

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

JAQUELINE MOREIRA DA LUZ HANAUER DOS SANTOS

**ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE
FLUXO CONTÍNUO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BASEADA NA
PRODUÇÃO ENXUTA**

Porto Alegre
Julho de 2019

JAQUELINE MOREIRA DA LUZ HANAUER DOS SANTOS

**ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE FLUXO
CONTÍNUO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BASEADA NA PRODUÇÃO
ENXUTA**

Trabalho de Diplomação apresentado à Comissão de Graduação do curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientadora: Daniela Dietz Viana

Porto Alegre

Julho, 2019

JAQUELINE MOREIRA DA LUZ HANAUER DOS SANTOS

**ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DE FLUXO
CONTÍNUO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BASEADA NA PRODUÇÃO
ENXUTA**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do
título de ENGENHEIRA CIVIL.

Porto Alegre, 02 de julho de 2019

Prof.a Daniela Dietz Viana
Dra. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Prof.a Daniela Dietz Viana
(UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio
Grande do Sul

Prof. Néstor Fábian Ayala
(UFRGS)
Dr. pela Universidade Federal do Rio Grande
do Sul

Prof.a Iamara Rossi Bulhões
(UNICAMP)
Dra. pela Universidade Estadual de Campinas

Dedico este trabalho à minha mãe, Veronica, e à minha
dinda, Lourdes, que sempre me apoiaram e especialmente
durante o período do meu Curso de Graduação
estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha mãe e à minha dinda, Veronica e Lourdes, pelo suporte dado durante todas as etapas da minha vida e por não medirem esforços para ajudar a realizar os meus sonhos. Agradeço todo carinho, cuidado, amor incondicional e paciência. Obrigada por serem as melhores pessoas que eu poderia ter ao meu lado.

Agradeço ao Guilherme Abud Lima, irmão que a UFRGS me deu. Foi a pessoa que dividiu praticamente todo o período de graduação comigo, compartilhando as alegrias, tristezas, medos e certezas ao longo do caminho.

Agradeço aos meus amigos mais próximos, os Flores, por compartilharem comigo os momentos mais engraçados do último ano, tanto no ambiente acadêmico como no profissional. Foram confidentes das minhas angústias, minhas dúvidas, além de sempre colocar alegria no meu dia-a-dia. Eles representam o significado genuíno de amizade.

Agradeço aos meus colegas de trabalho, Cristine Konrad, Eduardo Kopschina e Fellipe Ungaro, por todo suporte e pela paciência dados durante a elaboração deste trabalho. Obrigada pelos risos que me deram nos meus piores momentos. Agradeço também pelo conhecimento e experiência compartilhados, agregarão positivamente ao meu futuro profissional.

Agradeço a professora Daniela Dietz Viana, pela colaboração, paciência e ensinamentos dados na orientação deste trabalho. Agradeço sua dedicação e todas as horas de boas conversas durante o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço aos professores João Ricardo Masuero e Cristiane Sardin Padilla de Oliveira, por serem os melhores exemplos do corpo docente do Departamento de Engenharia Civil, por serem os “facilitadores” do curso, por darem aula sempre sorrindo, por deixarem suas portas sempre abertas para qualquer dúvida ou aflição. É com orgulho que os tenho como Professor Paraninfo e Professora Homenageada.

Agradeço a UFRGS, por manter a excelência no ensino, embora tenha precariedades na estrutura da instituição. E por fim, a cada um que fez parte dessa jornada, nada teria sido possível sem compartilhar as alegrias e angústias dessa fase tão desafiadora.

Quando uma criatura humana desperta para um grande sonho e sobre ele lança toda a força de sua alma, todo o universo conspira a seu favor.

Johann Goethe

RESUMO

A indústria da construção civil possui um histórico de grandes desperdícios, sejam eles de tempo e/ou matéria prima, e de grande falta de produtividade. Isso pode ser justificado pela falta de um planejamento eficiente, que englobe gestão de recursos humanos e de materiais, gerando assim interrupções do fluxo de trabalho, excesso de atividades que não agregam valor ao produto e aumento do estoque de produtos inacabados. Diante da crise político-econômica brasileira, em que a construção civil sofre com as instabilidades da economia, as construtoras têm buscado, para manter preço atrativo no mercado e não perder seus clientes, melhorar seus processos, padronizando processos construtivos, reduzindo os custos e garantindo o padrão de qualidade. Para isso, essas construtoras trazem práticas da indústria, baseadas nos conceitos do Sistema Toyota de Produção, como a Produção Enxuta, para a realidade da construção civil. O objetivo desse trabalho foi analisar os problemas que impactam a implementação de fluxo contínuo, baseado na Produção Enxuta, focada nos serviços de acabamento de uma torre residencial de uma empresa construtora. Foram analisados os principais conceitos que Ohno (1997) e Koskela (1992) discutiram sobre perdas na literatura e sobre as adaptações do STP para a construção civil. Por meio do estudo de caso, foi possível uma análise aprofundada da aplicação do fluxo contínuo implementado na empresa. Dentre os desafios enfrentados pela empresa para a aplicação do conceito de fluxo contínuo, está o envolvimento dos níveis gerenciais mais operacionais e uma adaptação mais assertiva dos conceitos da indústria para a realidade dos canteiros de obras. Ainda, percebeu-se a necessidade de amadurecer a cultura da *lean production* (Produção Enxuta) na construção civil.

Palavras-chave: Produção Enxuta, *Lean Production*, Fluxo Contínuo, implementação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2005).	
Figura 2 - Rede de processos e operações. (Fonte: SHINGO,1996).....	
Figura 3 - Produção em lote. (Fonte: GAMBIRASIO JR., 2004).....	
Figura 4 - Produção em fluxo contínuo. (Fonte: GAMBIRASIO JR., 2004).....	
Figura 5 - Fases do estudo de caso. (Fonte: autora).....	
Figura 6 - Localização do empreendimento e da torre escolhida para o estudo de caso. (Fonte: Construtora A).....	
Figura 7 - Apartamento tipo. (Fonte: Construtora A)	
Figura 8 - Apartamento PNE (Fonte: Construtora A)	
Figura 9 - Quadro representativo do fluxo contínuo implementado. (Fonte: Construtora A)	
Figura 10 - Divisão dos grupos de atividades de acabamento. (Fonte: autora)	
Figura 11 - Mapa de fluxo de valor das atividades do lote 1º pavimento. (Fonte: autora)	
Figura 12 - Organização pessoal da engenharia de Acabamentos. (Fonte: autora)	
Figura 13 - Quantitativo dos desvios da torre 1. (Fonte: autora)	
Figura 14 - Distribuição problemas - Torre 1 (Fonte: autora)	
Figura 15 - Gráfico dos ritmos obtidos na Torre 1. (Fonte: autora).....	
Figura 16 - Aderência ao lote planejado dos serviços de acabamentos. (Fonte: autora).....	
Figura 17 - Distribuição dos desvios do Grupo 1 de atividades. (Fonte: autora)	
Figura 18 - Aderência das atividades ao lote planejado no grupo 1. (Fonte: autora).....	
Figura 19 - Distribuição dos desvios do Grupo 2 de atividades. (Fonte: autora)	
Figura 20 - Aderência das atividades ao lote planejado no Grupo 2. (Fonte: autora).....	
Figura 21 - Distribuição dos desvios nas atividades do Grupo 3. (Fonte: autora).....	
Figura 22 - Aderência ao lote planejado das atividades do Grupo 3. (Fonte: autora).....	
Figura 23 - Quebra de macro-fluxo entre cerâmica e fundo de massa. (Fonte: autora).....	
Figura 24 - Distribuição dos desvios do Grupo 4. (Fonte: autora).....	
Figura 25 - Aderência do lote planejado pelo fluxo do Grupo 4. (Fonte: autora)	
Figura 26 - Porta instalada sem acabamento. (Fonte: autora).....	
Figura 27 - Rodapé com qualidade irregular. (Fonte: autora)	
Figura 28 - Execução atividades apartamento tipo. (Fonte: autora)	
Figura 29 - Distribuição dos desvios do grupo 5. (Fonte: autora)	
Figura 30 - Aderência ao lote planejado do grupo 5. (Fonte: autora)	
Figura 31 - Adaptação para colocação de acabamento elétrico no térreo. (Fonte: autora)	
Figura 32 - Distribuição dos desvios do grupo 6. (Fonte: autora)	
Figura 33 - Falta de desmobilização para liberação da pintura do guarda-corpo. (Fonte: autora)	
Figura 34 - Falta de qualidade pintura de portas. (Fonte: autora).....	
Figura 35 - Aderência ao lote planejado grupo 6. (Fonte: autora).....	
Figura 36 - Cozinha no térreo sendo utilizada pela engenharia da obra. (Fonte: autora).....	
Figura 37 - Escada entre o térreo e o primeiro pavimento da torre 1. (Fonte: autora).....	
Figura 38 - Cozinha de um apartamento finalizado na torre 1. (Fonte: autora).....	
Figura 39 - Hall entre o 2º e 3º pavimentos da torre. (Fonte: autora)	
Figura 40 - Distribuição dos desvios do grupo 7. (Fonte: autora)	
Figura 41 - Aderência ao lote planejado nas atividades do grupo 7. (Fonte: autora).....	
Figura 42 - Proposta de sequência de execução do estuque de fachada. (Fonte: Construtora A)	
Figura 43 - Execução de textura na fachada da torre 1. (Fonte: autora)	
Figura 44 - Falta de desmobilização na atividade de telhado. (Fonte: autora)	
Figura 45 - Almoxarifado improvisado no térreo da torre 1. (Fonte: autora).....	
Figura 46 - Sequência atual de execução de fachada e proposta de melhoria. (Fonte: autora)	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1 CONTEXTO	21
1.2 JUSTIFICATIVA	23
2. DIRETRIZES DA PESQUISA	24
2.1 QUESTÃO DA PESQUISA	24
2.2 OBJETIVO DA PESQUISA	24
2.2.1 <i>Objetivo Principal</i>	24
2.2.2 <i>Objetivos Secundários</i>	24
2.3 PRESSUPOSTO	25
2.4 DELIMITAÇÕES	25
2.5 LIMITAÇÕES	25
3. PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	26
3.1 ORIGEM DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	26
3.2 PROCESSOS E OPERAÇÕES	29
3.3 PERDAS	30
3.4 FLUXO CONTÍNUO	32
3.5 TRABALHO PADRONIZADO	36
4. METODOLOGIA	38
4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA	38
4.2 FASES DA PESQUISA	39
4.3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	41
4.4 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA	42
5. RESULTADOS	44
5.1 ESTRATÉGIA DE FLUXO CONTÍNUO	45
5.2 ANÁLISE FLUXO CONTÍNUO CONTRUTORA A - TORRE 1	51
5.3 DISCUSSÃO	77
6. CONCLUSÕES	81
7. REFERÊNCIAS	85
APÊNDICE A – Protocolo de levantamento de dados	88
ANEXO A – Instruções de trabalho	89
ANEXO B – Fichas de verificação	90

