvolver um grupo de práticas mais adequadas (SOLOMON, 2004).

Solomon (2004) apresenta a construção enxuta em três níveis distintos, esquematizados no Quadro 2, a seguir.

Quadro 2 - Comparação de técnicas *Lean*

| Nível | Técnicas de construção enxuta  | Metas   | Técnicas de <i>lean production</i> relacionadas  |
|-------|--|---|--|
| I     | Cartões de materiais <i>kanban</i>   | - Redução de estoques no canteiro<br>- Puxar materiais de acordo com pedidos (no sentido contrário) | Sistema <i>kanban</i>  |
| II    | - Aumentar a visualização<br>- Segurança contra falhas<br>- Área de trabalho visível | Aumentar o fluxo de trabalho por meio da prevenção de defeitos                                      | - Inspeção visual (dispositivos <i>poka-yoke</i> )<br>- 5S<br>- Leiaute multifuncional |
|       | Ferramentas de gerenciamento da qualidade  | Aumentar o fluxo de trabalho por meio de garantia de práticas da qualidade                          | Sistema de gerenciamento da qualidade e produtividade (TQM)                            |
|       | Engenharia de projeto simultânea   | - Reduzir o tempo de ciclo<br>- Otimizar recursos   | - Operações padrão<br>- Trocas rápidas de maquinários                                  |
| III   | <i>Last Planner</i>  | - Puxar a atividade por meio de cronograma reverso<br>- Otimizar recursos a longo prazo             | - Sistema <i>kanban</i><br>- Nivelamento de produção                                   |
|       | Planejamento de condições do ambiente de trabalho                                    | Aumentar o fluxo de trabalho por meio de práticas de segurança                                      | Verificação Toyota da linha de montagem  |

Fonte: Solomon (2004).

No nível um, a construção enxuta adaptou técnicas da manufatura para a construção. Os cartões *Kanban* são utilizados para materiais de construção, puxados a pedido do cliente. Neste caso, a extensão e o escopo das técnicas são bastante similares às técnicas da manufatura.

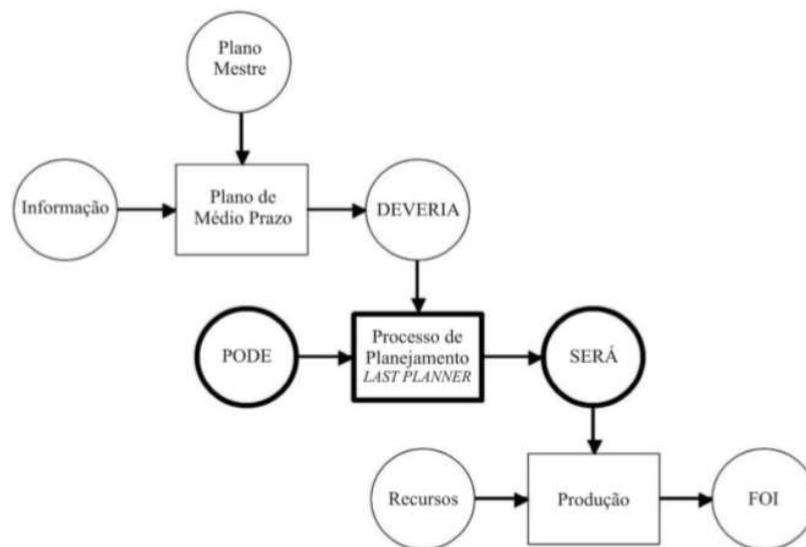
No nível dois, a construção enxuta expande o escopo das técnicas da *Lean Production*, de inspeção visual de partes com defeitos, para a visualização de materiais e fluxos de trabalho.

No nível três, a construção enxuta trouxe novas técnicas ao seu contexto único. O *Last Planner* pode ser visto como uma combinação da regularização da produção com o sistema *Kanban* (WIGINESCKI, 2009).

### 2.3.1. Last Planner System

Segundo Moura (2008), para atender a premissa de que o plano de desenvolvimento para cada um desses níveis encontra-se de acordo com seus objetivos, o planejamento e o controle no Sistema *Last Planner* estão dividido em três níveis, conforme ilustra a Figura 5: planejamento mestre (ou de longo prazo), planejamento *lookahead* (ou de médio prazo) e planejamento de comprometimento (ou de curto prazo).

Figura 5 - Níveis de planejamento segundo o *Last Planner System*



Fonte: Costa, 2014.

Os objetivos globais e restrições que governam o empreendimento, são estabelecidos pelo planejamento mestre. Esse plano deve servir para diversos propósitos, desde a coordenação de algumas atividades no longo prazo à projeção dos gastos e desembolsos.

O planejamento *Lookahead*, por sua vez, agrega diversas funções, atuando como a ligação entre o planejamento de longo e o de curto prazo, onde o plano mestre é detalhado e ajustado. Ele tem como principal função dar forma e controlar o fluxo de trabalho (BALLARD, 2000).

Por último, o planejamento de comprometimento tem como papel principal avaliar o que pode e deve ser feito, baseado nos recursos disponíveis e no cumprimento de pré-requisitos. Assim, pode-se atribuir corretamente os pacotes de trabalho às equipes e gerenciar compromissos (BALLARD; HOWELL, 1998).

Para cada um dos níveis, deve-se definir e monitorar os planos de forma participativa com os outros colaboradores, sendo o nome do sistema uma alusão a quem, em última instância, define as tarefas a serem executadas (no curto prazo): *Last Planner* (MOURA, 2008).

Em suma, *Last Planner* pode ser definido como: pessoa ou grupo de pessoas que está na ponta do sistema produtivo mais próximo da produção. Cabe a esse agente programar as atividades no curto prazo e determinar o que será feito no dia seguinte ou na semana seguinte, conforme representado na Figura 6.

Figura 6 - Sistema de planejamento *Last Planner*



Fonte: Wiginescki, 2009.

Uma importante ferramenta existente no *Last Planner* é o percentual de produção concluída (PPC). Ballard (1994) apresenta o PPC como o número de atividades planejadas e completas, dividido pelo número de atividades planejadas, expresso em porcentagem, ou seja:

$$\text{PPC} = \frac{\text{ATIVIDADES PLANEJADAS E COMPLETAS}}{\text{ATIVIDADES PLANEJADAS}}$$

Este índice mostra a quantidade de atividades que os supervisores de equipes se comprometeram a fazer, comparada com o que foi realmente feito. A análise das não-conformidades pode levar à raiz das causas, de forma que melhorias possam ser feitas em atividades futuras. Apesar dos problemas serem encontrados no nível do *Last Planner*, as causas destes problemas podem ser encontradas em qualquer um dos níveis de planejamento (BALLARD, 1994).

### 2.3.2. *Just-in-time*

A metodologia *Just-in-time* (JIT) se baseia no sistema de produção “puxada”, na qual o ritmo de produção é ditado pelo mercado. Desta maneira, é possível se prover um produto certo, na quantidade certa e no momento certo (DEFFENSE, 2010).

A utilização deste conceito demanda alto nível de preparo de recursos físicos e humanos, para que se consiga a entrega no momento certo. Para isso, muitas vezes são utilizados *buffers* ou estoques intermediários, que possam vir a absorver oscilações de tempo em determinadas etapas do processo produtivo (SALVADOR, 2013). A Figura 7 a seguir, esquematiza o fluxo de processamento com *buffers*.

Figura 7 - Esquema de processamento com buffers



Fonte: Gonçalves, 2009.

Pensando nisso, Pereira (2012) explora algumas definições de Ballard e Howell (1995), que classificam três tipos de *buffers* utilizados na construção:

#### 12) Calendário (*Schedule Buffers*)

Os *schedules buffers* são tempos adicionados ao planejamento da obra que permitem proteger o empreiteiro de atrasos e variabilidade nas entregas dos fornecedores, mas não resolvem as causas dessa variabilidade. Quando necessários, devem ser bem dimensionados tendo em conta o grau de incerteza, e colocados em pontos estratégicos (GONÇALVES, 2009).

#### 13) Plano (*Plan Buffers*)

Os *plan buffers* são tempos necessários para garantir que todas as tarefas são planejadas de modo que a de montante esteja terminada para iniciar a de jusante. Para a correta implementação destes *buffers*, é aconselhável o uso da ferramenta *Last Planner System* (LPS) (GONÇALVES, 2009).

#### 14) Físicos (*Physical Buffers*)

Os *buffers* físicos, além de ocuparem espaço no canteiro ou armazém, também empatam capital investido e escondem problemas inerentes à produção, ao invés de resolvê-los. E à medida que esses problemas vão sendo eliminados, reduz-se a necessidade de estoque, aumenta a qualidade, a confiança nos equipamentos e fornecedores, e a flexibilidade de resposta (GONÇALVES, 2009).

Uma estratégia de implementação gradual do JIT pode ser: dimensionamento correto dos *schedules buffers* e localização a montante das atividades que criam maior variabilidade no fluxo; implementação dos *plan buffers* usando o LPS; substituição progressiva dos *schedules buffers* pelos *plan buffers* através da redução da variabilidade; eliminação dos *buffers* físicos.

#### 2.3.3. *Kanban*

A palavra *Kanban*, de origem japonesa, significa cartão ou sinal. Em sua forma mais simples, significa um cartão utilizado por um estágio/cliente para avisar seu estágio fornecedor de que mais materiais devem ser enviados.

Um *Kanban* é um instrumento para o manuseio e garantia da produção *Just-in-time*. Basicamente é uma forma simples e direta de comunicação localizada sempre no ponto em que se faz necessária. Na maioria dos casos, é um pequeno pedaço de papel inserido em um envelope retangular de vinil, no qual está escrito quanto de cada parte tem de ser retirada ou quantas peças têm de ser montadas (OHNO, 1997).

É um sistema de “puxar” a produção a partir da demanda – produzindo em cada estágio os itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário.

Os *Kanbans* podem também ser divididos em três tipos (SLACK et al. 1999):

#### 15) *Kanban de transporte*

Usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para o destino específico. Nesse tipo, normalmente, terá detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e o destino para o qual ele deve ser enviado.

### 16) *Kanban* de produção

Representa um sinal para o processo de produção de que pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida nesse tipo, normalmente, inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além do destino para a qual o componente deve ser enviado depois de produzido.

### 17) *Kanban* do fornecedor

Utilizado para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componente para um estágio da produção. Nesse sentido, ele é similar ao *Kanban* de transporte, porém, normalmente, utilizado para integrar fornecedores externos.

#### 2.3.4. Sistema 5S

Segundo Solomon (2004), o 5S é uma ferramenta que organiza os materiais de forma padronizada, de maneira que tudo tenha um lugar e que tudo esteja no lugar.

A implantação do 5S deve ser iniciada pelos três primeiros senso, possibilitando uma melhoria de 50%. Sua implantação é fácil de começar, entretanto é difícil de manter, visto que exige a mudança na cultura pessoal para que se possa atingir a autodisciplina.

A Figura 8, mostra de que maneira os senso se relacionam com os fatores que agem positivamente no cenário de sua implementação.

Figura 8 - O método dos 5 senso



**18) *Seiri* (senso de utilização)**

Manter no espaço de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa a executar nesse espaço. Ao aprender a diferenciar o que é necessário do que é desnecessário, é possível focar apenas naquilo que é preciso para a realização de um trabalho (VALVERDE E CINTRA, 2006).

**19) *Seiton* (senso de organização)**

Facilitar a identificação e localização das ferramentas e materiais necessários para a realização da tarefa, próximo do local de trabalho, evitando movimentos desnecessários. De acordo com Valverde e Cintra (2006), algumas medidas podem ser adotadas para a prática deste senso: uso de rótulos, símbolos e cores vivas para identificação, exposição visual de itens críticos, como tomadas e máquinas, definição de locais específicos para tipos diferentes de objetos, bem como a maneira de armazená-los e a padronização de nomenclaturas.

**20) *Seiso* (senso de limpeza)**

Manter o local o mais limpo possível, com todos os componentes nos respectivos locais. O primeiro passo para a implantação deste senso é a conscientização sobre a importância e os benefícios da limpeza no local de trabalho. Cada trabalhador é responsável pela limpeza de seu posto de trabalho e de suas ferramentas e utensílios (VALVERDE E CINTRA, 2006).

**21) *Seiketsu* (senso de saúde)**

Para o uso deste senso, de acordo com Valverde e Cintra (2006), é necessário que os três sentidos anteriores sejam utilizados como rotina, ou seja, estar atento às condições ambientais de trabalho, estimular a confiança e o respeito mútuo para um melhor relacionamento interpessoal, divulgar positivamente a empresa e preparar o ambiente para o quinto senso.

**22) *Shitsuke* (senso de autodisciplina)**

Segundo Valverde e Cintra (2006), neste senso é buscada a melhoria contínua, com o desenvolvimento da força de vontade, da criatividade, do comprometimento e do senso crítico do trabalhador. Para tal é necessário compartilhar objetivos, lançar constantemente novos desafios, criar mecanismos de avaliação e motivação, delegar responsabilidades e disseminar regularmente conceitos e informações.

### 2.3.5. *Kaizen*

Segundo Ghinato (2000), *Kaizen* é a melhoria contínua de uma atividade, ou seja, determina onde estão as perdas ou as falhas do processo, e foca na eliminação dessas falhas, de tal forma a evitar desperdícios e melhorar o produto ou atividade. Esta ferramenta funciona com um contínuo monitoramento dos processos, o qual pode ser feito através do ciclo PDCA (*Plan - Do - Check - Act*).

Conforme mostrado na Figura 9, o ciclo PDCA garante uma observação dos erros e possíveis melhorias, ou seja, padronização de melhores soluções com baixos investimentos. É essencial para esta ferramenta a utilização da padronização dos processos, pois só assim se pode qualificar o processo de forma sólida e consistente (GHINATO, 2000).

Figura 9 - Ciclo PDCA



Fonte: CCPR (2018).

O controle visual, proposto pelo PDCA, consiste em expor problemas, ações, metas e níveis de desempenho de todo o processo, ou seja, apresentar resultados parciais em murais onde todos possam visualizar e acompanhar o processo. Deste modo permite-se a rápida e clara imagem do andamento da produção e torna o gerenciamento do sistema mais ágil (WOMACK E JONES, 1998).