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO

A Indústria da Construção Civil é um setor amplo, que abrange setores como materiais de construção e a construção propriamente dita de edificações e construções pesadas, além de abranger o setor imobiliário. Por ser uma vasta indústria, a construção civil tem papel importante na economia do país, correspondendo a 6,2% do PIB brasileiro e tendo 8% de participação relativa na população ocupada total (CBIC, 2018).

Apesar de sua importância, a indústria da construção civil é apontada como atrasada em relação a outros setores da indústria. Esse atraso é frequentemente caracterizado pelas condições de trabalho inadequadas e métodos de gestão ultrapassados, resultando muitas vezes em baixa produtividade, falta de previsibilidade de prazos e produtos com muitas deficiências de qualidade (C. ROLIM ENGENHARIA, 2010). Pesquisas realizadas no Brasil e no exterior apontam que a maioria dos problemas que resultam em baixos índices de eficiência e qualidade na construção estão ligados a problemas de gestão e planejamento (ISATTO, TORRES FORMOSO, *et al.*, 2000) Diante deste contexto, as empresas da construção civil, impulsionadas pela alta competitividade do setor, têm direcionado significativos esforços na intenção de introduzir modernas filosofias gerenciais, muitas delas desenvolvidas inicialmente em outras indústrias (ISATTO, TORRES FORMOSO, *et al.*, 2000).

As filosofias baseadas no Sistema Toyota de Produção, como a Produção Enxuta, têm auxiliado o mercado da construção civil nessa busca por uma melhor gestão da produção. Koskela (1992) transferiu as ideias do STP para o âmbito da construção civil, surgindo um modelo de gestão da produção denominado *Lean Construction* (Construção Enxuta), que destaca que a melhora da produção é obtida, dentre outros fatores, pela eliminação das perdas. Ohno (1997) atribui o conceito de perda à toda e qualquer atividade que não agrega valor do produto final, embora gere custos ao mesmo. Outro fator que prejudica a produção, segundo Koskela (1992), é a interrupção no fluxo de trabalho. Para Takahashi e Osada (1993), diversos motivos ocasionam estas interrupções, como a variação da capacidade de produção nos postos

de trabalho, a ocorrência de defeitos de qualidade, o desequilíbrio entre as cargas de trabalho de dois processos sucessivos e a quebra de equipamentos. Regularmente, para reduzir o impacto desses problemas na produção, grandes estoques são mantidos, principalmente os estoques em processo (BULHÕES e PICCHI, 2011). Para Bulhões e Picchi (2011), um possível modo para reduzir estes estoques, que prejudicam a eficiência da produção, é a implementação do princípio do fluxo contínuo, apontado como um instrumento indutor de melhoria de todo o sistema de produção. A definição de fluxo contínuo é, de acordo com Lécio Lean (2011), produzir e movimentar uma peça por vez, continuamente, em que cada etapa se realiza apenas quando o processo seguinte exige. Incluir o fluxo contínuo nos sistemas de produção é benéfico e Liker (2005) identifica alguns destes benefícios, tais como a redução do custo de estoques, aumento da produtividade, identificação de pontos de ociosidade e sobrecarga de trabalho no sistema. Dentro do contexto de fluxo contínuo, é importante a definição da peça ou do lote da produção. Para a indústria da manufatura essa definição não é complicada, entretanto, dentro da construção civil, definir o lote de produção é difícil e de complicada padronização.

Na indústria da construção civil, alguns trabalhos atentam para a necessidade de se gerenciar os fluxos da produção nos canteiros de obra (KOSKELA, 1992; 2000; SANTOS, 1999). Entretanto, o setor da construção civil não possui entendimento adequado sobre a natureza destes fluxos (KOSKELA, 1992), porque os conceitos envolvidos na implementação do fluxo contínuo nas manufaturas necessitam de adaptações quando passadas para o ambiente da construção civil. Para Koskela (1992), a indústria da construção civil apresenta peculiaridades que aumentam a complexidade, a variabilidade e a falta de transparência da produção, o que pode resultar em perdas. Apesar dessas características dificultarem o processo de controle da produção, o autor salienta, ainda, que através da aplicação de soluções estruturais, os problemas podem ser evitados ou minimizados, resultando em melhorias nos processos de produção.

Isatto *et al.* (2000) apresenta um manual com um conjunto de diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na produção de edificações, incluído no sistema de planejamento e controle da produção. Barros (2005), avalia o grau de aplicação da *Lean Construction* em obras de construção civil, verificando que, embora as construtoras almejem racionalizar a produção, muitas vezes os próprios gestores desconhecem os conceitos relacionados à filosofia *Lean*.

Bulhões (2009) propôs diretrizes para a implementação de fluxo contínuo na construção civil, a partir de estudos empíricos em obras de edificação e obras de montagem de estruturas pré-fabricadas de concreto. Fireman (2012) discute sobre métodos de controle integrado entre produção e qualidade, em que identifica a relação entre as perdas por *making-do*, por retrabalho e por falta de terminalidade.

1.2 JUSTIFICATIVA

O aumento da concorrência e a evolução tecnológica têm pressionado as empresas para que reavaliem seus métodos e sistemas de produção em busca de produtividade e competitividade. (BARROS, 2005).

Na tentativa de melhorar a eficiência e a qualidade nas atividades em canteiro de obras, construtoras têm buscado inspiração na realidade de fábricas da manufatura, trazendo conceitos da indústria para a construção civil. Zouto (2014), através de um estudo de caso, analisa como os conceitos da construção enxuta são adotados e quais ferramentas são utilizadas por construtoras, além de verificar o grau de conhecimento dos gestores com relação à filosofia *Lean*. Barros (2013) analisou como a produção *lean* pode auxiliar na melhoria da qualidade e produtividade em obras da construção civil pesada.

Diante desse quadro, o presente trabalho analisa a implementação do fluxo contínuo nos processos de produção da construção civil, baseada nos princípios da Produção Enxuta, em serviço de acabamento de empreendimentos residenciais. Planeja-se verificar as adaptações feitas a esses princípios para a sua aplicação na gestão e planejamento da construção, bem como conhecer os motivos que dificultam essa implementação no canteiro de obras.

2. DIRETRIZES DA PESQUISA

As diretrizes para o desenvolvimento da pesquisa estão descritas a seguir:

2.1 QUESTÃO DA PESQUISA

A questão de pesquisa do trabalho pode ser determinada através da seguinte pergunta: por que é difícil implantar fluxo contínuo, baseado na Produção Enxuta, nos serviços de acabamentos de empreendimentos residenciais de larga escala?

2.2 OBJETIVO DA PESQUISA

Os objetivos da pesquisa estão divididos em principais e secundários e serão descritos a seguir:

2.2.1 Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho é analisar os problemas enfrentados no canteiro de obras que dificultam o êxito na implementação do fluxo contínuo, baseada na Produção Enxuta nas atividades de acabamento em empreendimentos residenciais.

2.2.2 Objetivos Secundários

Como objetivos secundários, o trabalho pretende:

- a) Quantificar e qualificar as atividades que mais impactam negativamente na produção, identificando as perdas existentes na produção;
- b) Identificar oportunidades de melhoria no fluxo contínuo implementado pela Construtora A.

2.3 PRESSUPOSTO

Tem-se como pressuposto deste trabalho que os pontos de melhoria propostos não serão testados pela empresa neste momento, podendo ocorrer a análise no futuro, caso haja interesse e validação pela Construtora A.

2.4 DELIMITAÇÕES

Este trabalho delimita-se a estudar a realidade de uma construtora que, por possuir uma estratégia de produção em larga escala de empreendimentos residenciais multifamiliares, implementa fluxo contínuo nas suas atividades de acabamento das torres. Ainda, delimita-se a análise de equipes padrão, uma que vez que as equipes responsáveis pelas atividades são as mesmas em todas as obras da Construtora A. As atividades que antecedem o início dos serviços de acabamento, como estrutura (concretagem e pós-concretagem), não serão descritas em profundidade. Também não serão aprofundadas as relações da Construtora A com seus fornecedores de materiais.