Para a construção civil, essa ferramenta é interessante, já que a maioria dos processos e serviços são manuais, precisando assim manter um nível de produção e a qualidade final dos produtos e serviços. Algumas maneiras de aplicar essa ferramenta é a elaboração de listas de

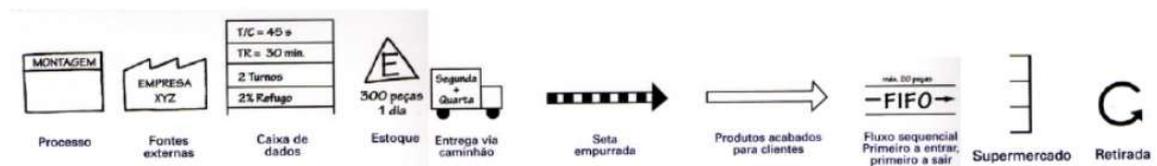
verificação, ou *checklists*. Outra é a exibição do desempenho da produção ou equipe, onde pode-se abordar metas e melhorias para os próximos serviços (SILVA, 2018).

### 2.3.6. Mapa Fluxo de Valor

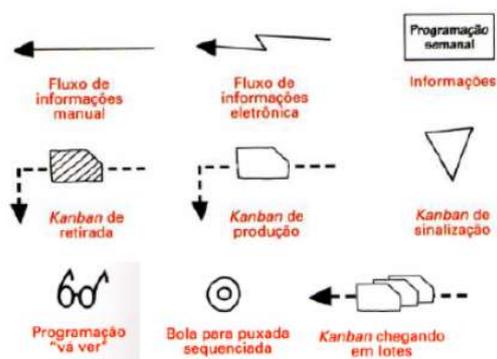
Segundo Rother e Shook (2003) fluxo de valor é uma ferramenta qualitativa que consiste em toda ação, necessária para realizar a transformação de um produto, desde a matéria-prima até o processo de entrega do produto ao consumidor. Os autores propõem o mapeamento de cada atividade de todo um processo, por meio de elementos gráficos, conforme visto na Figura 10 abaixo.

Figura 10 - Elementos gráficos para montagem do fluxo de valor

#### Ícones de fluxo de material



#### Ícones de Fluxo de Informação



#### Ícones Gerais

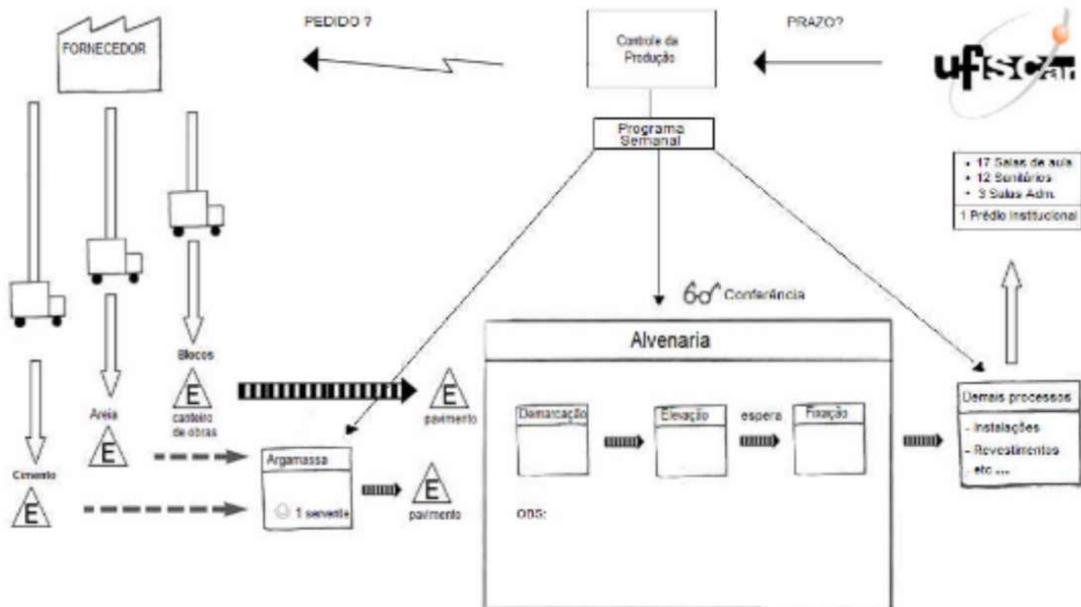


Fonte: Rother e Shook (2003)

Esse mapeamento é denominado de Mapa de fluxo de valor (MFV). Para tanto, são representados nesse mapa, os fornecedores, clientes, estoques, fluxo de informações, movimentação de materiais e todas as etapas do processamento do produto.

A utilização desses elementos varia de acordo com o processo analisado, a maneira na qual os subprocessos são abastecidos e de como ocorre o fluxo de material dentro do processo geral. A Figura 11 apresenta um exemplo de MFV:

Figura 11 - Exemplo de MFV



Fonte: Reis, Lorenzon e Serra (2012).

O MFV de um produto ajuda a visualizar todo o processo, possibilitando identificar desperdícios, ou seja, identificar as atividades desnecessárias ao fluxo e ao produto final. Essa ferramenta ajuda na implementação de conceitos e técnicas enxutas, e mostra a relação existente entre o fluxo de informação e o fluxo de material. O passo final dessa ferramenta é elaborar e implementar um plano de ação que descreva o que deve e como deve ser melhorado para se alcançar um estado desejado, buscando sempre uma melhoria contínua no nível do fluxo de valor (ROTHER E SHOOK, 2003).

### 2.3.7. Gerenciamento Visual

Os controles ou gerenciamentos visuais, de acordo com Solomon (2004), utilizam sinalizações para demonstrar, marcar, documentar e reportar tudo, de maneira que seja possível saber facilmente o estado das operações e das regras de operações. Um painel de controle visual ou painel de comunicação é usado para informar sobre o estado do processo e os problemas.

Instruções gráficas de trabalho utilizam gráficos, desenhos ou vídeos para demonstrar as sequências de trabalho ou instruções de produção. Símbolos padronizados e cores são utilizados para superar as barreiras de linguagem e comunicação.

A alta rotatividade de operários e a presença de várias equipes distintas que se deslocam para dentro e para fora da construção, tornam ainda mais importante a implantação de dispositivos visuais (FORMOSO et. al., 2001).

Deste modo, os projetos, procedimentos de trabalho e cronograma de atividades devem estar visíveis aos trabalhadores para que estes possam ter a noção do ponto em que se encontram, se estão cumprindo o planejado e se há necessidade de maior celeridade nos processos. Também devem ser colocados avisos em locais perigosos ou pontos de referência, como locais de descarga.

A gestão visual pode ser igualmente utilizada como forma de analisar a evolução da obra, a necessidade de materiais, de mão-de-obra. O controle dos tempos de execução, podem ser feitas por meio de gráficos e tabelas que serão facilmente compreensíveis pelos responsáveis em obra.

### 3. O RAMO DE REFORMAS

#### 3.1. DEFINIÇÕES E CONCEITOS

Existem alguns tipos de serviços de construção civil que muitas vezes se confundem e geram dúvidas quanto à sua conceituação. No Quadro 3 é apresentada uma síntese com a principal característica identificada para cada conceito, que evidencia suas diferenças entre cada um deles.

Quadro 3 - Conceitos de reforma e termos relacionados

| <b>Termo</b>             | <b>Síntese do conceito</b>  |
|--------------------------|---|
| Reforma                  | Qualquer alteração na edificação, conceito genérico   |
| Reabilitação             | Adequação da edificação às exigências e necessidades do usuário, além de atender requisitos legais e normativos |
| Restauro                 | Trazer uma edificação à sua originalidade devido a sua importância histórica, arquitetônica ou cultural         |
| Retrofit                 | Alteração em elementos e sistemas para modernização   |
| Manutenção e Conservação | Alterações que visam prolongar a vida útil da edificação  |
| Adequações               | Adequações da edificação às necessidades de uso usuário   |
| Reconstrução             | Recomposição da edificação, mantendo as principais características  |
| Reparo e Recuperação     | Ações corretivas nas edificações  |

Fonte: Adaptação – Moralez (2019).

Em síntese, neste trabalho o termo “reforma” será entendido como “um conceito genérico que envolve toda intervenção física em edificações, devido uma necessidade de manutenção, preventiva ou corretiva, melhoria para a utilização, ampliação e/ou personalização para adequação às necessidades do usuário” (MORALEZ, 2019).

### 3.2. CONTEXTO

O primeiro grande crescimento na construção civil brasileira ocorreu na década de 1940, durante o governo de Getúlio Vargas. O investimento estatal no desenvolvimento de estrutura para construção civil fez com que a década fosse considerada o seu auge. O Brasil, nesta época, era um importante conhecedor da tecnologia do concreto para a construção civil (PEREIRA, 2017).

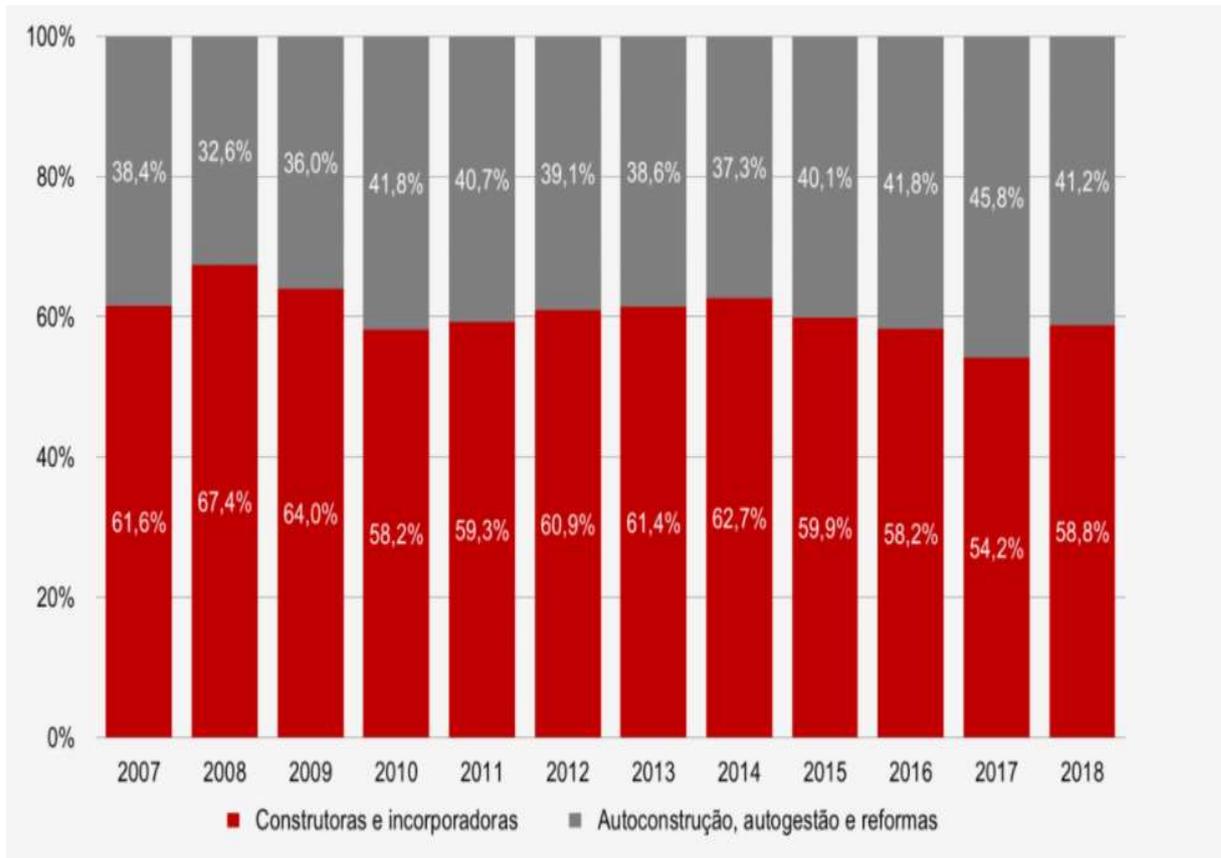
Tamanho investimento estatal para o desenvolvimento da construção civil só voltou a ocorrer durante o regime militar, a partir da década de 70. Com todo este desenvolvimento tecnológico e a existência de construções de décadas anteriores, o segmento de reforma passou a ser afetado, com a adoção de novas tecnologias (PEREIRA, 2017).

Ao longo do desenvolvimento da construção civil em todo o mundo, a reforma ganhou importância nos países europeus, pela existência de muitos edifícios antigos e históricos acarretando o crescimento da prática do *retrofit*, que também é bastante utilizada nos Estados Unidos. Nestes países a rígida legislação não permitiu que o rico acervo arquitetônico fosse substituído, abrindo espaço para o surgimento desta solução que preserva o patrimônio histórico ao mesmo tempo em que permite a utilização adequada do imóvel (CAMPOS, 2012).

No Brasil, as reformas tomam importância, a partir do momento que existem demandas por obras desse segmento desencadeadas pelo crescimento das cidades e a urbanização de novas áreas e territórios (BARBOSA, 2016).

Na Figura 12 observa-se que as atividades de autoconstrução, autogestão e reformas tem aumentado sua participação no conjunto das atividades de construção de edificações.

Figura 12 - Distribuição do PIB entre os segmentos da construção



Fonte: FIESP (2018).

No relatório da FIESP (2018), considera-se que as reformas e obras realizadas a partir da autogestão e autoconstrução não são consideradas realizadas por construtoras e incorporadoras.

*“Entende-se que essas atividades estão relacionadas ao, usualmente denominado, mercado informal. Em empreendimentos de pequeno porte, em que a fiscalização é menos frequente e menos exigente, há maior espaço para a prevalência da informalidade. Entre um dos possíveis motivos para essa informalidade está o curto e descontínuo período de execução das obras nesse ramo, isto é, a empresa nem sempre tem obras para ocupar a equipe durante longos períodos. Assim, a contratação seguindo os requisitos da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) é pouco vantajosa, favorecendo a informalidade (...)” (MORALEZ, 2019).*

Muitas reformas mal executadas, seja pela ausência de projetos ou pela inexperiência do executor, acabam gerando problemas de diferentes naturezas como qualidade e desempenho aquém do esperado e o conseqüente surgimento de manifestações patológicas.

A construção civil possui conselhos que buscam regular e fiscalizar a atuação de engenheiros, arquitetos e empresas do setor, como o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) e o Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU).

Observando o crescimento desse ramo e a relevância, o meio técnico decidiu elaborar a norma ABNT NBR 16.280:2015, porém sua implantação é recente e por desconhecimento ou pela ausência de mecanismos institucionais de controle, há ainda uma resistência para sua aplicação.

### 3.3. AGENTES ATUANTES NO RAMO

De acordo com Moralez (2019), os principais agentes atuantes no ramo de reforma, diferentemente daqueles das cadeias produtivas de edificações novas (órgãos públicos e financiadores), são:

- **Proprietário:** dono do imóvel ou local a ser reformado;
- **Assessoria técnica:** profissionais ou empresas que realizam o gerenciamento da obra e projetos de engenharia e arquitetura;
- **Condomínio:** instituição estabelecida por moradores de um mesmo edifício, que usualmente tem um representante para administração;
- **Vizinhos:** proprietários de imóveis próximos ao local da reforma que podem ser influenciados por ela ou até mesmo influenciá-la;
- **Empreiteira ou empresa especializada:** empresas ou profissionais autônomos que se responsabilizam por executar a obra;
- **Fornecedores:** lojas ou empresas que fornecem material para a obra;
- **Órgãos públicos:** órgãos regulamentadores, como prefeitura ou corpo de bombeiro, que se responsabilizam por aprovar projetos e emitir autorizações;
- **Órgãos financiadores:** instituições que fornecem linhas de crédito para reformas.

Na Figura 13 é possível verificar a correlação entre as etapas de uma reforma com os seus objetivos, agentes e responsabilidades correspondentes, conforme proposto por Moralez et. al. (2019).

Figura 13 - Processo produtivo identificado para a reforma de um apartamento



Fonte: Moralez (2019).

Vale destacar que a composição e a relevância dos agentes do ramo de reformas podem variar de acordo com o contexto em que se insere o empreendimento. Esses agentes podem, ainda, assumir diferentes papéis e atuações dentro das reformas.

### 3.4. NORMATIZAÇÃO E REGULAMENTAÇÃO

A norma ABNT 16.280:2015 tem como finalidade a gestão do controle de processos, projetos, execução e segurança das reformas. Determina meios para: prevenir a perda do desempenho original da edificação; alteração de características originais da edificação, descrição de atividades a serem realizadas; segurança da edificação, dos usuários e do entorno, registro de todo processo antes e depois da reforma; e supervisão e acompanhamento técnico (MORALEZ, 2019).

Os principais requisitos são: apresentação dos documentos para alteração, aprovação de responsável técnico, descrição dos processos, previsão de recursos e garantia de que a reforma não irá interferir com as demais atividades de manutenção da edificação.

A norma ainda estabelece algumas informações que devem ser apresentadas pelo solicitante da reforma, tais como: responsável técnico, os projetos, as autorizações dos condomínios, o escopo dos serviços, as atividades e materiais, cronograma, dados de empresas, apresentação de profissionais responsáveis e estabelecimento dos locais de armazenamento de materiais e descarte.

Outra norma importante de ser citada é a ABNT NBR 5.674:2012 que aborda sobre a manutenção da edificação. Deve ser entendida como um serviço programável e um investimento na preservação do valor patrimonial. Essa norma inclui meios para preservar as características originais da edificação e prevenir perda de desempenho decorrente da degradação dos seus sistemas, elementos e componentes. A norma prevê também o registro e documentação das atividades de manutenção para manter a rastreabilidade das ações. As reformas nas edificações devem levar em consideração o programa de manutenção previamente elaborado e este deve levar em conta as diferentes interações entre sistemas a fim de que a ação de manutenção em um dado sistema não venha a interferir negativamente em outro sistema (MORALEZ, 2019).

A Norma é referência para que os proprietários ou síndicos possam elaborar e implantar programas de manutenção preventiva. O síndico e os administradores diretos têm papel fundamental no cumprimento dessa norma, uma vez que os prejuízos advindos da omissão em realizar a manutenção predial são de sua responsabilidade. O síndico responderá sempre pelos atos praticados enquanto administrador do condomínio, responsabilidade que se encontra indiretamente inserida no elenco da sua competência, conforme o art. 1348 e incisos do Código Civil e conforme previsto na lei nº 4.591, de 1964, que dispõe sobre o condomínio em edificações e as incorporações imobiliárias.

### 3.5. PRINCIPAIS DIFICULDADES

Tendo em vista a escassa bibliografia sobre reformas habitacionais e para aprofundar o conhecimento e compreender quais ferramentas podem trazer maior impacto no segmento, é extremamente necessário entender quais são os principais desafios encontrados no setor.

Segundo a experiência do autor, que atua na área de gestão de reforma a quatro anos, as principais dificuldades percebidas são: falta de qualificação da mão de obra, planejamento e logística do canteiro.

Assim, para corroborar e validar esta análise e entender se outros profissionais também possuem tal visão, foi realizada uma pesquisa que consistiu no seguinte questionamento ao público: “quais são as principais dificuldades encontradas no setor de reformas?”. O público escolhido tem entre 28 e 45 anos e atua na área de reformas em diferentes cargos e funções, conforme pode ser visto no Quadro 4 abaixo.

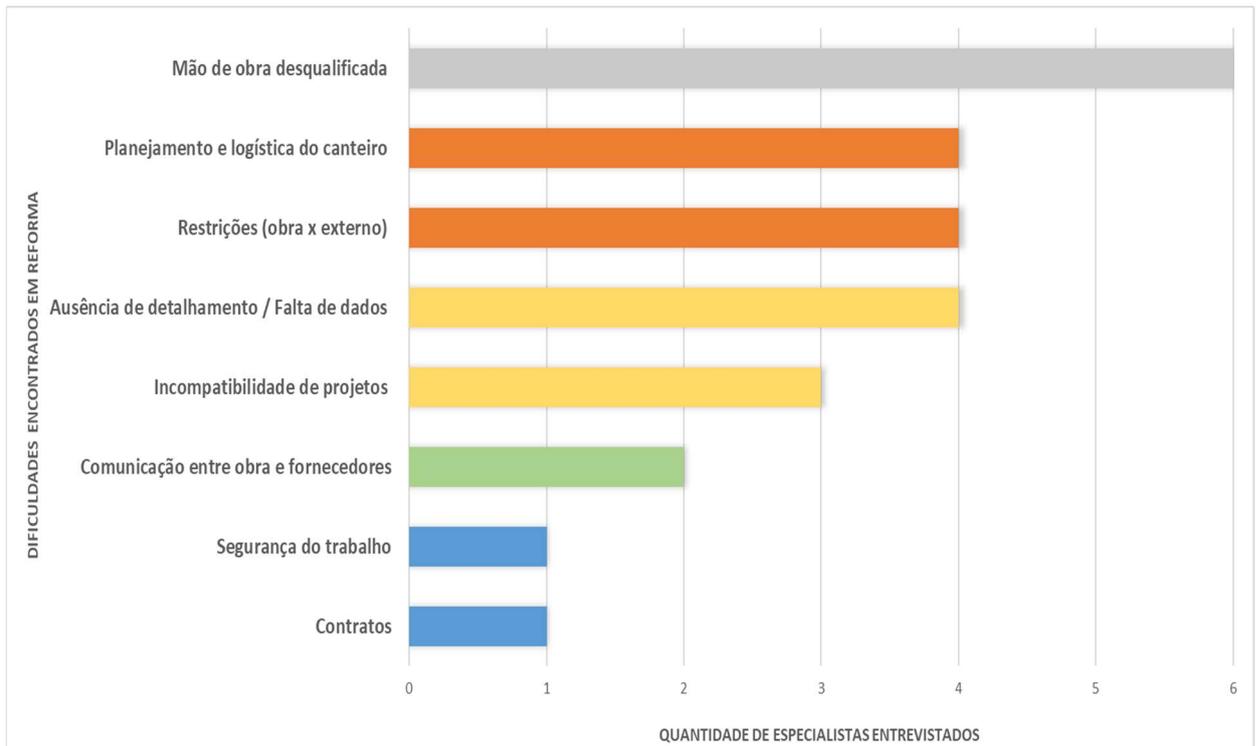
Quadro 4 - Dados entrevistados

|                       | <b>Idade</b> | <b>Profissão</b>     | <b>Área de atuação</b>   | <b>Cargo</b>               |
|-----------------------|--------------|----------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>Entrevistado 1</b> | 30           | Engenheiro (a) Civil | Planejamento / Qualidade | Gestor (a) de Qualidade    |
| <b>Entrevistado 2</b> | 35           | Arquiteto (a)        | Obra                     | Arquiteto (a) de obra      |
| <b>Entrevistado 3</b> | 33           | Engenheiro (a) Civil | Obra                     | Engenheiro (a) de obra     |
| <b>Entrevistado 4</b> | 28           | Engenheiro (a) Civil | Obra                     | Engenheiro (a) de obra     |
| <b>Entrevistado 5</b> | 38           | Arquiteto (a)        | Planejamento             | Gestor (a) de Planejamento |
| <b>Entrevistado 6</b> | 45           | Engenheiro (a) Civil | Obra                     | Gestor (a) de obra         |

Fonte: Autor (2022).

A pesquisa foi realizada no formato online com a utilização do *google forms* e o resultado pode ser visto no gráfico da Figura 14.

Figura 14 - Principais dificuldades em reformas habitacionais



Fonte: Autor (2022).

Dentre as principais dificuldades citadas, vale destacar: mão de obra desqualificada, planejamento e logística do canteiro, restrições impostas pelo condomínio, ausência de detalhamentos e incompatibilidade dos projetos.

É importante comparar o resultado, também, com o estudo realizado por Moralez (2019), onde foram entrevistados três profissionais de diferentes empresas que atuam no ramo para compreender quais eram os principais obstáculos/limitantes durante a reforma. A falta de qualificação da mão de obra e as restrições do condomínio foram os principais entraves destacados por elas, mostrando que as dificuldades são comuns e se mantêm durante esse período.

Foi elaborada uma matriz de decisão (Figura), que é uma forma simples de facilitar o processo de decisão, visto que, permite avaliar os pontos fortes e fracos e definir planos de ação de acordo com cada problema identificado, sendo assim, realizada com a finalidade de canalizar os esforços para soluções que tragam maior impacto nas reformas.

Figura 15 - Matriz de decisão – Dificuldades que mais impactam na reforma

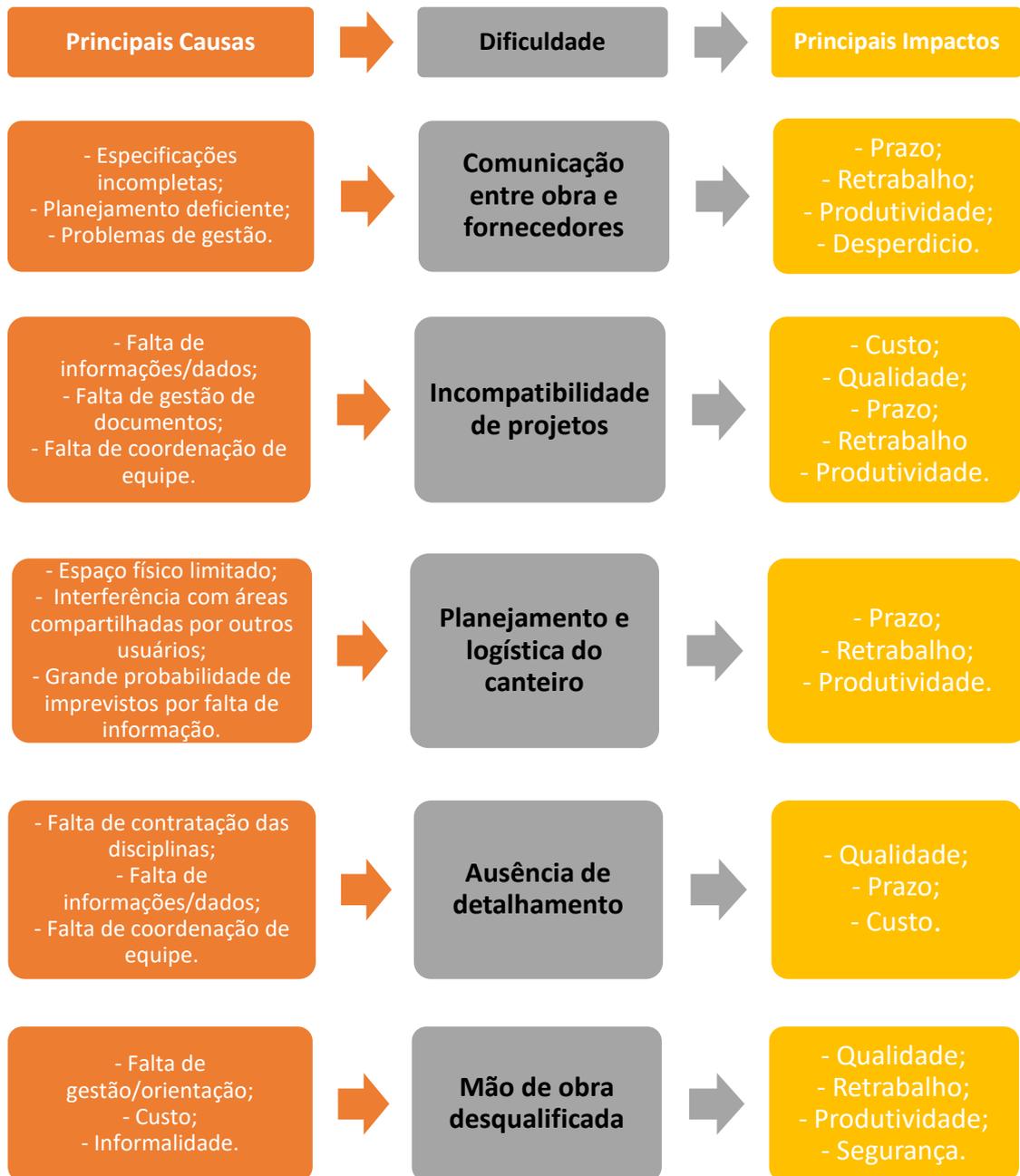
| Principais dificuldades / critérios       |       |       |           |           |               |       |
|---|-------|-------|-----------|-----------|---------------|-------|
|   | Prazo | Custo | Qualidade | Segurança | Produtividade | TOTAL |
| Contratos                                 | 3     | 3     | 2         | 1         | 2             | 11    |
| Segurança do trabalho                     | 1     | 2     | 1         | 3         | 1             | 8     |
| Comunicação entre obra e fornecedores     | 3     | 3     | 3         | 1         | 3             | 13    |
| Ausência de detalhamento / Falta de dados | 3     | 3     | 3         | 2         | 3             | 14    |
| Incompatibilidade de projetos             | 3     | 3     | 2         | 2         | 3             | 13    |
| Restrições (obra x externo)               | 3     | 2     | 1         | 1         | 3             | 10    |
| Planejamento e logística do canteiro      | 3     | 3     | 2         | 2         | 3             | 13    |
| Mão de obra desqualificada                | 3     | 3     | 3         | 3         | 3             | 15    |

Fonte: Autor (2022).