2.5 LIMITAÇÕES

O trabalho limita-se a realizar o estudo de caso em um único canteiro de obras, embora a empresa possua diversas obras em Porto Alegre e na Região Metropolitana. O trabalho se limitará à visão da autora, que participa indiretamente da execução das atividades e tem acesso à toda gestão do fluxo contínuo implantado. Ainda, o trabalho se limitará a encontrar os problemas que dificultam uma implantação satisfatória de fluxo contínuo na construção civil, sem aprofundar as soluções desses problemas.

3. PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Este capítulo apresenta a origem do Sistema Toyota de Produção e as generalizações feitas das ideias do STP, baseadas em Shingo (1996), Ohno (1997) e Liker (2005), por meio de uma revisão bibliográfica. Traz ainda as discussões feitas sobre processos e operações de Shingo (1996) e Koskela (1992), sobre as perdas de Ohno (1997) e de Koskela (2004). Uma boa parte da bibliografia utilizada consiste em publicações acadêmicas, livros e manuais escritos por profissionais que tiveram contato com a implementação dessas ideias.

3.1 ORIGEM DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

A produção em massa de Henry Ford orientou a indústria automobilística por mais de meio século, e acabou sendo adotada em quase toda atividade industrial na Europa e América do Norte (WOMACK, JONES e ROOS, 2004). Segundo Barros (2013), a produção em massa é composta por profissionais especializados para realizar os projetos, máquinas caras e próprias para cada tarefa e mão de obra não qualificada na maior parte do processo. Essas características limitavam a produção a um modelo específico de produto, diminuindo as opções dos clientes, embora reduzisse também os custos da produção (BARROS, 2013). De acordo com Womack *et al.* (2004), na Ford, a produção era em larga escala, com o ritmo de trabalho ditado pela esteira de máquinas e com a formação de grandes estoques.

Segundo Womack *et al.* (2004), em 1950, a Toyota, que naquela época tinham pouco mais de uma década de existência, havia produzido menos de 3000 veículos, número muito abaixo aos 7000 produzidos por uma central de montagem da Ford, em apenas um dia. Com a missão de alcançar os Estados Unidos (OHNO, 1997), o presidente da Toyota Motor Company, após a derrota do Japão na guerra, desafiou seu engenheiro de produção, Taiichi Ohno, a refletir sobre como aumentar a produtividade dos trabalhadores japoneses, que era muito abaixo da americana. Este era o início do Sistema Toyota de Produção (STP), que nasceu da necessidade de eliminar os desperdícios nos processos de produção, num cenário em que era

preciso cortar custos e, ao mesmo tempo, produzir pequenas quantidades de muitos tipos de carros. Ohno (1997) faz um breve resumo que destaca a grande diferença entre o Sistema de Produção de Ford e o Sistema Toyota de Produção: no primeiro, ao produzir grandes quantidades, homogêneas, do mesmo produto, temos todos os tipos de desperdício; já no STP, reduzimos os custos, reduzindo as perdas, produzindo cada item por vez.

O STP baseia-se na absoluta eliminação do desperdício. Os pilares que sustentam esse sistema são: *Just-in-time* (JIT) e *Autonomação*. De acordo com o *Léxico Lean* (2011), uma produção JIT é um sistema que produz e entrega apenas o necessário, quando necessário e na quantidade necessária, visando a total eliminação dos desperdícios para atingir o custo mais baixo possível, o menor tempo de produção possível e a melhor qualidade possível. A *Autonomação* visa distinguir condições normais e anormais da máquina, dando toque humano ao sistema. Na Toyota, uma máquina automatizada com um toque humano é aquela que está acoplada a um dispositivo de parada automática (OHNO, 1997). Segundo Ohno (1997), as máquinas com dispositivos que possibilitam a distinção entre condições normais e anormais impedem a produção de produtos defeituosos.

A Figura 1 apresenta a “casa do STP”, em que se inicia o processo com as metas de melhor qualidade, menor custo, menor lead time (tempo de processamento de um pedido) – o telhado. As colunas externas, pilares, são representadas pelo Just-in-time e pela Autonomação, conceitos que sustentam o STP. No centro estão as pessoas, trabalhadores, que possuem valor agregado ao produto final. Finalmente, outros processos são base para o sistema, como por exemplo a produção nivelada (heijunka), que é necessária para manter a estabilidade do sistema e permitir um estoque mínimo.

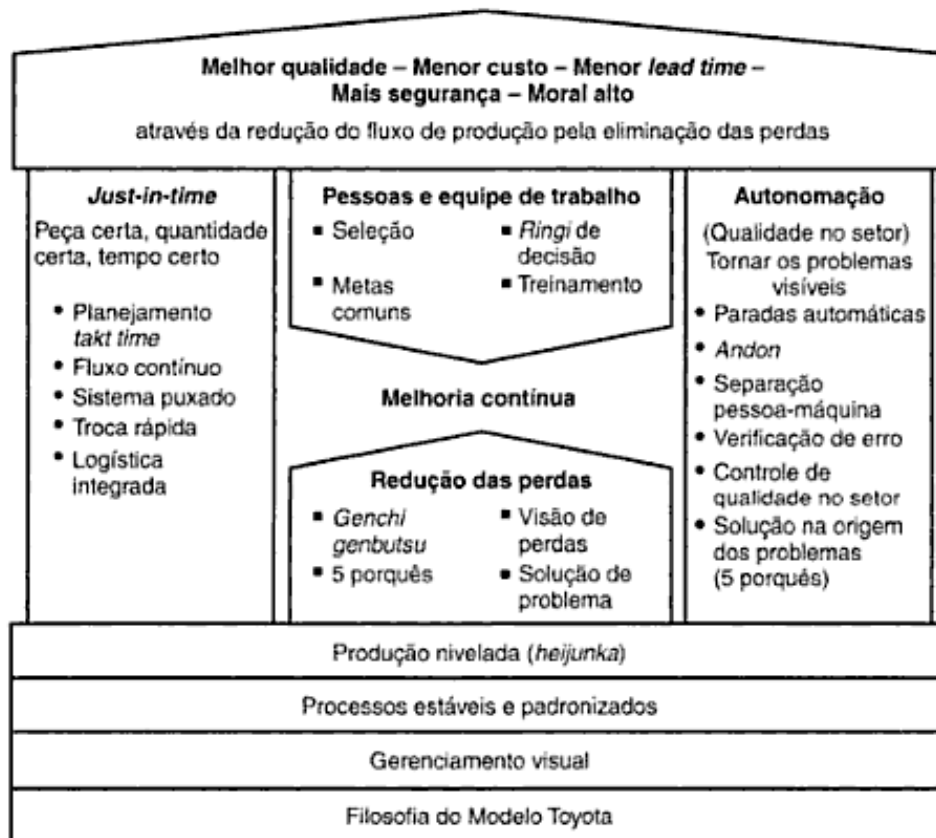


Figura 1 - Sistema Toyota de Produção (LIKER, 2005).

A Produção Enxuta, abordagem da Toyota para a produção, é uma forma de otimizar a produção através de diversos fatores que possibilitam um melhor desempenho do sistema produtivo como um todo. Entre estes fatores estão a redução dos tempos de fabricação e de estoque, produção puxada pela demanda e a busca constante em eliminar toda e qualquer perda que não agrega valor ao produto (WOMACK; JONES, 2004; GHINATO, 2000).

Segundo Womack *et al.* (2004; apud Sarcinelli), uma produção é “enxuta” porque utiliza menos mão-de-obra, menos investimentos em máquinas, menos horas de engenharia, diminuindo assim os custos de produção. Ainda, a autora adenda que tal forma de produção necessita menos capital ocioso, gera menos defeitos na produção e tem sempre maior variedade de produtos.

3.2 PROCESSOS E OPERAÇÕES

Para entender o conceito de perdas, do ponto de vista da Produção Enxuta, é necessário analisar a produção definida de acordo com os conceitos de processos e operações. Shingo (1996) define a produção como uma rede de processos e operações (Figura 2).

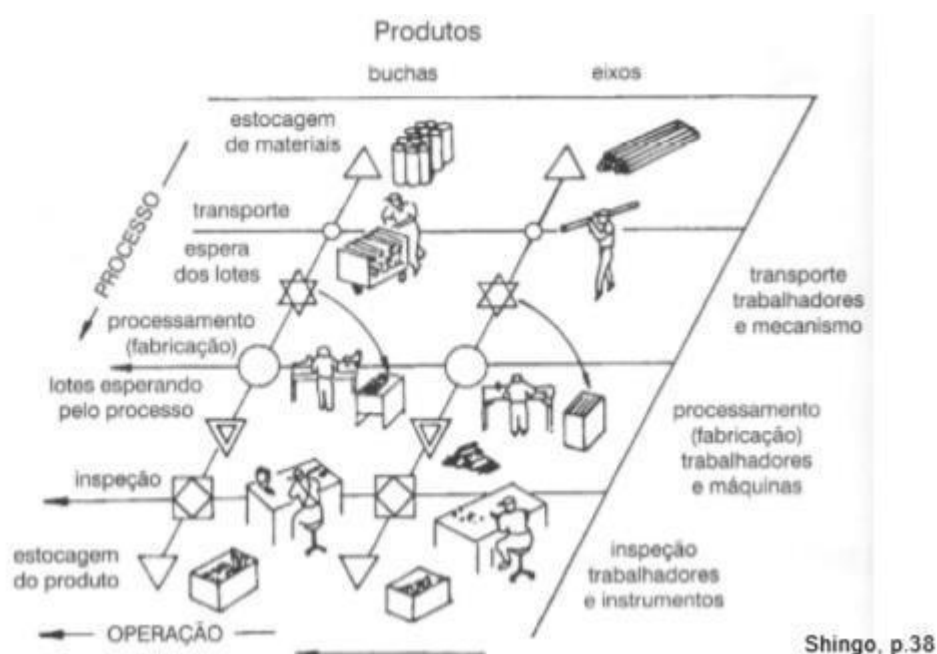


Figura 2 - Rede de processos e operações. (Fonte: SHINGO,1996).

Shingo (1996) define o processo como um fluxo de materiais e informações, desde a matéria-prima até o produto final, enquanto operação é o trabalho desempenhado para realizar essa transformação. De acordo com o autor, o processo tem por etapas o processamento, a inspeção, a movimentação e a espera, sendo o processamento a única etapa que gera valor ao produto. As operações, que são representadas por equipamentos e pessoas, podem ser divididas em operações de *setup*, que são atividades de preparação das operações – antes e depois – e operações principais, que desempenham o trabalho necessário (SHINGO, 1996).

Koskela (1992), ao relacionar a filosofia da Produção Enxuta com a construção civil (Construção Enxuta), adapta os conceitos de conversão, fluxo e geração de valor. Para o autor, o modelo de processo na construção assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto acabado, sendo esse processo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. Formoso (2002) considera que as atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, denominando-as de atividades de fluxo. Os processos, na Construção Enxuta, são caracterizados também pela geração de valor. De acordo com Isatto *et al.* (2000), a geração de valor é outro aspecto que caracteriza os processos na Construção Enxuta, não sendo inerente à execução de um processo. Formoso (2002) afirma que um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias primas nos produtos requeridos pelos clientes internos e externos.

Apesar de todas as atividades de produção terem custo e consumirem tempo, apenas as atividades de conversão agregam valor ao material (VIEIRA, 2013). Dessa maneira, a melhoria das atividades do fluxo deve primeiramente ser focada na redução ou eliminação das etapas desnecessárias, visando atividades de conversão mais eficientes (KOSKELA, 1992). O desperdício inerente à construção é criado por retrabalhos devidos a problemas de projeto ou erros de construção e a atividades que não agregam valor nos fluxos de material e trabalho, tais como esperas, movimentação, inspeção, atividades duplicadas e acidentes (KOSKELA, 1992).

3.3 PERDAS

Segundo Ohno (1997), perda é toda e qualquer atividade que gera custo e não agrega valor ao produto final. Ohno (1997) lista os sete grandes tipos de perdas sem agregação de valor, baseado no STP:

Superprodução: produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com o excesso de pessoal e de estoque e com os custos de transporte devido ao estoque excessivo.

Espera (tempo sem trabalho): funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimento, peça, etc., ou simplesmente não tem trabalho para fazer devido a uma falta de estoque, atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade.

Transporte ou movimentação desnecessária: movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados.

Superprocessamento ou processamento incorreto: passos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Geram-se perdas quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária.

Excesso de estoque: excesso de matéria-prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando lead times mais longos, obsolescências, produtos danificados, custo de transporte e de armazenagens e atrasos.

Movimento desnecessário: qualquer movimento inútil que os funcionários têm que fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas etc. Caminhar também é perda

Defeitos: produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.

Para Ohno (1997), a superprodução é a principal perda, pois gera a maioria dos outros tipos de perdas. Produzir mais do que o cliente deseja em qualquer operação do processo de fabricação necessariamente leva à formação de estoque (LIKER, 2005). O estoque entre os processos – *buffers* – pode acarretar na diminuição da motivação pela melhoria contínua das operações, afinal, com estoques, possíveis problemas não afetam necessariamente a montagem final do produto.

Ohno (1997), destaca que, ao analisar a eliminação total do desperdício, é importante entender que o aumento da eficiência só faz sentido quando correlacionado à redução de custos e, para isso, é necessário começar a produzir apenas o que é requerido, utilizando o mínimo de mão-de-obra. Seguindo na mesma análise, o autor orienta a observar a eficiência de cada operador e de cada linha, observar os operadores como um grupo, para depois observar a eficiência de toda a fábrica (todas as linhas). A eficiência deve ser melhorada em cada estágio e, ao mesmo tempo, para a fábrica como um todo (OHNO, 1997).

Além das sete categorias listadas por Liker (2005), Shingo (1996) cita dois tipos específicos de perdas, presentes no STP: o retrabalho e o trabalho em progresso. Shingo (1996) e Ohno (1997) definem o retrabalho como uma atividade que não agrega valor, pois está associada à

correção de produtos que foram fabricados sem atender todos os requisitos de qualidade, sendo considerado uma perda por execução de produtos defeituosos.

Shingo (1996) define o trabalho em progresso como uma perda referente aos estoques existentes entre as etapas de processamentos, associados ou não a itens não concluídos que estão à espera do processamento, como nos casos de superprodução, em que há excesso de estoques a espera para processamento. Esse tipo de perda, segundo o autor, é comum em sistemas de produção que utilizam grandes lotes, uma vez que aumenta o tempo de espera para o processamento de um item.

Outro conceito de perda foi proposto por Koskela (2004), focado para a construção civil, o *making-do*, que é um tipo de perda que ocorre quando uma tarefa é iniciada ou continuada sem possuir os pré-requisitos, sem possuir todos os recursos necessários para a sua execução. Para o autor, o *making-do* é uma perda comum na construção civil, devido à incerteza no fluxo de diversos recursos necessários para a execução das tarefas. Koskela (2004) afirma que *making-do* pode ser analisado como o oposto de *buffer*, pois no *making-do* o processamento é iniciado antes da chegada dos recursos ou materiais necessários para que a tarefa seja concluída, enquanto *buffer* significa a espera dos materiais para o processamento. Embora possuam significados distintos, de acordo com o autor, ambos são utilizados para ordenar o impacto da variabilidade da produção.

Ainda é possível citar perdas devido à falta de terminalidade. De acordo com Alves (2000), a falta de terminalidade nas atividades exige visitas posteriores aos postos de trabalho. Como consequência da falta de terminalidade, pode ocorrer o retrabalho.

3.4 FLUXO CONTÍNUO

Para Rother e Shook (1999), um fluxo contínuo significa produzir um item por vez, sendo que cada peça passa de um processo para o subsequente sem interrupções. Tal definição também pode ser aplicada para atividades ou um conjunto de atividades. Ter um fluxo contínuo faz com que cada processo produza apenas o que é exigido pelo processo seguinte, evitando a

geração de estoque. Dessa forma, é importante que o sistema seja flexível o suficiente para lidar com a demanda e com as variações que essa demanda pode comportar.

Nesse contexto, é importante entender o que significa estoque. Estoque, para Koskela (1992), é uma atividade que não agrega valor no processo. No *Léxico Lean* (2011), estoques são materiais ou informações presentes ao longo de um fluxo de valor entre as etapas do processamento, podendo ser diferenciados de acordo com o objetivo e posição destes materiais. Ainda segundo *Léxico Lean* (2011), os estoques, em termos de posição, podem ser classificados em:

- **Matéria-prima:** itens que ainda não foram processados;
- **Estoques em progresso:** também chamado de trabalho em progresso, representa os itens entre as etapas de processamento;
- **Produtos acabados:** itens prontos, aguardando expedição.

Pulmões (*Buffer Stock*), estoques de segurança e estoques de expedição são termos utilizados para descrever o objetivo do estoque (LÉXICO LEAN, 2011). É importante saber a diferença entre cada tipo de estoque:

- **Pulmões (*Buffer Stock*):** com o intuito de proteger o cliente, são produtos mantidos no final do fluxo de valor, caso haja aumento da demanda que exceda a capacidade da produção;
- **Estoque de segurança:** estoques mantidos em qualquer etapa da produção, visando proteger os processos posteriores de problemas nos processos anteriores;
- **Estoque de expedição:** produtos guardados no final da produção para atender próximos carregamentos.

O impacto imediato da implementação do fluxo contínuo é a redução do *lead time*, ou seja, o intervalo de tempo entre a entrada da matéria-prima até a saída dos produtos acabados (BULHÕES e PICCHI, 2011).

A Figura 3 e a Figura 4 ilustram como o lead time é reduzido na produção quando o fluxo contínuo é introduzido no sistema, substituindo o trabalho em lote. A Figura 3 apresenta uma produção em lote formada por três diferentes processos, em que cada processo possui dez itens com tempo de processamento de um minuto por item. Nesse modelo de produção, um lote levaria trinta minutos para ser produzido e a primeira peça estaria pronta em 21 minutos.

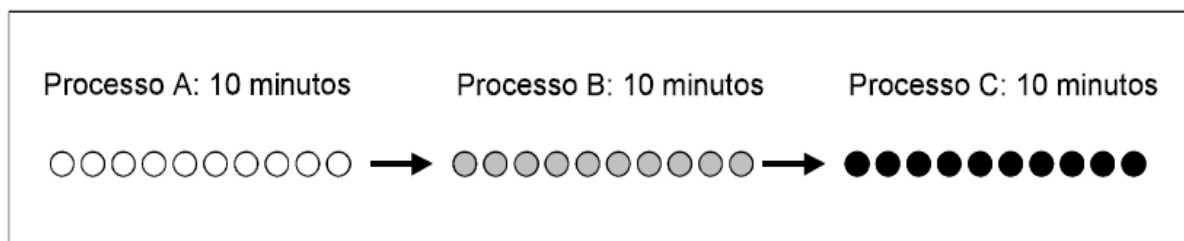


Figura 3 - Produção em lote. (Fonte: GAMBIRASIO JR., 2004).