Foram elencadas as dificuldades citadas anteriormente e relacionadas com os critérios de avaliação (prazo, custo, qualidade, segurança e produtividade). Na coluna referente aos critérios foi estabelecido uma pontuação, considerando uma escala de 1 a 3, sendo “1” o valor de pouco impacto, “2” o valor de médio impacto e “3” o valor de grande impacto. Tal classificação foi realizada com base na opinião e experiência do autor. Como resultado é possível observar quais são os itens que mais influenciam o processo da reforma baseado nos critérios estabelecidos: Comunicação entre obra e fornecedores (13), incompatibilidade de projetos (13), planejamento e logística do canteiro (13), ausência de detalhamento (14) e mão de obra desqualificada (15).

Antes de definir qual será o plano de ação para cada item, vale destacar quais são os principais impactos e as principais causas relacionadas com cada um, conforme visto na Figura 16.

Figura 16 - Principais causas e impactos



Fonte: Autor (2022).

#### 4. *LEAN CONSTRUCTION* EM REFORMAS

Ao associar as principais dificuldades da reforma com as principais ferramentas do *Lean*, notou-se que ausência de detalhamento e incompatibilidade de projetos não possuem impacto direto das ações propostas no método, sendo mais viável a aplicação de técnicas de gerenciamento de projeto (*softwares* e reuniões iniciais), conforme visualizado no Quadro 5.

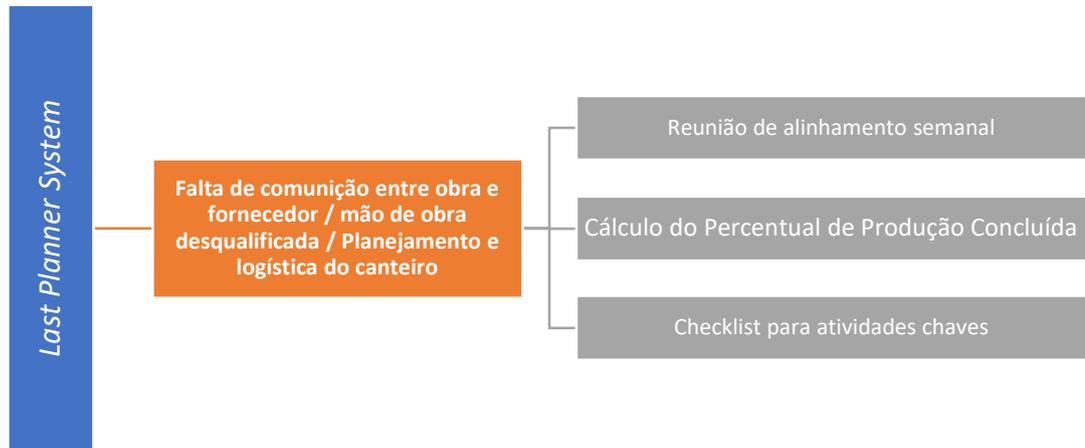
Vale destacar que em obras de menores portes nem sempre se tem os recursos e técnicas disponíveis para que se consiga aplicar o *Lean Construction* de maneira adequada e colher todos os frutos de tal processo.

Quadro 5 - Ferramentas do Lean x Principais Dificuldades

|  | Last Planner System | Just-in-time  | Kanban        | Sistema 5s    | Gerenciamento visual |
|--|---------------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| Falta de comunicação entre obra e fornecedores | x                   | não se aplica | x             | x             | x                    |
| Ausência de detalhamento / Falta de dados      | não se aplica       | não se aplica | não se aplica | não se aplica | não se aplica        |
| Incompatibilidade de projetos                  | não se aplica       | não se aplica | não se aplica | não se aplica | não se aplica        |
| Planejamento e logística do canteiro           | x                   | x             | x             | x             | x                    |
| Mão de obra desqualificada                     | x                   | não se aplica | não se aplica | x             | x                    |

Fonte: Autor (2022).

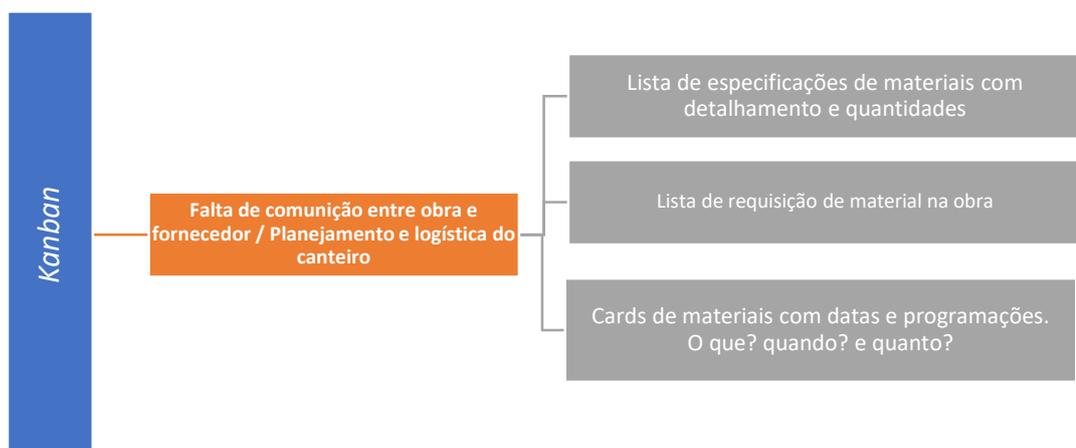
Visando atribuir ações que serão implementadas para contribuir na resolução das dificuldades encontradas, se faz necessário aprofundar a análise em cada ferramenta citada anteriormente.

Figura 17 - *Last Planner*: ações adotadas

Fonte: Autor (2022).

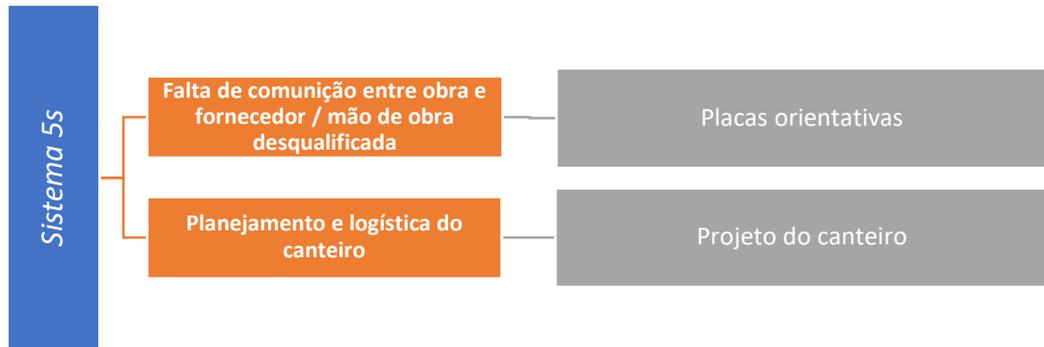
Figura 18 - *Just-in-time*: ações adotadas

Fonte: Autor (2022).

Figura 19 - *Kanban*: ações adotadas

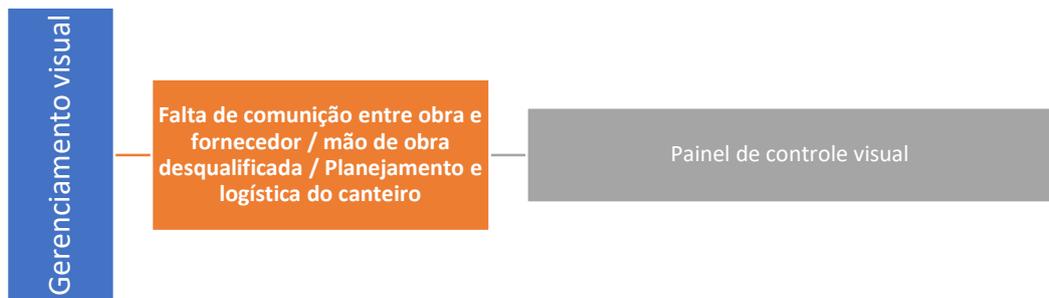
Fonte: Autor (2022).

Figura 20 - Sistema 5s: ações adotadas



Fonte: Autor (2022).

Figura 21 – Gerenciamento Visual: ações adotadas



Fonte: Autor (2022).

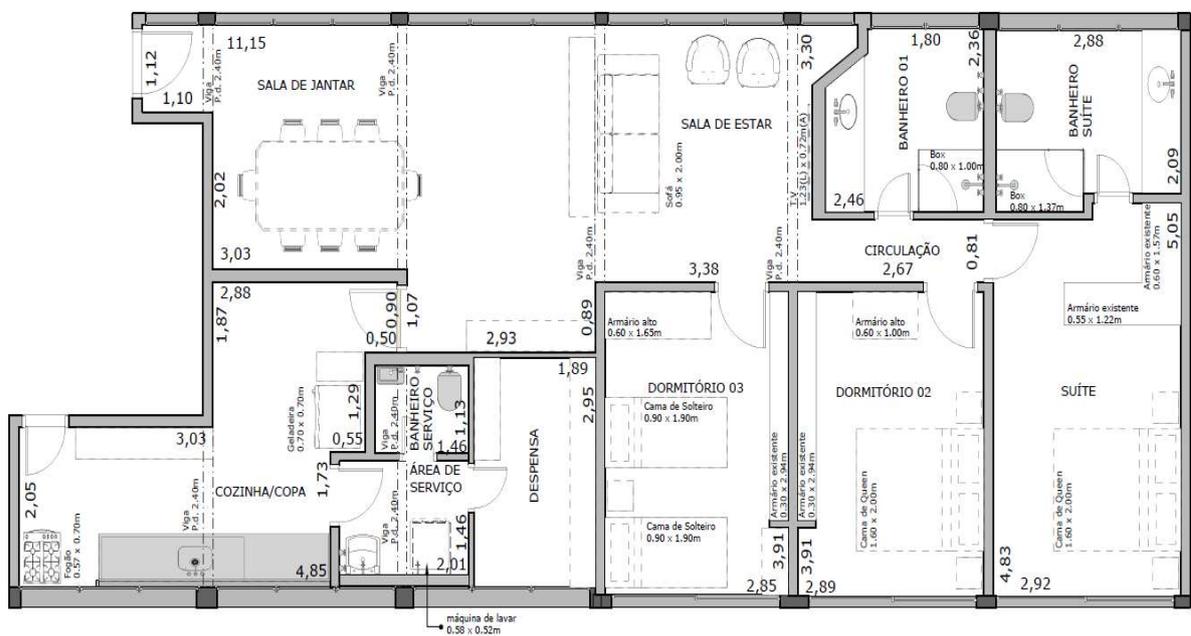
## 5. ESTUDO DE CASO

Para avaliar a aplicabilidade das ferramentas propostas, foi feito um estudo de caso buscando aplicar as ações e analisar os resultados obtidos. Deste modo, pode-se validar ou não as ferramentas e compreender seus impactos.

O estudo de caso refere-se a um apartamento antigo, com 48 anos de idade. O apartamento possui 125 m<sup>2</sup> de área privativa e localiza-se no sétimo andar em um edifício de 11 pavimentos.

Foi escolhido um apartamento tipo, com três dormitórios, sendo uma suíte, dois banheiros, sala, cozinha, área de serviço, banheiro de serviço e despensa, conforme visto na Figura 22. O projeto foi elaborado pelo cliente, e a empresa construtora foi responsável pela execução e gerenciamento da reforma.

Figura 22 - Planta layout



Fonte: Cliente (2022).