Exemplificando um modelo de fluxo contínuo, a Figura 4 apresenta uma produção com as mesmas características, três processos com tempos de durações iguais. No fluxo contínuo, uma peça levaria apenas quatro minutos para ser processada e o lote, reduziria seu tempo de produção de trinta minutos para apenas treze minutos.

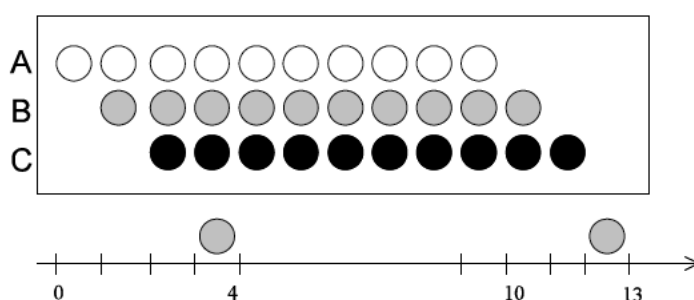


Figura 4 - Produção em fluxo contínuo. (Fonte: GAMBIRASIO JR., 2004)

Alguns autores (LIKER, 2005; ROTHER; SHOOK, 1999; WOMACK; JONES, 2004), relacionam objeto à qualidade intrínseca do produto. Essa qualidade é atribuída à não existência de estoque para absorver possíveis problemas de produção. Em suma, o processo pode ter seu ritmo diminuído ou até ser interrompido caso alguma especificação do produto não seja atendida ou se algum equipamento apresente algum problema de funcionamento.

Nesse modo, retirar o estoque é fundamental para explicitar qualquer problema na produção, melhorando o processo e aumentando a qualidade do produto

Outro aspecto importante associado ao fluxo contínuo é a determinação da velocidade de produção, uma vez que o produto só é produzido quando requerido pela etapa seguinte. O *tempo takt* é o tempo disponível para atender a uma determinada demanda, é a razão entre o tempo disponível para a produção de um determinado produto e a demanda do cliente. Em outras palavras, o *tempo takt* é o ritmo de produção alocado para a produção de uma peça ou produto em uma linha. (BULHÕES, 2009)

Segundo Bulhões e Picchi (2011), além da necessidade de eliminar, ou reduzir, os estoques e da velocidade de produção, a estabilidade, um dos pilares para a implementação *lean*, também é um conceito importante relacionado ao fluxo contínuo. Estabilidade básica, para Smalley (2005), é relacionada à previsibilidade geral e à disponibilidade constante em relação à mão-de-obra, aos materiais, às máquinas e aos métodos. Ainda de acordo com o autor, além da disponibilidade de recursos, estes devem ser adequados às necessidades dos processos; em relação à mão-de-obra, além de disponibilizar a quantidade necessária de operadores, estes devem ser capacitados. Em relação às máquinas, Smalley (2005) sugere que estas devem possuir a capacidade real instalada suficiente para suprir a demanda e que deve existir um sistema de gestão eficiente de fornecedores, a fim de garantir a confiabilidade na entrega e na qualidade dos materiais.

Para iniciar a implementação de fluxo contínuo, Rother e Harris (2002) propõem o mapeamento de fluxo de valor, que objetiva identificar a existência de desperdícios e tentar eliminá-los através de uma proposta do sistema de produção, no qual se adote o fluxo contínuo e a produção puxada. De acordo com o *Léxico Lean* (2011), o mapa de fluxo de valor é um diagrama das etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, que podem ser desenhados em momentos e níveis diferentes, a fim de mostrar as oportunidades de melhoria nos processos.

Bulhões (2009) sugere que, após a análise do mapa de fluxo de valor, seja feita uma investigação de cada processo a fim de balancear e otimizar o tempo do operador, que pode ser feita através de um Gráfico de Balanceamento do Operador (GBO). O GBO, para o Léxico *Lean* (2011), é uma ferramenta que auxilia na criação do fluxo contínuo em um processo com diversas etapas e diversos operadores, distribuindo os elementos de trabalho do operador de acordo com o tempo *takt*, levantando-se o número de operadores necessários para as etapas de trabalho.

Além da utilização de ferramentas como o mapa de fluxo de valor e o balanceamento de operadores, para a implementação de fluxo contínuo, é importante a aplicação de um sistema de planejamento adequado. O sistema *Last Planner* de controle de produção foi originalmente proposto por Ballard e Howell (1998) e se divide em dois níveis de planejamento:

- Planejamento de médio prazo: vincula as metas de longo prazo e de curto prazo. Para Codinhoto (2003), nesse nível de planejamento que ocorre a identificação e a remoção das restrições, que podem ser definidas como recursos físicos, como material, mão de obra ou equipamentos, ou financeiros, tais como necessidade de projeto, instalações provisórias, que, se não disponibilizadas em tempo, em quantidade e na especificação correta, impedem execução das atividades dentro das condições adequadas;
- Planejamento de curto prazo: tem o papel de orientar diretamente a execução da obra (BULHÕES, 2009). Para Ballard e Howell (1998), o planejamento de curto prazo tem forte ênfase no engajamento das equipes com as metas estabelecidas.

A estabilidade, citada por Smalley (2005), também é referida por Ballard e Howell (1997). Para os autores, o *Last Planner* é o primeiro passo para a estabilização da produção, pois através dele é possível aumentar a confiabilidade da execução das atividades no curto prazo, além de estabilizar os fluxos de recursos por meio de planejamento e controle de médio prazo.

3.5 TRABALHO PADRONIZADO

O trabalho padronizado representa um conjunto de procedimentos específicos realizados pelos trabalhadores no processo de produção. Tal prática não é fruto do Sistema Toyota de

Produção, sendo utilizado desde os primórdios da produção fabril. De acordo com Cirino (2013), a grande diferença para a Produção Enxuta é que, além de se padronizar as atividades, é mantido o nível de produção com relação ao ritmo de produção. Além disso, Spear e Bowen (1999) citam a importância do trabalho padronizado e altamente especificado em todos os detalhes, pois ao se ter especificações das atividades, a variação da execução das mesmas diminui, favorecendo o aprendizado e a melhoria contínua do sistema de produção.

Liker (2005), baseado numa descrição de um dos presidentes da Toyota, define o conteúdo do trabalho padronizado por meio de três importantes conceitos: tempo *takt*, sequência de trabalho e estoque padrão. Em resumo, o trabalho padronizado remete a uma produção que acontece no tempo em que é solicitado, na quantidade solicitada e da maneira como o cliente espera.

As práticas provenientes do Sistema Toyota de Produção têm sido utilizadas em diversos tipos de indústrias, incluindo a construção civil, que possui diversas particularidades, discutidas por Koskela (1992 e 2004), citadas nesse capítulo. A aplicação de fluxo contínuo em atividades padronizadas, no canteiro de obras, pode auxiliar na diminuição dos índices de perda, debatidas por Ohno (1997) e por Koskela (1992), tão recorrentes na construção civil. Os conceitos discutidos no capítulo 3 dão suporte ao estudo sobre a implementação de fluxo contínuo da Construtora A, discutida nos próximos capítulos deste trabalho.

4. METODOLOGIA

Essa pesquisa foi realizada por meio de um estudo de caso com dados primários, em profundidade, sobre o fluxo contínuo nas atividades de acabamento. A coleta de dados para o estudo foi feita pela autora desse trabalho, que possui vínculo empregatício com a empresa, participa das reuniões diárias de acompanhamento do fluxo contínuo e acompanha, de modo limitado, o andamento dos serviços de acabamento. A escolha da obra do estudo de caso se deu em função do período em que a autora pudesse acompanhar a execução de todos os serviços de acabamento de uma torre, tendo acesso direto às pessoas envolvidas no fluxo contínuo, como gestores, encarregados e estagiários.

Neste capítulo são apresentadas a estratégia de pesquisa adotada, as fases presentes durante a realização da pesquisa, assim como as fontes de evidência utilizadas. Também é apresentada a caracterização da empresa e do empreendimento focos dessa pesquisa.

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso, que se caracteriza como a história de um fenômeno passado ou atual, elaborada a partir de múltiplas fontes de evidência, que pode incluir dados da observação direta e entrevistas sistemáticas, bem como pesquisas em arquivos públicos e privados (VOSS, TSIKRIKTSIS e FROHLICH, 2002). O estudo de caso é sustentado por um referencial teórico, que orienta as questões e proposições do estudo, reúne uma gama de informações obtidas por meio de diversas técnicas de levantamento de dados e evidências (MARTINS, 2008). Em geral, os estudos de casos representam a estratégia

preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (YIN, 2005).

Freitas e Jabbour (2011) listam as seis etapas de um planejamento operacional, para que a pesquisa seja conduzida de forma efetiva:

- 1) Contato formal com a organização/empresa, para obter autorização para a realização da pesquisa;
- 2) Explicação dos objetivos do estudo para a organização/empresa;
- 3) Definição das pessoas a serem entrevistadas;
- 4) Definição dos critérios para o acesso à organização e aos documentos, elencar quais são confidenciais e quais podem ser divulgados;
- 5) Coleta das evidências, que pode ocorrer por meio de diversas técnicas;
- 6) Devolução à organização/empresa para validação ou não das evidências coletadas.

4.2 FASES DA PESQUISA

Yin (2005) define as fases que compõem o estudo de caso. Baseada nessa definição, a Figura 5 descreve as fases do presente estudo de caso. Primeiramente, foi definido o tema do estudo de caso, partindo dos problemas evidenciados pela autora na implementação de fluxo contínuo na obra da Construtora A. Após definir o caso, a torre 1, foi elaborado o protocolo de coleta de dados (Apêndice A), utilizado em todas as reuniões para coletar e detalhar o andamento das atividades planejadas com base em no fluxo contínuo. Também foram escolhidas as fontes de evidência do estudo de caso, listadas na Tabela 1.

Juntamente à fase de coleta de dados, iniciou-se a preparação da fundamentação teórica envolvida no fluxo contínuo elaborado pela empresa foco do estudo de caso. Após a coleta de todos os dados e de todas as fontes de evidência, foi elaborado um relatório comparando a realidade do fluxo contínuo implementado pela Construtora A com a teoria em que essa implementação é baseada, identificando os pontos que impactam negativamente a prática do fluxo contínuo na empresa. Finalmente, foi feita uma discussão e proposta de melhorias para

aumentar a eficiência da implantação do fluxo contínuo nas atividades de acabamento da construtora.

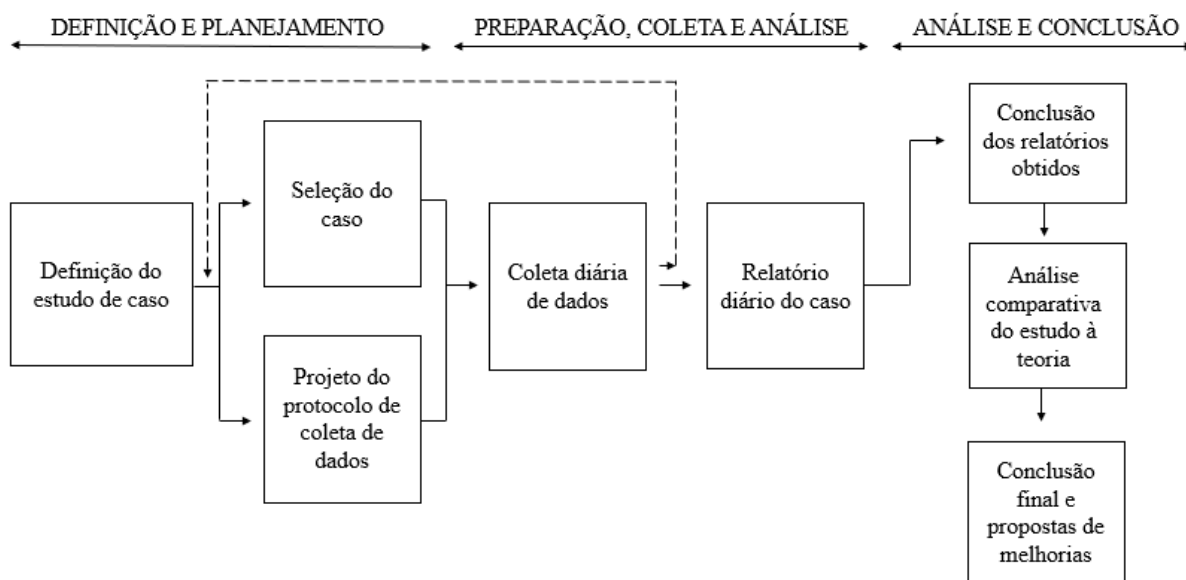


Figura 5 - Fases do estudo de caso. (Fonte: autora)

Tabela 1 - Fontes de evidência utilizadas na pesquisa. (Fonte: autora)

CÓDIGO/ DATA	FONTE DE EVIDÊNCIA	DURAÇÃO	PERFIL DOS PARTICIPANTES	DESCRIÇÃO
01 05/02/2019 a 15/04/2019	Entrevista aberta	10 min	01 Engenheiro, 01 Gestor, 02 Encarregados, 03 Estagiários, 01 Assistente	Acompanhamento das atividades do fluxo contínuo dos serviços de acabamento da torre 1 e planejamento dos serviços diários.
01 05/02/2019 a 15/04/2019	Documentação	5 min	01 Assistente	Preenchimento do protocolo de levantamento de dados, com registro diário do andamento das atividades do fluxo contínuo.

02 01/03/2019	Entrevista direcionada	15 min	01 Gestor, 01 Assistente	Avaliação sobre o nível de conhecimento do gestor sobre os conceitos envolvidos na implementação do fluxo contínuo. Entrevista para identificar a visão geral do gestor sobre as atividades de acabamentos por ele geridas.
03 11/03/2019	Entrevista direcionada	30 min	02 Encarregados, 01 Assistente	Avaliação sobre o nível de conhecimento dos encarregados sobre os conceitos envolvidos na implementação do fluxo contínuo. Entrevista para identificar a visão geral dos encarregados, bem como as dificuldades encontradas na execução das atividades.
05 20/03/2019	Entrevista aberta	20 min	03 Estagiários, 01 Assistente	Avaliação sobre o nível de conhecimento dos estagiários sobre os conceitos envolvidos na implementação do fluxo contínuo. Entrevista para identificar a visão geral dos estagiários, bem como as dificuldades encontradas na inspeção de qualidade das atividades.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A construtora adotada para o estudo de caso trabalha há mais de 49 anos no mercado da construção, operando, atualmente, em mais de 10 estados brasileiros e atuando nas etapas de desenvolvimento, incorporação, planejamento e execução do empreendimento. Desde o início, a empresa tem foco na construção de habitações de baixo padrão (a definição do padrão da unidade habitacional é detalhada na ABNT NBR – 12721:2006, em que condições de acabamento, área construída e número de pavimentos norteiam a classificação do empreendimento). A empresa adota como método construtivo o Sistema de Paredes de Concreto e seu nível de qualidade é atestado pelo Sistema de Gestão da Qualidade NBR ISO 9001:2000 e pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat PBQP-H:2000 Nível A SIQ CONSTRUTORA.

Nos últimos anos, a empresa passou por reformulações e, ao adquirir uma produção em larga escala, criou um sistema de produção, baseado no lema: mais segurança, mais qualidade, menos custo e menos tempo de fabricação. Para isso, a construtora possui uma padronização de processos, mantendo uniformidade em todas as regionais do país. A uniformidade e a qualidade dos serviços executados são garantidas através de auditorias internas que, em caso de inconformidades, penaliza a obra por meio de descontos de valores pré-estabelecidos do centro, aumentando o custo total da obra. Juntamente à padronização dos serviços, a empresa implementou um fluxo contínuo nas atividades de acabamento de torre, visando aumentar o controle da produção, reduzir as perdas e garantir a qualidade das unidades. Além disso, adotou a utilização de uma central de kits, em que todo o material necessário para serviços de hidráulica, desde a instalação até o acabamento, são quantificados e entregues ao operador conforme a necessidade do projeto.

4.4 CARACTERIZAÇÃO DA OBRA

A obra escolhida para o estudo de caso é um empreendimento residencial, composto por cinco torres, totalizando 100 apartamentos em uma área construída de aproximadamente 8.900 metros quadrados. A Figura 6 - Localização do empreendimento e da torre escolhida para o estudo de caso. (Fonte: Construtora A) Figura 6 apresenta a planta de localização do empreendimento e a localização da torre escolhida para o estudo de caso (torre 1).



Figura 6 - Localização do empreendimento e da torre escolhida para o estudo de caso. (Fonte: Construtora A)

O apartamento tipo do empreendimento possui cerca de 40,5 m² e é composto por sala, cozinha com área de serviço, banheiro e dois dormitórios, conforme Figura 7. A torre 1, objeto do estudo de caso, possui 19 apartamentos tipo e um apartamento PNE, com cerca de 41 m², diferenciando do apartamento tipo por tamanho de banheiro e número de dormitórios; a Figura 8 apresenta a planta baixa do apartamento PNE.

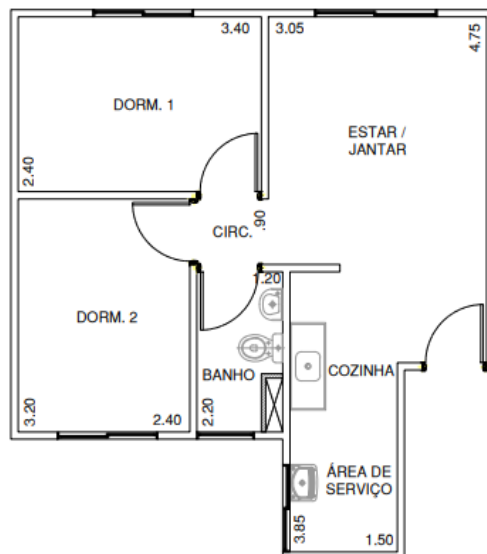


Figura 7 - Apartamento tipo. (Fonte: Construtora A)

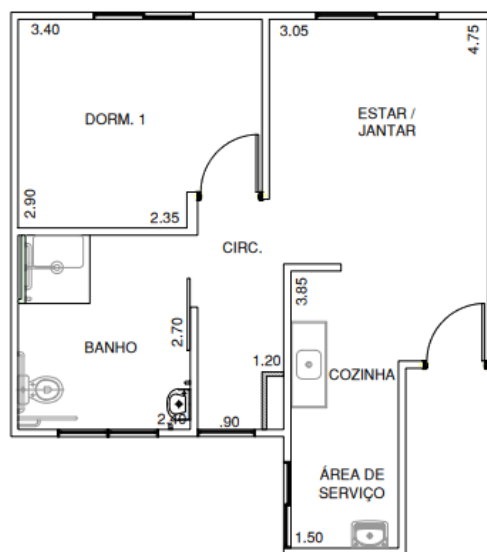


Figura 8 - Apartamento PNE (Fonte: Construtora A)

5. RESULTADOS

Este capítulo apresenta a descrição do planejamento das atividades de acabamento, baseado no fluxo contínuo, implementado pela Construtora A, analisando o planejado pela empresa para a execução dos serviços da torre escolhida para o estudo de caso. É feita uma comparação entre o planejamento e o executado pela construtora, com apontamento dos

problemas enfrentados no canteiro de obras. Por fim, são apresentadas propostas de melhoria no fluxo contínuo e uma discussão sobre os resultados obtidos no estudo de caso.