A seguir, é apresentada a lista de necessidade escolhida pelo cliente para execução da reforma:

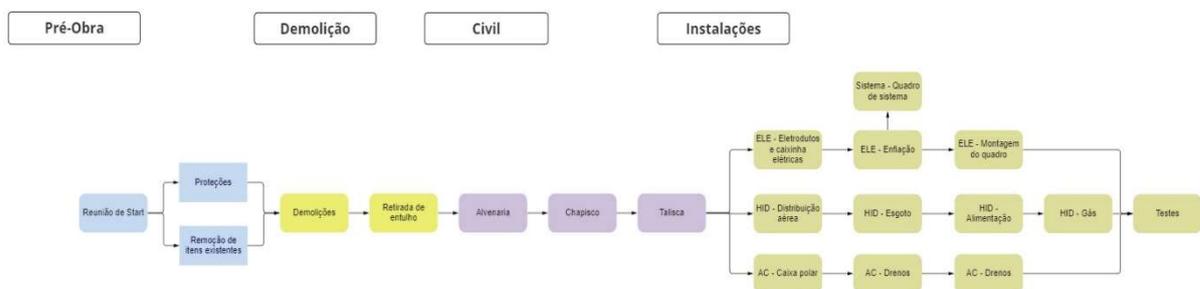
- Remoção e descarte de Cubas/Lavatórios/Tanques/Metais;
- Demolição de alvenarias e descarte;
- Demolição de forro e moldura existentes;
- Remoção de luminárias;
- Remoção de Marcenaria do Ambiente;
- Remoção de carpete e rodapés;
- Remoção de revestimento existente com retirada de substrato;
- Remoção e descarte de bancadas;
- Regularização de contrapiso com argamassa;
- Regularização de parede chapisco + emboço;
- Execução de contrapiso;
- Forro de gesso;
- Impermeabilização de parede e piso;
- Pontos de elétrica novos/remanejados;
- Troca de quadro elétrico - prevê troca de acabamentos, fiação e disjuntores;
- Instalação de ponto de água fria/quente novos;
- Rodapé poliestireno 3cm;
- Porcelanato 60x60cm;
- Pintura;
- Pintura de porta de ferro e manutenção de dobradiças, fechaduras e maçanetas;
- Limpeza e reparos de marcenaria;
- Instalação de luminária de sobrepor;
- Instalação de louças e metais;
- Bancada em Granito Preto São Gabriel/Branco Siena;
- Tecto e baguetes;
- Revitalização de bancadas;
- Manutenção caixilho;
- Box de vidro e espelho lapidado cristal;
- Limpeza final.

## 5.1. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS

O primeiro passo, realizado antes do início da obra, foi a elaboração de um macrofluxo, com o intuito de mostrar as relações existentes entre os processos, tendo como propósito, a ordem de ocorrência das ações.

A primeira etapa, conforme visto na Figura 23, foi definida como pré-obra, onde é realizada a mobilização, reunião de alinhamento inicial, proteção dos itens que serão mantidos e remoção de itens existentes. A segunda etapa é composta pela demolição e retirada de entulho. Após isso, inicia a terceira e quarta etapa, que se referem a parte civil seguida pelas instalações elétricas, hidráulicas e da infraestrutura do ar-condicionado.

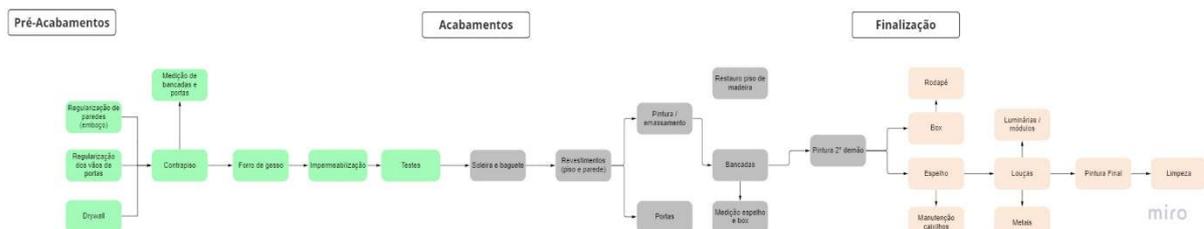
Figura 23 - MacroFluxo - parte 1



Fonte: Autor (2022).

A quinta etapa se refere ao pré-acabamento, atividades que antecedem as etapas finais da obra. É composta pela finalização das regularizações, contrapiso, impermeabilização e testes. No acabamento inicia as instalações de revestimentos, portas, bancadas e pintura. Para finalizar é instalado o rodapé, box e espelhos, luminárias, louças e metais, conforme pode ser visto, em detalhes, na Figura 24.

Figura 24 - MacroFluxo - parte 2



Fonte: Autor (2022).

Para o cronograma inicial de obra (Figura 25), foi definida quais eram as atividades-chaves do projeto para entender onde iria ser importante alocar os tempos adicionais que permitem proteger o empreiteiro de atrasos e variabilidade nas entregas. Para melhor compreensão, os *Schedule Buffer* foram identificados no cronograma como uma atividade. Uma vez aplicado em um ambiente incerto, considera o total de seis dias adicionais.

Figura 25 - Cronograma

| ITENS    | ATIVIDADES   | DUs | Início Atividades<br>(dia/mes/ano) | Término Atividades<br>(dia/mes/ano) |
|----------|--|-----|------------------------------------|-------------------------------------|
|          |  | 56  | 06/05/2022                         | 22/07/2022                          |
| <b>1</b> | <b>Pré-Obra</b>  |     |                                    |                                     |
| 1,1      | Reunião de start   | 1   | 06/05/2022                         | 06/05/2022                          |
| 1,2      | Proteções dos itens existentes   | 1   | 06/05/2022                         | 06/05/2022                          |
| 1,3      | Retirada de todos os objetos que não serão mantidos                        | 2   | 06/05/2022                         | 09/05/2022                          |
| <b>2</b> | <b>Demolição</b>   |     |                                    |                                     |
| 2,1      | Demolições   | 5   | 06/05/2022                         | 12/05/2022                          |
| 2,2      | Retirada de resíduos de demolição  | 2   | 11/05/2022                         | 12/05/2022                          |
| <b>3</b> | <b>Civil</b>   |     |                                    |                                     |
| 3,1      | Recorte de paredes e pisos - Infra Elétrica                                | 2   | 13/05/2022                         | 16/05/2022                          |
| 3,2      | Recorte de paredes e pisos - Gás   | 1   | 13/05/2022                         | 13/05/2022                          |
| 3,3      | Recorte de paredes e pisos - Infra hidráulica                              | 2   | 13/05/2022                         | 16/05/2022                          |
| 3,4      | Construção de alvenaria  | 2   | 16/05/2022                         | 17/05/2022                          |
| 3,5      | Chapisco e talisca   | 2   | 18/05/2022                         | 19/05/2022                          |
| <b>4</b> | <b>Instalações</b>   |     |                                    |                                     |
| 4,1      | Montagem rede água fria e quente   | 2   | 20/05/2022                         | 23/05/2022                          |
| 4,2      | Infra de elétrica e dados  | 2   | 20/05/2022                         | 23/05/2022                          |
| 4,3      | Montagem rede esgoto   | 2   | 23/05/2022                         | 24/05/2022                          |
| 4,4      | Enfição  | 3   | 24/05/2022                         | 26/05/2022                          |
| 4,5      | Enfição Cabo de Dados  | 1   | 24/05/2022                         | 24/05/2022                          |
| 4,6      | Montagem rede gás  | 2   | 25/05/2022                         | 26/05/2022                          |
| 4,7      | Teste de Instalações hidráulicas   | 1   | 27/05/2022                         | 27/05/2022                          |
| 4,8      | Montagem de quadro   | 2   | 27/05/2022                         | 30/05/2022                          |
| 4,9      | Schedule Buffers   | 2   | 31/05/2022                         | 01/06/2022                          |
| <b>5</b> | <b>Pré-acabamentos</b>   |     |                                    |                                     |
| 5,1      | Regularização das paredes / Fechamento de rasgos das infiras               | 2   | 02/06/2022                         | 03/06/2022                          |
| 5,2      | Regularização pisos em geral - contrapiso/nivelamento                      | 3   | 06/06/2022                         | 08/06/2022                          |
| 5,3      | Regularização dos vão de portas  | 2   | 06/06/2022                         | 07/06/2022                          |
| 5,4      | Medição de esquadrias de madeira   | 1   | 08/06/2022                         | 08/06/2022                          |
| 5,5      | Medições dos baguetes/ soleiras e tentos                                   | 1   | 08/06/2022                         | 08/06/2022                          |
| 5,6      | Medições das bancadas  | 1   | 08/06/2022                         | 08/06/2022                          |
| 5,7      | Execução de forro de gesso   | 2   | 08/06/2022                         | 09/06/2022                          |
| 5,8      | Impermeabilização dos Banheiros  | 2   | 10/06/2022                         | 13/06/2022                          |
| 5,9      | Impermeabilização da Área de serviço                                       | 2   | 10/06/2022                         | 13/06/2022                          |
| 5,10     | Impermeabilização da Cozinha   | 2   | 10/06/2022                         | 13/06/2022                          |
| 5,11     | Teste de estanqueidade Impermeabilização                                   | 3   | 14/06/2022                         | 16/06/2022                          |
| 5,12     | Schedule Buffers   | 1   | 17/06/2022                         | 17/06/2022                          |
| <b>6</b> | <b>Acabamentos</b>   |     |                                    |                                     |
| 6,1      | Execução de soleiras, tentos e baguetes                                    | 2   | 20/06/2022                         | 21/06/2022                          |
| 6,2      | Revestimentos de pisos e paredes   | 8   | 20/06/2022                         | 29/06/2022                          |
| 6,3      | Schedule Buffers   | 1   | 30/06/2022                         | 30/06/2022                          |
| 6,4      | Emasseamento, lixamento e 1° demão   | 5   | 01/07/2022                         | 07/07/2022                          |
| 6,6      | Instalações e manutenção de bancadas e lavatórios                          | 2   | 01/07/2022                         | 04/07/2022                          |
| 6,8      | Manutenção das ferragens de portas e instalação de novas portas            | 1   | 01/07/2022                         | 01/07/2022                          |
| 6,7      | Medições de espelhos e box de vidro  | 1   | 04/07/2022                         | 04/07/2022                          |
| 6,9      | Restauração do piso área seca  | 3   | 01/07/2022                         | 05/07/2022                          |
| 7,2      | 2° demão de pintura  | 3   | 06/07/2022                         | 08/07/2022                          |
| <b>7</b> | <b>Finalização</b>   |     |                                    |                                     |
| 7,1      | Instalação de rodapés  | 2   | 11/07/2022                         | 12/07/2022                          |
| 6,11     | Manutenção das esquadrias de alumínio                                      | 1   | 11/07/2022                         | 11/07/2022                          |
| 6,12     | Manutenção de funcionamento dos armários                                   | 1   | 11/07/2022                         | 11/07/2022                          |
| 7,7      | Instalações dos espelhos e box   | 1   | 11/07/2022                         | 11/07/2022                          |
| 7,3      | Instalações de louças e metais   | 2   | 12/07/2022                         | 13/07/2022                          |
| 7,4      | Instalações de Acabamentos elétricos de interruptores e tomadas/luminárias | 2   | 12/07/2022                         | 13/07/2022                          |
| 7,5      | Últimas demãos de pintura  | 2   | 14/07/2022                         | 15/07/2022                          |
| 7,6      | Schedule Buffers   | 2   | 18/07/2022                         | 19/07/2022                          |
| 7,8      | Desmobilização de material/entulho/proteções                               | 1   | 20/07/2022                         | 20/07/2022                          |
| 7,9      | Limpeza Final  | 2   | 21/07/2022                         | 22/07/2022                          |

Fonte: Autor (2022).

Destaca-se que as cores indicadas no macrofluxo e no *Checklist* (Figura 35), são as mesmas usada no cronograma, tendo como principal objetivo, facilitar a leitura dos fornecedores *in loco*. O acompanhamento do cronograma foi realizado através do cálculo do percentual de produção concluída (PPC), conforme visualizado nas Figuras 26 até 36, e do *Checklist* das atividades chaves. Esse acompanhamento foi vinculado com uma reunião semanal em obra, com a finalidade de verificar o que foi executado, programar as atividades no curto prazo e determinar o que será feito na semana seguinte.

Figura 26 – Cálculo do PPC: Semana 1

| <b>Semana 1</b>                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| <b>06/05/2022</b>                 | <b>12/05/2022</b> |
| Atividades previstas inicialmente | 5                 |
| Atividades realizadas             | 5                 |
| PPC                               | 100%              |

Fonte: Autor (2022).

Figura 27 - Cálculo do PPC: Semana 2

| <b>Semana 2</b>                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| <b>13/05/2022</b>                 | <b>19/05/2022</b> |
| Atividades previstas inicialmente | 5                 |
| Atividades realizadas             | 5                 |
| PPC                               | 100%              |

Fonte: Autor (2022).

Figura 28 – Cálculo do PPC: Semana 3

| <b>Semana 3</b>                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| <b>20/05/2022</b>                 | <b>26/05/2022</b> |
| Atividades previstas inicialmente | 6                 |
| Atividades realizadas             | 5                 |
| PPC                               | 83%               |
| Atraso na montagem da rede de gás |                   |

Fonte: Autor (2022).

Figura 29 - Cálculo do PPC: Semana 4

| <b>Semana 4</b>                                  |                   |
|--|-------------------|
| <b>27/05/2022</b>                                | <b>02/06/2022</b> |
| Atividades previstas inicialmente                | 2                 |
| Atividades previstas após atraso semana anterior | 1                 |
| Atividades realizadas                            | 3                 |
| PPC  | 150%              |

Fonte: Autor (2022).

Figura 30 - Cálculo do PPC: Semana 5

| <b>Semana 5</b>                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| <b>03/06/2022</b>                 | <b>09/06/2022</b> |
| Atividades previstas inicialmente | 7                 |
| Atividades realizadas             | 7                 |
| PPC                               | 100%              |

Fonte: Autor (2022).

Figura 31 - Cálculo do PPC: Semana 6

| <b>Semana 6</b>                                    |                   |
|--|-------------------|
| <b>10/06/2022</b>                                  | <b>16/06/2022</b> |
| Atividades previstas inicialmente                  | 4                 |
| Atividades realizadas                              | 3                 |
| PPC  | 75%               |
| Atraso no teste de estanqueidade impermeabilização |                   |

Fonte: Autor (2022).

Figura 32 - Cálculo do PPC: Semana 7

| <b>Semana 7</b>                                  |                   |
|--|-------------------|
| <b>17/06/2022</b>                                | <b>23/06/2022</b> |
| Atividades previstas inicialmente                | 2                 |
| Atividades previstas após atraso semana anterior | 1                 |
| Atividades realizadas                            | 2                 |
| PPC  | 67%               |

Fonte: Autor (2022).

Figura 33 - Cálculo do PPC: Semana 8

| <b>Semana 8</b>                                  |                   |
|--|-------------------|
| <b>24/06/2022</b>                                | <b>30/06/2022</b> |
| Atividades previstas                             | 2                 |
| Atividades previstas após atraso semana anterior | 1                 |
| Atividades realizadas                            | 3                 |
| PPC  | 150%              |

Fonte: Autor (2022).