5.1 ESTRATÉGIA DE FLUXO CONTÍNUO

A Construtora A, focada na industrialização da construção, adota um planejamento baseado no fluxo contínuo em suas atividades. A estratégia utilizada pela empresa ocorre nas atividades de acabamento de torre, em que os serviços são planejados de forma a atender um tempo de ciclo de 45 dias, sem interrupção entre as atividades. Cada obra da empresa possui um cronograma de serviços de acabamento, guiado pelo cronograma da fôrma da estrutura; após 29 dias da primeira concretagem da torre, começam as atividades de acabamento. Tanto a equipe de estrutura quanto a equipe de acabamento transitam as obras, o que a própria construtora denomina de “fábrica”. Numa adaptação às esteiras de fábrica da indústria, o produto final, que no caso da construção civil, é a torre, permanece no mesmo lugar e as equipes percorrem as obras para executar suas respectivas atividades. A construtora, para o controle e acompanhamento do fluxo contínuo planejado, adotou o uso de um quadro (Figura 9) que, além de mostrar a sequência das atividades, os lotes de serviços e a quantidade de pessoas necessárias para a execução das atividades, mostra a eficiência do fluxo, por meio da relação entre o atraso, ou não, nas atividades em determinado dia e o número de atividades desenvolvidas no mesmo, cujo resultado apresenta o desvio do fluxo contínuo.

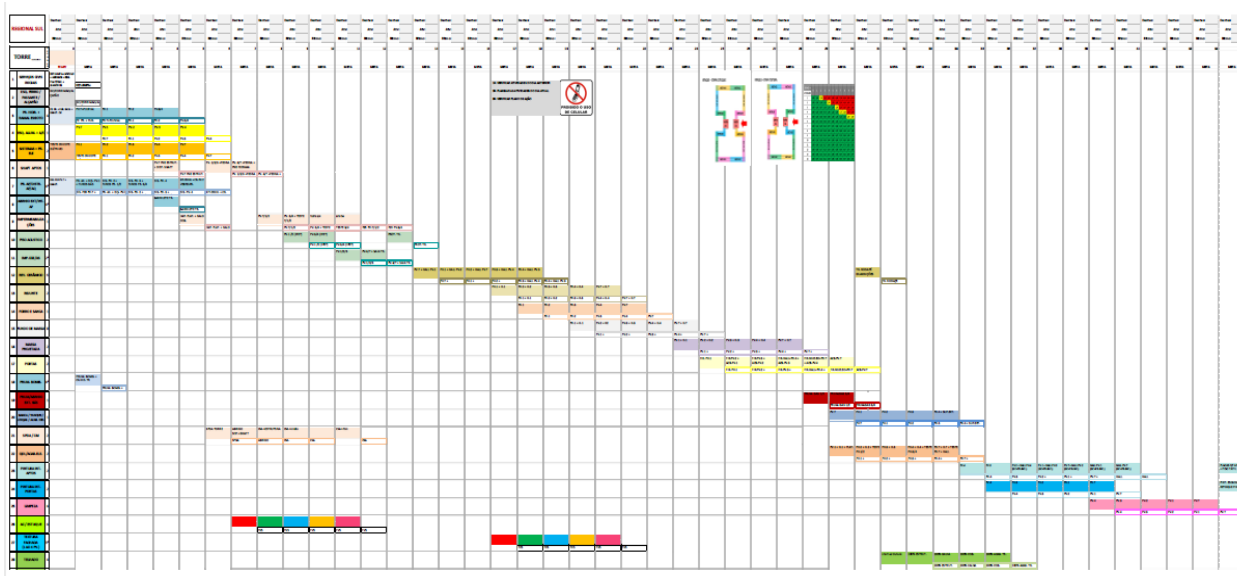


Figura 9 - Quadro representativo do fluxo contínuo implementado. (Fonte: Construtora A)

O fluxo contínuo implementado pela empresa possui o dia de *start*, dia que antecede o início das atividades de acabamento. O dia de *start* é planejado de forma a orientar as equipes de estrutura e infraestrutura sobre o prazo final de entrega da torre ao Gestor de acabamentos. Desse modo, cabe salientar a importância do planejamento de médio prazo, responsabilidade, no escopo da Construtora A, do Gestor de Estrutura e do Engenheiro da obra, para que seja possível iniciar os serviços de acabamentos com os pré-requisitos concluídos de acordo com o planejamento de fluxo contínuo. Nesse nível de planejamento é realizada a identificação e a remoção das restrições. O Gestor de Estrutura, responsável pela construção da torre, tem a meta de finalizar os arremates de pedreiro, testes de continuidade elétrica e possíveis arremates de elétrica. Além disso, O Engenheiro da obra, responsável pela equipe da infraestrutura, terceirizada, deve garantir a correta posição das esperas de pontos hidráulicos, chamados de “pé de prumada”, item necessário para a equipe de instalações executar suas atividades já no primeiro dia do fluxo.

O fluxo contínuo aplicado é composto por 28 atividades que, nesse estudo de caso, foram divididas em sete grupos, conforme a Figura 10. Os grupos de 1 a 6 são formados por serviços internos, sequenciados de acordo com macro-fluxo das atividades, que é a relação, ou dependência, de cada serviço. Cada grupo de atividades é pré-requisito para a execução do

grupo predecessor, da mesma maneira que cada serviço de determinado grupo só deve ser executado quando o serviço anterior estiver concluído. O Grupo 7 é formado por atividades externas, com a mesma característica de dependência dos serviços internos. Os dois primeiros itens do Grupo 1, serviços iniciais e colocação de guarda-corpo e alçapão, embora não sejam atividades pertencentes à equipe de acabamentos, são considerados por fazer parte do quadro e impactar as atividades iniciais do fluxo contínuo.

	Nº no quadro	Atividade
GRUPO 1	1	Serviços Iniciais: Estrutura Limpa/Regularização
	2	Colocação Guarda-Corpo e Alçapão
	3	Prumada Hidráulica + Ramal Esgoto
	4	Esquadrias de Alumínio
	5	Sistemas + Prumada Elétrica
	6	Shaft Apartamentos
	7	Prumada Água Fria - Distribuição Pex
	8	Abrigo Externo - Barrilete Água Fria
	18	Prumada de Incêndio
GRUPO 2	9	Impermeabilização
	10	Piso Acústico
	11	Impermeabilização Cozinha/Área de Serviço
GRUPO 3	12	Revestimento Cerâmico
	13	Rejunte
	14	Forro e Sanca
GRUPO 4	15	Fundo de Massa
	16	Massa Projetada
	17	Colocação de Portas
	12	Rodapé/Guarnições
GRUPO 5	20	Acabamento hidráulico + Testes
	22	Acabamento elétrico + Testes
GRUPO 6	23	Pintura Paredes/Teto
	24	Pintura Portas
	25	Limpeza
	23	Colocação Placas de Identificação
	24	Pintura Escada Hall + Retoque Pintura Geral
GRUPO 7	21	SPDA e Centro de Medição
	26	Estuque Fachada
	27	Textura Fachada
	19	Prumada de Gás
	28	Telhado

Figura 10 - Divisão dos grupos de atividades de acabamento. (Fonte: autora)

Uma análise preliminar da distribuição das atividades foi feita, aderindo o pavimento como lote de atividade. Seguindo a divisão das atividades, conforme a Figura 10 e escolhendo o primeiro pavimento da torre como lote, montou-se o Mapa de fluxo de valor (MFV) demonstrado na Figura 11, em que mostra a quantidade de operadores em cada grupo, a data de início (I) e a data de fim (F), assim como os tempos de atravessamento (TA) e tempo de processamento (TP) da equipe em cada serviço.