Figura 34 - Cálculo do PPC: Semana 9

| <b>Semana 9</b>                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| <b>01/07/2022</b>                  | <b>07/07/2022</b> |
| Atividades previstas               | 4                 |
| Atividades realizadas              | 3                 |
| PPC                                | 75%               |
| Atraso durante 2º demão de pintura |                   |

Fonte: Autor (2022).

Figura 35 - Cálculo do PPC: Semana 10

| <b>Semana 10</b>                                 |                   |
|--|-------------------|
| <b>08/07/2022</b>                                | <b>14/07/2022</b> |
| Atividades previstas                             | 6                 |
| Atividades previstas após atraso semana anterior | 1                 |
| Atividades realizadas                            | 7                 |
| PPC  | 117%              |

Fonte: Autor (2022).

Figura 36 - Cálculo do PPC: Semana 11

| <b>Semana 11</b>      |                   |
|-----------------------|-------------------|
| <b>15/07/2022</b>     | <b>21/07/2022</b> |
| Atividades previstas  | 3                 |
| Atividades realizadas | 3                 |
| PPC                   | 100%              |

Fonte: Autor (2022).

Figura 37 - Checklist atividades chaves

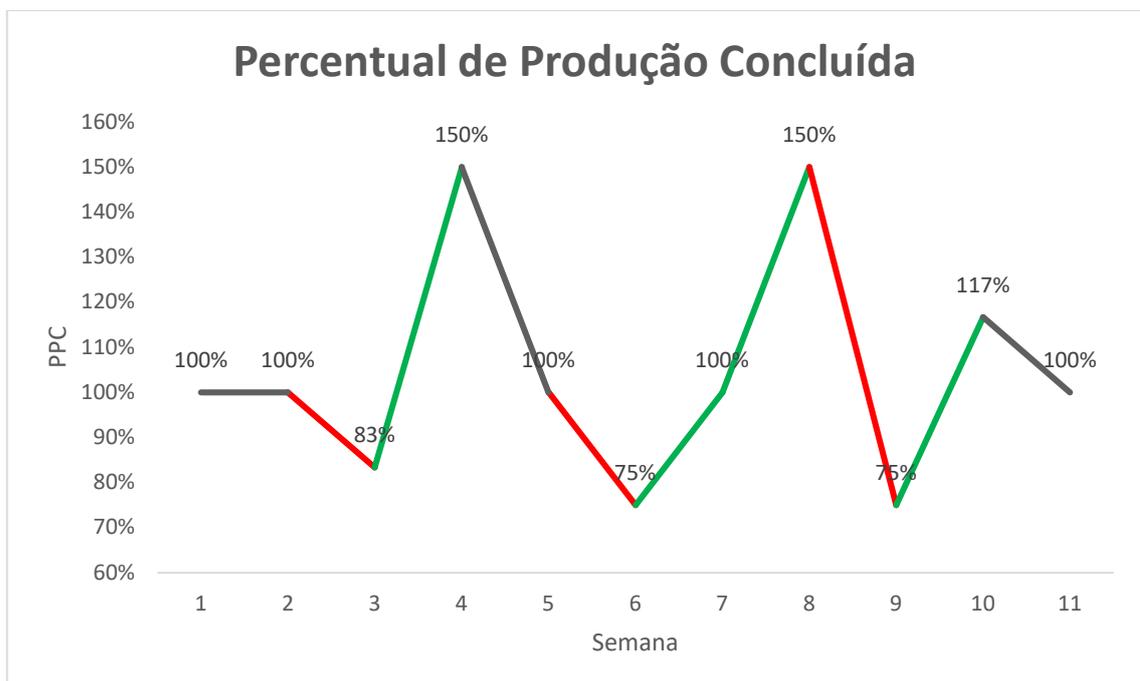
| <b>ATIVIDADES</b>                                 | <b>SEMANA</b> | <b>Checklist</b> |
|---|---------------|------------------|
| <b>Pré-Obra</b>                                   |               |                  |
| Reunião de start e proteção dos itens existentes  | 1             |                  |
| <b>Demolição</b>                                  |               |                  |
| Demolições e retirada de resíduos                 | 1             |                  |
| <b>Civil</b>                                      |               |                  |
| Recortes de paredes e pisos                       | 2             |                  |
| Alvernaria, chapisco e talista                    | 2             |                  |
| <b>Instalações</b>                                |               |                  |
| Infra elétrica, hidráulica e gás                  | 3             |                  |
| Testes  | 4             |                  |
| <b>Pré-acabamentos</b>                            |               |                  |
| Regularização das paredes e medições              | 5             |                  |
| Impermeabilização e testes                        | 6             |                  |
| <b>Acabamentos</b>                                |               |                  |
| Revestimentos                                     | 7             |                  |
| Emasseamento, lixamento e 1º demão                | 8 e 9         |                  |
| Restauração do piso área seca                     | 9             |                  |
| 2º demão de pintura                               | 9             |                  |
| <b>Finalização</b>                                |               |                  |
| Louças e metais / Espelho / Box / Acab. Elétricos | 10            |                  |
| Pintura final e limpeza                           | 11            |                  |

Fonte: Autor (2022).

Para melhor visualização do comportamento da execução das atividades ao longo das semanas, foi criado um gráfico de linhas, utilizados para representar grandes quantidades de dados que ocorrem em um período contínuo, conforme observado no gráfico da Figura 38 abaixo.

As porcentagens acima de 100% representam uma recuperação em relação ao atraso na semana anterior, bem como, as porcentagens abaixo de 100% representam um atraso no cronograma.

Figura 38 - Evolução do Percentual de Produção Concluída ao longo das semanas



Fonte: Autor (2022).

O cronograma, macrofluxo, checklist das atividades principais e as plantas com todo os quantitativos de materiais (acabamentos) compõem o Painel de Controle Visual. O Painel, conforme visto nas Figuras 39 e 40, foi disponibilizado na obra para que seja possível saber facilmente o estado e as regras das operações. A rotatividade de operários e a presença de várias equipes distintas na reforma tornam ainda mais importante a implantação de dispositivos visuais.

Figura 39 - Painel de Controle



Fonte: Autor (2022).

Figura 40 - Painel de Controle 2



Fonte: Autor (2022).

A empresa contratada para execução, foi responsável por todo o quantitativo e fornecimento de insumos de materiais básicos, ficando sob responsabilidade do Autor, somente os insumos referentes aos acabamentos, conforme especificações nos Quadros 6 até 13.

Quadro 6 - Luminárias - Especificações e Quantidades

| Ambiente              | Tipo  | Cor    | Unidades |
|-----------------------|---|--------|----------|
| Sala de Estar/ Jantar | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 3        |
| Circulação            | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 1        |
| Banheiro              | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 1        |
| Banheiro              | Arandela  | neutra | 1        |
| Banheiro Suíte        | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 1        |
| Banheiro Suíte        | Arandela  | neutra | 1        |
| Suíte                 | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 2        |
| Dormitório 02         | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 1        |
| Dormitório 03         | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 1        |
| Despensa              | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 1        |
| Área de Serviço       | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 1        |
| Banheiro Serviço      | Arandela  | neutra | 1        |
| Cozinha/Copa          | Sobrepor Quadrada/Redonda (28cm) 24W LED bivolt | neutra | 3        |

Fonte: Autor (2022).

Quadro 7 - Revestimento - Especificações e Quantidades

| Ambiente              | Item                | Modelo            | Cor          | Medidas (m²) |
|-----------------------|---------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Sala de Estar/ Jantar | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 34.81        |
| Circulação            | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 2.40         |
| Banheiro              | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 5.45         |
| Banheiro Suíte        | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 6.35         |
| Suíte                 | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 12.85        |
| Dormitório 02         | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 11.29        |
| Dormitório 03         | Existente           |                   |              | 11.08        |
| Despensa              | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 5.57         |
| Área de Serviço       | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 3.19         |
| Banheiro Serviço      | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 1.65         |
| Cozinha/Copa          | Porcelanato 60x60cm | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 14.84        |

Fonte: Autor (2022).

Quadro 8 - Revestimento box - Especificações e Quantidades

| Ambiente       | Item                                | Modelo            | Cor          | Medidas (m²) |
|----------------|-------------------------------------|-------------------|--------------|--------------|
| Banheiro Suíte | Porcelanato 60x60cm (Apenas no BOX) | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 5.72         |
| Banheiro       | Porcelanato 60x60cm (Apenas no BOX) | Munari Cimento AC | (Ref. Cinza) | 4.46         |

Fonte: Autor (2022).

Quadro 9 - Rodapé - Especificações e Quantidades

| Ambiente              | Acabamento                                     | Medida |
|-----------------------|--|--------|
| Sala de Estar/ Jantar | Rodapé Poliestireno: Moderna 466 RM BR - H=3cm | 26.70  |
| Circulação            | Rodapé Poliestireno: Moderna 466 RM BR - H=3cm | 3.68   |
| Banheiro              | Porcelanato 60x60cm - 10cm                     | 6.77   |
| Banheiro Suíte        | Porcelanato 60x60cm - 10cm                     | 7.36   |
| Suíte                 | Rodapé Poliestireno: Moderna 466 RM BR - H=3cm | 16.88  |
| Dormitório 02         | Rodapé Poliestireno: Moderna 466 RM BR - H=3cm | 13.29  |
| Dormitório 03         | Existente                                      | 0      |
| Despensa              | Porcelanato 60x60cm - 10cm                     | 8.97   |
| Área de Serviço       | Porcelanato 60x60cm - 10cm                     | 4.80   |
| Banheiro Serviço      | Porcelanato 60x60cm - 10cm                     | 4.52   |
| Cozinha/Copa          | Porcelanato 60x60cm - 10cm                     | 16.90  |

Fonte: Autor (2022).

Quadro 10 - Box e Espelho - Especificações e Quantidades

| Ambiente       | Descrição         | Perfil | Vidro        | Largura   | Altura |
|----------------|-------------------|--------|--------------|-----------|--------|
| Banheiro       | box em L de abrir |        | transparente | 1.00/0.80 | 2.00   |
| Banheiro Suíte | box em L de abrir |        | transparente | 1.37/0.55 | 2.00   |

| Ambiente       | Descrição        | Largura | Altura |
|----------------|------------------|---------|--------|
| Banheiro       | Lapidado cristal | 1.50    | 0.90   |
| Banheiro Suíte | Lapidado cristal | 2.00    | 0.90   |

Fonte: Autor (2022).

Quadro 11 - Metais - Especificações e Quantidades

| Ambiente         | Item  | Modelo          | Quantidade |
|------------------|---|-----------------|------------|
| Cozinha          | Cuba de Sobrepor Tramontina Marea 2C 34 em Aço Inox com Acabamento Acetinado 88 x 50 cm com Válvula | -93903123       | 1          |
| Cozinha          | Válvula de escoamento para Cozinha Cromado 4.1/2"X1.1/2" c/ cesto - Inoepea                         | (B5008IACRB)    | 1          |
| Cozinha          | Sifão para Cozinha/Tanque: Inoepea 1 1/2" (B5002R0CRB)  | (B5002R0CRB)    | 1          |
| Cozinha          | Monocomando de mesa Spin Deca   | 2271.C72        | 1          |
| Cozinha          | Ligação Flexível com Malha de aço inoxidável 40 cm - Cromado - Inoepea (B5008R0CR3)                 | (B5008R0CR3)    | 1          |
| Cozinha          | Acab para registro de gaveta PQ Slin - Deca   | 4900.C.72       | 1          |
| Área de Serviço  | Válvula de escoamento para Tanque   | -               | 1          |
| Área de Serviço  | Novo tanque - Alinhamento em obra (item pós visita)   | -               | 1          |
| Área de Serviço  | Sifão Plástico Universal  | -               | 1          |
| Área de Serviço  | Torneira de parede cromada New - Inoepea  | ( B5003IGCRB)   | 1          |
| Área de Serviço  | Acabamento de Ralo: Grelha quadrada 15 cm sem caixilho abre e fecha                                 | POL.003-P       | 1          |
| Área de Serviço  | Acab para registro de gaveta (até 1) e pressão (1/2" e 3/4") Basic (1/2,3/4 e 1) - Celite           | (B5008C7CRB)    | 2          |
| Banheiro Serviço | Válvula Plástica  | -               | 1          |
| Banheiro Serviço | Sifão Plástico Universal  | -               | 1          |
| Banheiro Serviço | Torneira de mesa bica baixa cromada Basic - Celite  | (B5000C7CRB)    | 1          |
| Banheiro Serviço | Acab para registro de gaveta (até 1) e pressão (1/2" e 3/4") Basic (1/2,3/4 e 1) - Celite           | (B5008C7CRB)    | 2          |
| Banheiro Serviço | Acabamento de Ralo: Grelha quadrada 15 cm sem caixilho abre e fecha                                 | POL.003-P       | 1          |
| Banheiro         | Sifão para Lavatório: Deca CROMADO 1 1/2" )   | (1680.C.100.112 | 1          |
| Banheiro         | Monocomando de mesa bica baixa Level Deca   | 2875.C28        | 1          |
| Banheiro         | Ralo Invisível Quadrado em Inox 15x15cm   | -               | 2          |
| Banheiro         | Acab para registro de gaveta Level Deca   | 4900.C28.PQ     | 3          |
| Banheiro         | Chuveiro de parede  | -               | 1          |
| Banheiro Suite   | Sifão para Lavatório: Deca CROMADO 1 1/2" )   | (1680.C.100.112 | 1          |
| Banheiro Suite   | Monocomando de mesa bica baixa Level Deca   | 2875.C28        | 1          |
| Banheiro Suite   | Ralo Invisível Quadrado em Inox 15x15cm   | -               | 2          |
| Banheiro Suite   | Acab para registro de gaveta Level Deca   | 4900.C28.PQ     | 3          |
| Banheiro Suite   | Chuveiro de parede  | -               | 1          |

Fonte: Autor (2022).

Quadro 122 - Louças - Especificações e Quantidade

| Ambiente         | Item  | Modelo | Quantidade |
|------------------|---|--------|------------|
| Banheiro Serviço | Lavatório L.100.17 lzy Deca   | -      | 1          |
| Banheiro Serviço | Kit Vaso Sanitário Saída vertical - Eco Plus - Celite - Branco ( Parte Inferior + Assento + Válvula Hydra Max 4900.C.MAX - Deca + Registro de Gaveta Seguindo Padrão do Ambiente)               | -      | 1          |
| Banheiro 1       | Kit Vaso Sanitário Saída Vertical - Vogue Plus Conveccional P5.17 - Deca ( Parte Inferior + Assento + Válvula Hydro Eco Pro 1 1/4" Deca + Acab para registro de gaveta 4900.C28.PQ Level Deca ) | -      | 1          |
| Banheiro 1       | Nova cuba conforme padrão LOFT - Alinhamento em obra  | -      | 1          |
| Banheiro Suite   | Kit Vaso Sanitário Saída Vertical - Vogue Plus Conveccional P5.17 - Deca ( Parte Inferior + Assento + Válvula Hydro Eco Pro 1 1/4" Deca + Acab para registro de gaveta 4900.C28.PQ Level Deca ) | -      | 1          |

Fonte: Autor (2022).

Quadro 13 - Mármore - Especificações e Quantidades

| Ambiente       | Descrição            | Largura | Comprimento | Altura |
|----------------|----------------------|---------|-------------|--------|
| Banheiro Suite | Granito Branco Siena | 0,6     | 3,6         | 0,90   |

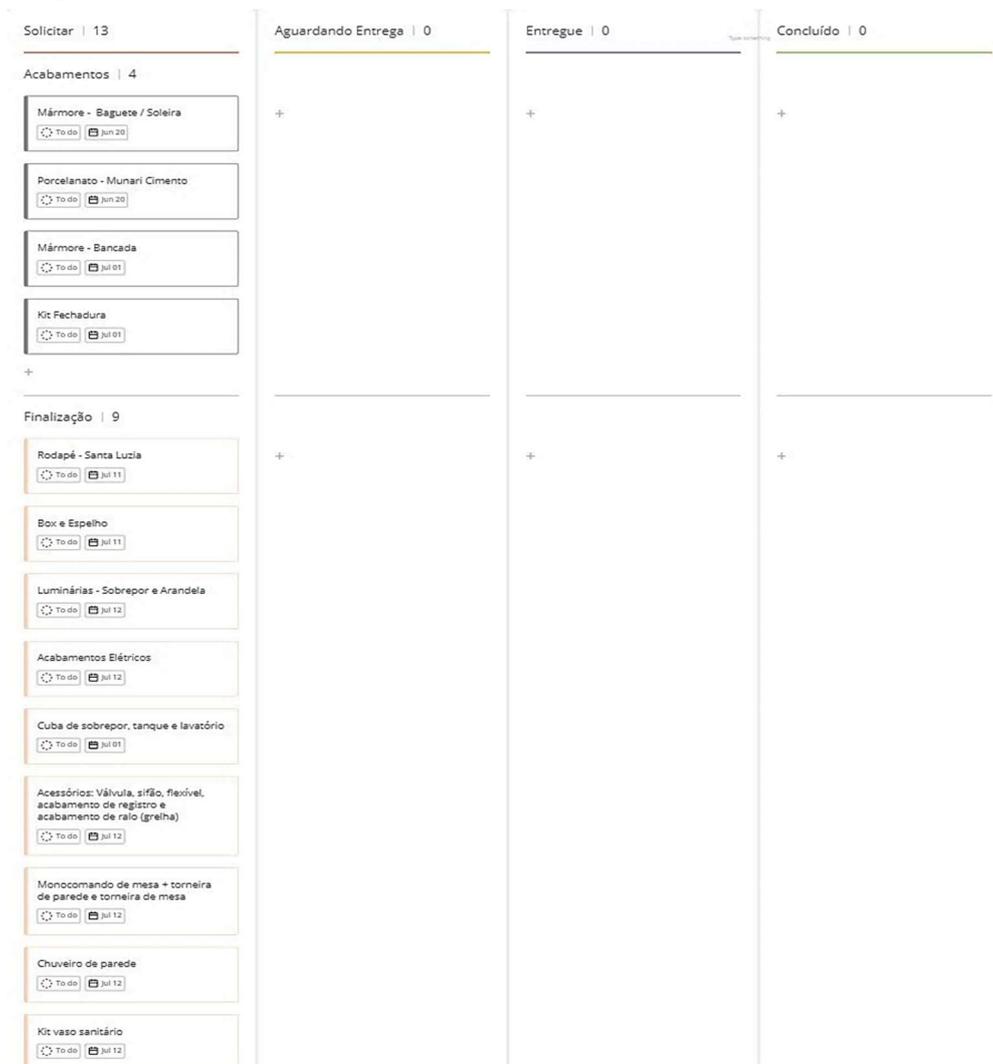
Fonte: Autor (2022).

Para o controle das solicitações e entregas dos materiais foi utilizada a ferramenta *Kanban*, que em sua forma mais simples, significa um cartão utilizado para avisar quais materiais devem ser enviados/solicitados.

O *Kanban* proposto foi dividido em quatro etapas: solicitar, aguardando entrega, entregue e concluído. A etapa solicitar representa quais materiais precisam ser solicitados. A segunda etapa é quando o material já foi comprado e está aguardando a entrega em obra. Por fim, as últimas etapas, - representam a entrega do material e a conclusão da utilização em obra.

O cartão é composto pelo tipo de material, a data de instalação prevista no cronograma e o status da solicitação. Foram escolhidos três momentos da obra para visualizar como funcionou a ferramenta. O primeiro foi na etapa inicial (Figura 41), no dia seis de maio, onde ainda nenhum material havia sido comprado/solicitado.

Figura 41 - *Kanban* - Detalhe 1 – solicitações no início da obra

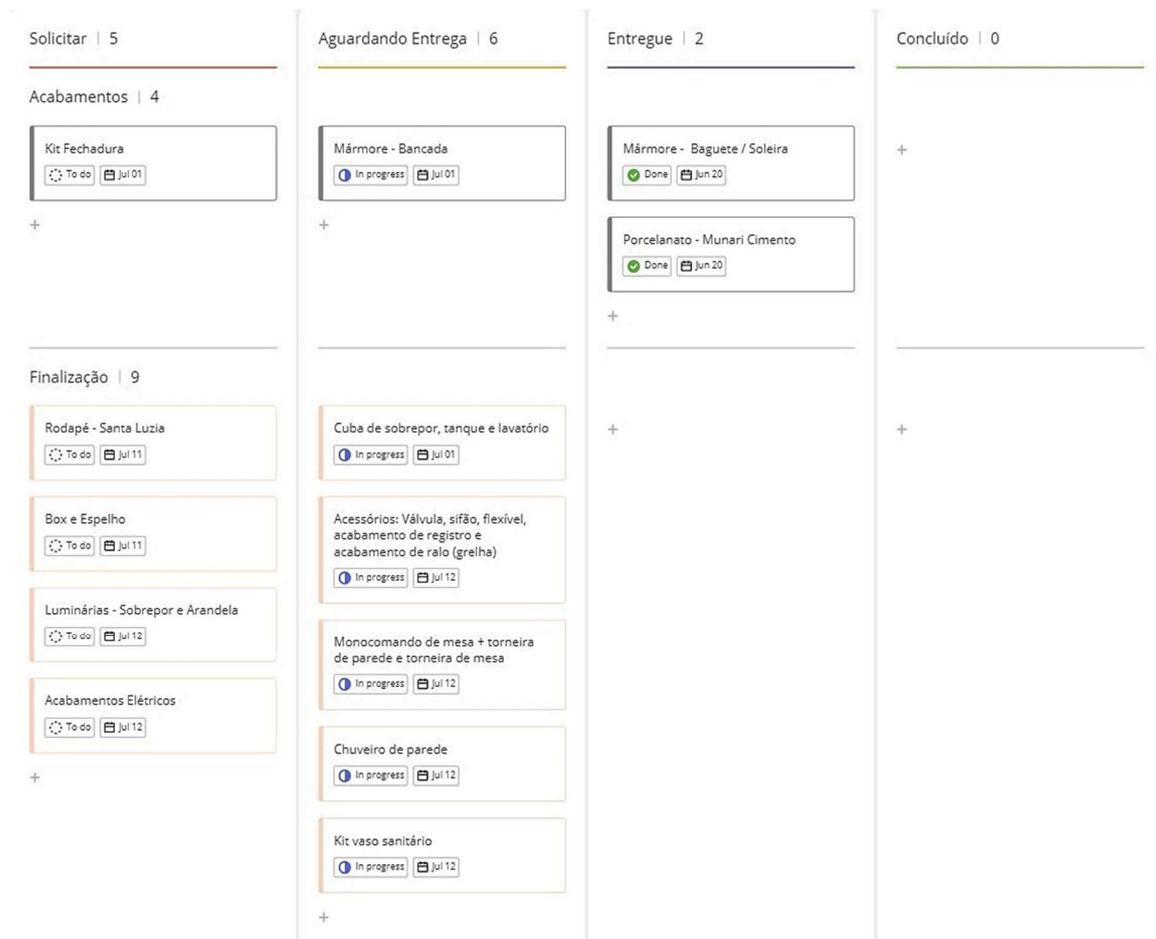


Fonte: Autor (2022).

O segundo momento escolhido foi mais próximo do meio da obra, durante a realização da impermeabilização, no dia 12 de junho, após medição das baguetes e bancada. Com a proximidade do início das instalações dos revestimentos, tanto as baguetes quanto o porcelanato já estavam em obra. Apesar da medição dos mármore terem ocorridos no mesmo dia, dividiu a entrega em dois momentos. O primeiro somente para as baguetes e soleiras e o segundo para as bancadas.

Nota-se, conforme Figura 42, que apesar do prazo de instalação das louças e metais serem somente próximo do fim da obra, por uma questão estratégica de negociação, adiantou-se a compra, pois era importante ter as cubas em obra durante a instalação das bancadas, previstas para serem instaladas após o término dos revestimentos.

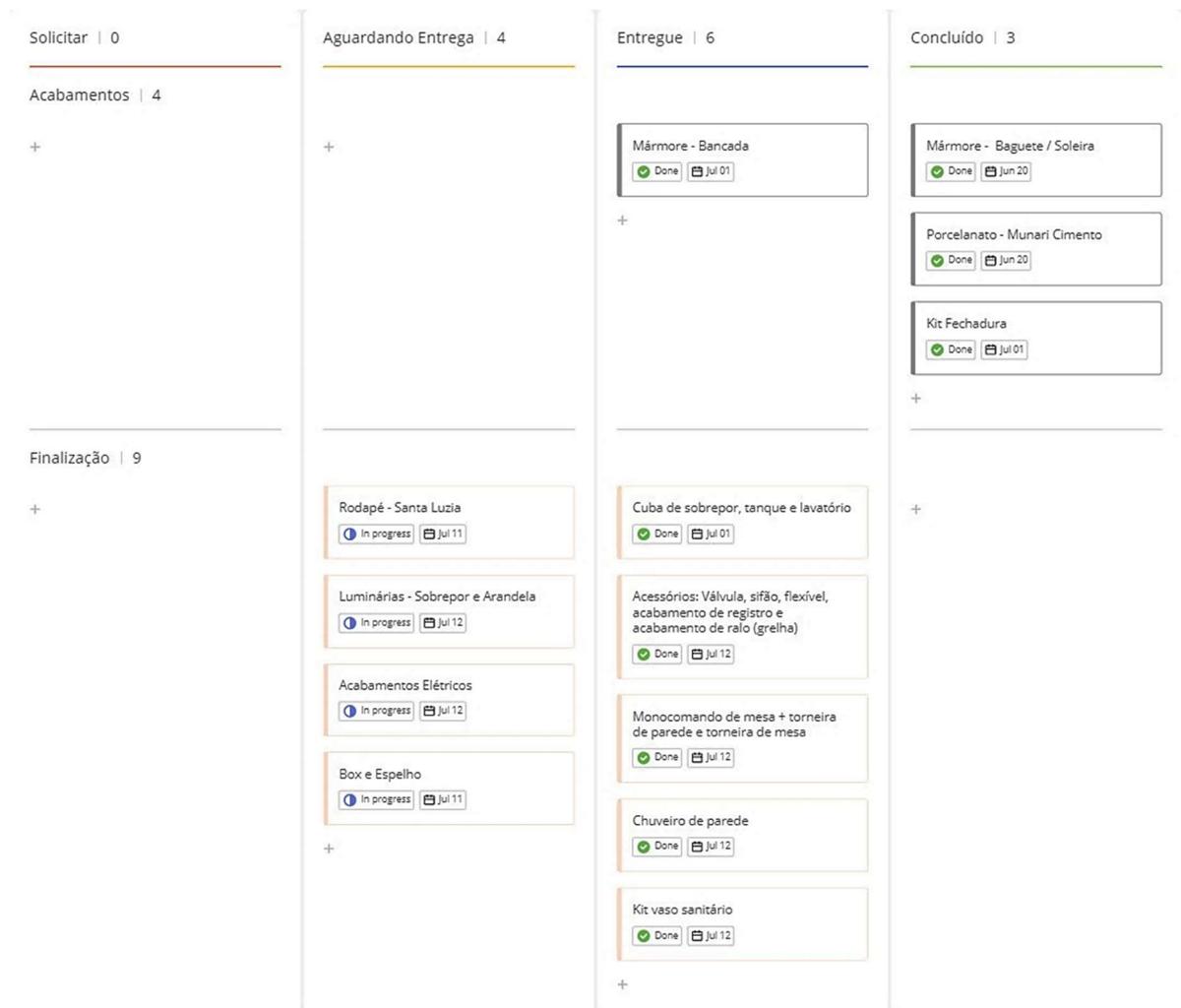
Figura 42 - Kanban - Detalhe 2 - solicitações no meio da obra



Fonte: Autor (2022).

O último momento selecionado (Figura 43), foi perto dos últimos dias de obra, no dia cinco de agosto. Todos os materiais já haviam sido solicitados, aguardando somente a entrega dos acabamentos elétricos, luminárias, rodapé, box e espelho. Bancadas, louças e metais já estavam em obra, sendo que os dois primeiros já estavam próximo do fim das respectivas instalações.

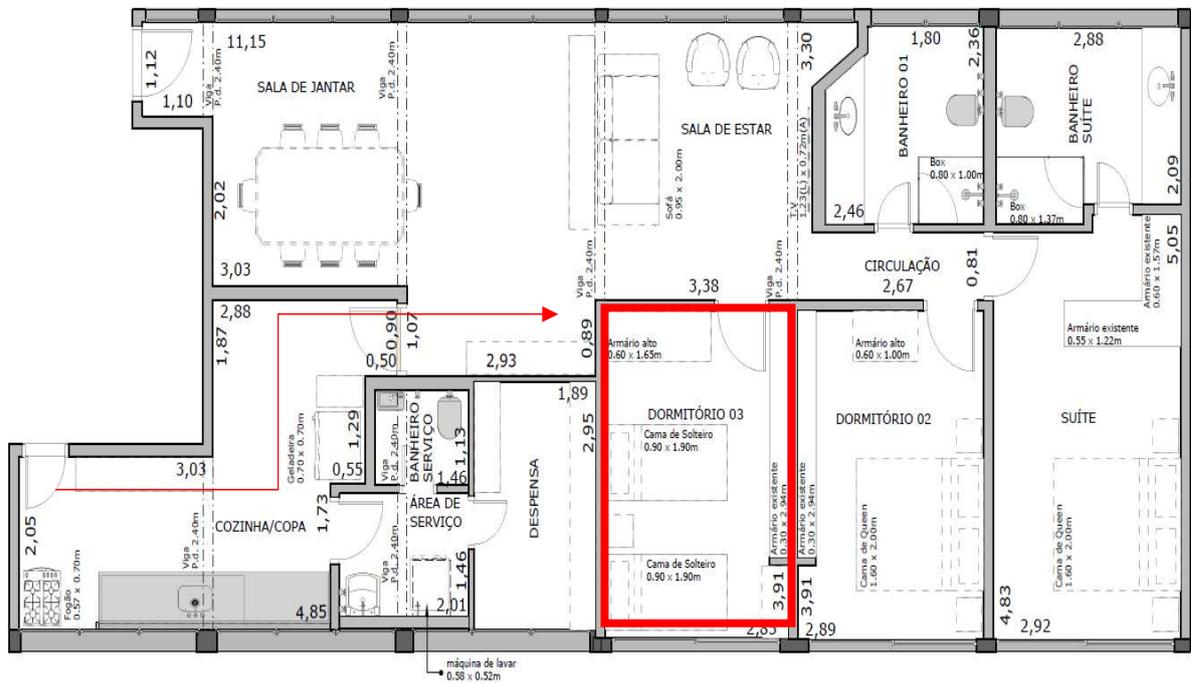
Figura 43 - Kanban - Detalhe 3 - solicitações no fim da obra



Fonte: Autor (2022).

Como durante as atividades é sempre preciso armazenar os materiais que estão próximos de serem utilizados, e levando em consideração as características da obra, utilizou-se o dormitório três como depósito, facilitando o dia-a-dia da obra. O dormitório em questão, é o único ambiente que não sofreu alteração no revestimento, sendo assim, tinha pouca interferência com as atividades previstas no escopo, conforme indicado na Figura 44.

Figura 44 - Canteiro



Fonte: Autor (2022).

Além da análise da distribuição dos materiais em obra foi importante manter no local de trabalho apenas os materiais e ferramentas necessárias para a tarefa selecionada, visto nas Figuras 45 e 46.

Figura 45 - Detalhes obra 1



Fonte: Autor (2022).

Figura 46 - Detalhes obra 2



Fonte: Autor (2022).

A comunicação visual (Figuras 47 – 49), é fundamental para auxiliar colaboradores em suas funções e para lembrá-los das aplicações das boas práticas. Essa técnica foi utilizada durante todo o período das atividades, sempre mantendo o local o mais limpo possível, com todos os componentes nos respectivos locais e prezando pela segurança e saúde de todos.

Figura 47 - Comunicação Visual 1



Fonte: Autor (2022).

Figura 48 - Comunicação Visual 2



Fonte: Autor (2022).

Figura 49 - Organização em obra



Fonte: Autor (2022).

Por fim, cabe mostrar o resultado da obra, através de fotos do antes e depois de alguns ambientes, visíveis nas Figuras 50 até 54.

Figura 50 - Antes e Depois - Sala



Fonte: Autor (2022).

Figura 51 - Antes e Depois - Banheiro social



Fonte: Autor (2022).

Figura 52 - Antes e Depois - Banheiro suíte



Fonte: Autor (2022).

Figura 53 - Antes e Depois - Dormitório 3



Fonte: Autor (2022).

Figura 54 - Antes e Depois - Cozinha



Fonte: Autor (2022).

## 5.2. ANÁLISES

O *Last Planner System*, vislumbra solucionar demandas relacionadas à variável planejamento. Nesse trabalho, o tema foi aplicado e pensado como a pessoa que toma as decisões sobre as atividades a serem feitas na semana seguinte ou até mesmo no dia seguinte. O principal obstáculo é em relação ao orçamento, visto que o ideal sempre é a presença de um engenheiro residente na obra, porém para o formato em estudo, isso encarece o custo final, sendo muitas vezes as decisões tomadas pelo mestre de obra – o autor não conseguiu participar de todas as reuniões de alinhamentos semanais. A necessidade da aplicação dessa ferramenta se dá em função aos níveis operacionais não possuírem nível técnico para tomar algumas decisões. Para isso, visando diminuir os riscos de decisões equivocadas, foi importante voltar os esforços para a etapa projeto de modo a alinhar as especificações, definir o fluxo e as relações existente entre os processos e utilizar mecanismos mais claros de comunicação com a equipe (painel de controle visual). A principal oportunidade de ação é que durante o projeto as especificações estejam sempre claras e alinhadas com os colaboradores.

O *Just-in-time*, auxilia solucionar demandas relacionadas à variável tempo. O fator velocidade foi extremamente relevante durante a obra. A rapidez com que se executa as atividades é um ponto favorável ao cumprimento dos prazos, destacando que a evolução do indicador PPC na obra mostrou que a ação foi eficaz, principalmente, para aumentar a produtividade das equipes. As reformas residenciais não apresentam unidades padronizadas, e com isso, não traz tantos ganhos de desempenho, visto a baixa padronização. Durante a criação do cronograma foram adicionados tempos que permite proteger o empreiteiro de atrasos e variabilidade nas entregas. Foram adicionados seis dias “extras” no planejamento e que na prática foram consumidos e suficientes para manter a obra dentro do prazo previsto inicialmente. Esses dias foram usufruídos, principalmente, na etapa de instalações (durante a montagem da rede de gás) e acabamentos (durante os testes de impermeabilização, instalação dos revestimentos e pintura).

Outro ponto importante em torno dessa variável, é a qualidade dos serviços, ou seja, o retrabalho. Prezar pela qualidade das atividades é algo que pode trazer boas reduções de custo e tempo. Em linha com a oportunidade de ação do item anterior, é importante fornecer o máximo de informações no projeto e tentar buscar maneiras de padronizar formas de trabalho e itens que estejam presentes em mais de uma unidade.

O *Kanban*, auxilia para solucionar demandas relacionadas à variável tempo. É um instrumento para o manuseio e garantia da produção *Just-in-time*. Isso se deu através do controle da aquisição e entrega dos materiais em obra. Essa ação foi possível de ser aplicada e teve grande êxito durante o caso em estudo, contribuindo para o planejamento da reforma. Durante as atividades foi testado também a requisição de materiais, via preenchimento de uma lista, trocada a cada três dias. Porém sua aplicação não foi satisfatória visto que acaba não gerando dinamismo na obra. A forma utilizada foi via ligação direta, solicitando os itens faltantes de acordo com a necessidade.

O Sistema 5S, auxilia solucionar demandas relacionadas à variável organização. Essa ação mostrou-se de fácil aplicação, no entanto exige um nível de instrução adequado dos envolvidos no canteiro. É extremamente importante exigir a disciplina para que a ferramenta se mantenha viva na organização. Durante a aplicação, teve excelente adesão pela equipe e algumas regras foram seguidas, como por exemplo:

- Ao início de cada atividade, certificar que somente os materiais utilizados estivessem no local;
- Ao final de cada atividade, certificar que as ferramentas e entulhos estivessem devidamente guardados ou destinado ao seu local correto;
- Ao final da jornada do trabalho, realizar uma limpeza do local e das ferramentas, mesmo que para isso, necessitasse paralisar as atividades com antecedência.

Vale destacar que definir como será o funcionamento do canteiro, ou seja, onde ficarão os materiais em cada etapa da obra potencializa ainda mais a organização do ambiente de trabalho e isso foi comprovado durante a execução das atividades. A organização não trouxe perda de material e melhorou a produtividade das atividades, uma vez que o ambiente a receber a intervenção não tinha obstruções e houve pouco tempo gasto com movimentação de material.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A vasta quantidade de informações que a literatura possui sobre a filosofia *Lean Thinking* é a prova de que este conceito abre uma enorme possibilidade de aplicações e traz possibilidades e recursos para investir na melhoria do nível de serviço prestado no setor da construção civil, inclusive, no ramo de reforma de habitações.

Todavia, como pode ser verificada ao longo deste trabalho, é possível avaliar que o cenário de reforma habitacional comporta de forma estruturada, em sua maioria, a implementação das ferramentas estudadas, mediante adaptações para desviar das dificuldades que o segmento impõe.

Com o estudo de caso realizado, chegou-se à conclusão de que durante a execução da reforma houve diversos benefícios, como a alta produtividade, aumento na qualidade processada, otimização nas atividades e organização tanto no canteiro quanto nas operações. É possível perceber uma tendência da construção civil brasileira: ter um processo de planejamento e controle da produção é fundamental para garantir que a obra seja entregue dentro do prazo, com qualidade e dentro dos custos planejados.

Dessa forma, a aplicação de um programa *Lean* em uma construtora não deve se iniciar pela implementação das ferramentas sem que seja criada uma cultura de planejamento e controle de obras forte entre o corpo técnico da empresa. As ferramentas funcionam bem em um ambiente que já se encontra planejado e organizado. Vale ressaltar a real importância do comprometimento de todos os membros e setores da obra envolvidos com a área de atuação onde se pretende realizar a implantação.

Finalmente, demonstrou-se que a questão central do tema deste trabalho foi atendida ao analisar todas as adaptações e impactos que a implantação desses conceitos gera numa obra de engenharia.

## REFÊRENCIAS

BALLARD, G. H. **The Last Planner system of production control**. Thesis, Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, UK, 2000.

BARROS, E. S. **Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: um estudo multicaso**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

BAUMHARDT, E. O. **Sistemática para a operacionalização de conceitos e técnicas da construção enxuta**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

BERNARDES, M. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

CARVALHO, B. S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. Dissertação de mestrado em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Construção Civil: 2008

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – CBCS. **Aspectos de Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas**. 1 .ed. [S.I.]:[s.n.]. 2014. 133p.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO – CAU. Pesquisa realizada pelo Datafolha em São Paulo sobre a responsabilidade técnica em obras de reforma. Acesso em: 9 de Junho de 2020.

DEFFENSE, J. **Produção Lean na indústria de Pré-fabricados de Betão Armado em Portugal**. Lisboa, Dissertação de mestrado, Universidade Nova de Lisboa, 2010.

GHINATO, Paulo. **Produção e Competitividade: Aplicação e Inovações**. Tradução: Adiel Almeida e Fernando Souza. Recife: UFPE, 2000.

GONÇALVES, W.K.F. **Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na Gestão de empreendimentos e Obras.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 2009.

HAY, E. J. **Just in time.** São Paulo, Maltese, 1992.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sistema de Contas Nacionais Brasil.

ISATTO, Eduardo L.; FORMOSO, Carlos T.; DE CESARE, Cláudia M.; HIROTA, Ercília H. & ALVES, Thaís C.L. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.** Porto Alegre, SEBRAE/RS, 2000. Série SEBRAE Construção Civil, Vol. 5.

KOSKELA, L. *Application of the new production philosophy to construction.* CIFE Technical Report #72, Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota. 14 Princípios de gestão do maior fabricante do mundo.** 1 ed. Porto Alegre, 2005.

MORALEZ, R.S. **Diretrizes para a gestão do processo de reformas de edificações.** Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidades de São Paulo, São Paulo. 2019.

MOURA, C. B. **Avaliação do Impacto do Sistema Last Planner no Desempenho de Empreendimentos da Construção Civil.** 2008. 170 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008

NUNES, Iara J. D. **Aplicação de ferramentas Lean no planejamento de obras.** 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2010.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala.** Bookman Companhia Editora, Porto Alegre, 1997.

PEREIRA, J.P.N.G.C. **Aplicação do Lean Construction no Controle e Gestão em Processos de Produção**, Dissertação de mestrado, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, Portugal. 2012.

PICCHI, F.A. **Oportunidades de aplicação do Lean Thinking na construção**. Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Eng. Civil, Universidade de Campinas. São Paulo. 2003.

ROTHER, Mike; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**. Traduzido por José Roberto Ferro e Telma Rodriguez. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SALVADOR, M. V. **Aplicação do conceito *Lean Construction* em obras de pequeno porte**. Trabalho de conclusão de curso, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

SANTOS, A. ***Application of flow principles in the production management***. Thesis, School of Construction and Property Management, University of Salford, Salford, UL, 1999.

SOUZA E SILVA, M. F.; FELIZARDO, F.C. **Aplicação de técnicas de gestão em obras de pequeno porte e curta duração**. V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção, Anais, Campinas, 2007.

SOLOMON, J. A. **Application of the principle of Lean Production to construction**. Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, College of Engineering, B.S.C.E, University of Cincinnati, Cincinnati, 2004.

VEJA. Demanda por assistência técnica e reformas no lar cresce na pandemia. **Grupo Veja**, 2020. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/blog/radar/demanda-por-assistencia-tecnica-e-reformas-no-lar-cresce-na-pandemia/>>. Acesso em: 4 setembro 2020.

WOMACK, J.P. e JONES, D.T. ***Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation***. Simon and Schuster, Nova Iorque, EUA. 1996.