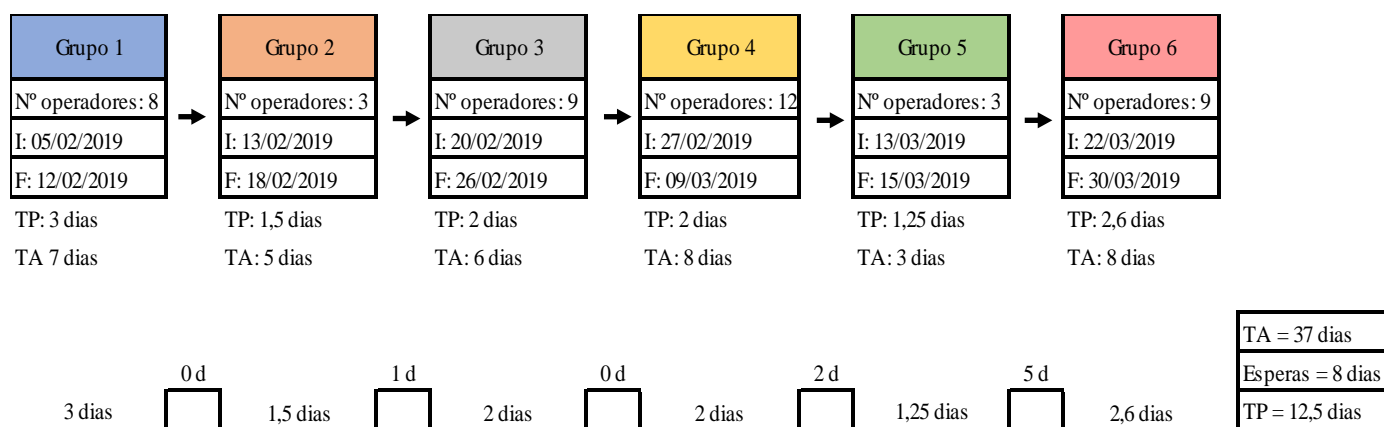


Figura 11 - Mapa de fluxo de valor das atividades do lote 1º pavimento. (Fonte: autora)

Para o cálculo do TP, foi estimado o tempo que o operador e estagiário dispõem no seu dia para a execução e a inspeção da atividade. Para isso, considerou-se a hora de chegada do funcionário na obra e a hora de saída, descontando-se o período de almoço e o período de descanso. Em relação ao estagiário, foram consideradas as horas que o mesmo permanece na obra executando suas atividades. Para obter a mesma escala em relação ao tempo de atravessamento, a contagem final das horas dos funcionários e dos estagiários foi convertida em dias. O tempo de atravessamento (TA) foi calculado através do quadro da Figura 9, considerando os dias em que há atividade no primeiro pavimento da torre.

É possível verificar, através do MFV, um longo tempo de espera entre as atividades, que somam 8 dias, o que representa 22% do tempo de atravessamento. Esse tempo de espera é previsto pelo planejamento, o que infere um problema na sincronização de ritmos entre as atividades. Ao se relacionar os tempos de atravessamento e de processamento, se conclui que o aproveitamento do tempo nas atividades é de apenas 34%.

O acompanhamento do fluxo contínuo é feito por meio de uma reunião diária, em que são discutidas as atividades ocorridas no dia anterior e as atividades que irão ocorrer no dia. Nela participam o engenheiro da obra, o gestor de acabamentos, os encarregados e os estagiários responsáveis pelas atividades. O engenheiro da obra, apesar de participar das reuniões, não é o responsável direto pelos serviços de acabamento. A Figura 12 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a organização do efetivo responsável pelos serviços de acabamentos, composto pelo Gestor de acabamentos, que gere o controle de materiais, lidera as atividades e coordena os encarregados e os estagiários. Os encarregados são responsáveis pelo controle da produção dos operários, enquanto os estagiários inspecionam a qualidade da execução dos serviços e auxiliam o Gestor no acompanhamento do planejamento do fluxo contínuo.

A Figura 12 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** também apresenta a divisão das atividades entre os encarregados e estagiários. O fluxo foi elaborado para ser controlado, em execução, por três encarregados e, em qualidade, por quatro estagiários.

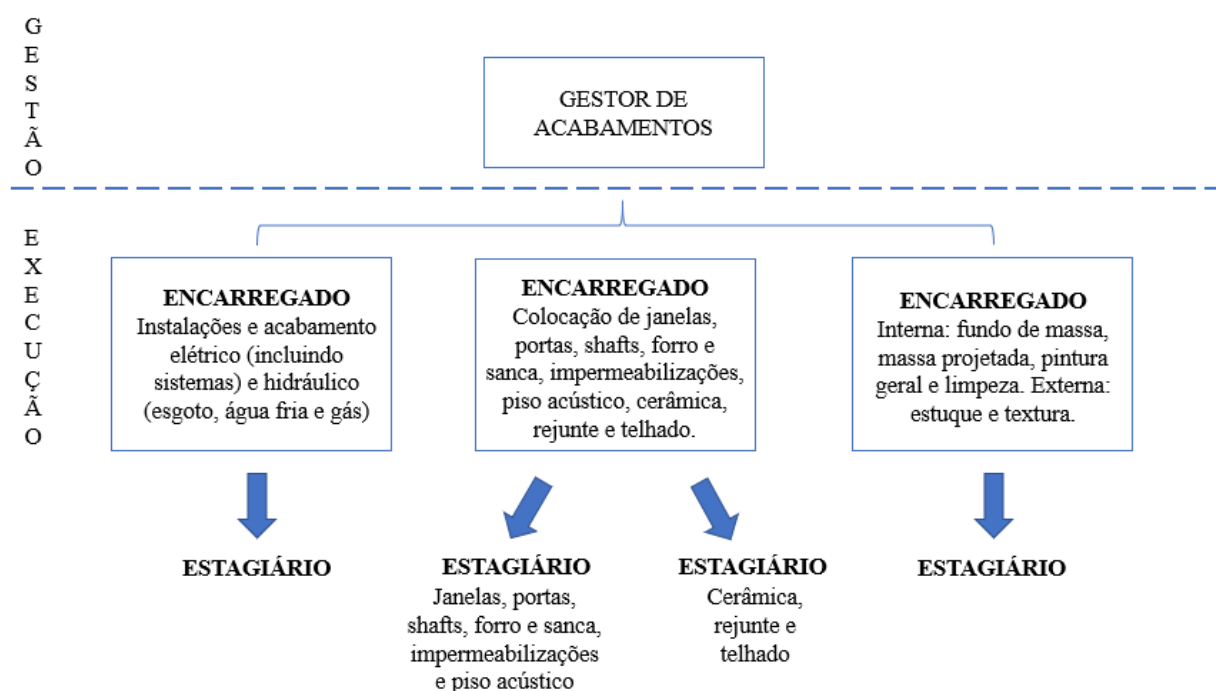


Figura 12 - Organização pessoal da engenharia de Acabamentos. (Fonte: autora)

Todas as instruções de trabalho (IT) da Construtora A (Anexo A) possuem um tempo de atividade por operador e o número de operadores necessários para a atividade da IT. A Tabela

2 possui o tempo estimado para as atividades dos grupos 1 a 6, assim como o número de operadores requeridos para cada atividade. A empresa possui o departamento de Pesquisa e Desenvolvimento, responsável pelo estudo do planejamento do fluxo contínuo. Todos os valores obtidos na Tabela 2 são baseados em estudos produzidos pelo setor.

Tabela 2 - Tempo de execução por grupo de atividades. (Fonte: autora)

	Atividade	Tempo de execução	Número de operadores	TEMPO TOTAL (horas)
GRUPO 1	Serviços Iniciais: Estrutura Limpa/Regularização	-	-	31:00:05
	Colocação Guarda-Corpo e Alçapão	-	-	
	Prumada Hidráulica + Ramal Esgoto	03:16:00	4	
	Esquadrias de Alumínio	05:17:46	1	
	Sistemas + Prumada Elétrica	05:49:00	2	
	Shaft Apartamentos	03:30:24	1	
	Prumada Água Fria - Distribuição Pex	03:32:55	4*	
	Abrigo Externo - Barrilete Água Fria	01:58:00	4*	
GRUPO 2	Prumada de Incêndio	07:36:00	4*	03:39:37
	Impermeabilização	01:25:08	1	
	Piso Acústico	01:59:29	2	
GRUPO 3	Impermeabilização Cozinha/Área de Serviço	00:15:00	2*	25:44:54
	Revestimento Cerâmico	12:28:06	6	
	Rejunte	08:27:00	2	
GRUPO 4	Forro e Sanca	04:49:48	1	17:12:00
	Fundo de Massa	07:28:12	8	
	Massa Projetada	06:01:48	2	
	Colocação de Portas	03:42:00	2	
GRUPO 5	Rodapé/Guarnições	-	-	13:35:00
	Acabamento hidráulico + Testes	05:51:00	1	
GRUPO 6	Acabamento elétrico + Testes	07:44:00	2	29:51:13
	Pintura Paredes/Teto	07:21:24	2	
	Pintura Guarda-corpo + Prumada	06:49:14	1	
	Pintura Portas	04:55:30	2	
	Limpeza	06:47:00	4	
	Colocação Placas de Identificação	-	-	
	Pintura Escada Hall + Retoque Pintura Geral	03:58:05	1*	

5.2 ANÁLISE FLUXO CONTÍNUO CONTRUTORA A - TORRE 1

O fluxo contínuo do estudo de caso iniciou no dia 05 de fevereiro de 2019 e a meta de finalização dos serviços era dia 30 de março, resultando em um tempo de ciclo de 45 dias. A torre 1, primeira torre do empreendimento a receber os serviços de acabamento, teoricamente, deveria estar com a equipe completa, incluindo o gestor, os encarregados, estagiários e funcionários, porém, a torre foi toda executada com deficiência no número de funcionários, em que o efetivo necessário foi abaixo do planejado. A análise de funcionários será feita nesse capítulo, mas separadamente por grupo de atividade.

A primeira análise feita sobre a implementação do fluxo contínuo foi referente a sua duração. Conforme planejado, as atividades do fluxo foram iniciadas no dia 05 de fevereiro e a torre foi finalizada em 15 de abril, resultando em 13 dias de atraso em relação ao planejado. Na análise sobre motivo de desvios no fluxo, foram considerados problemas de execução, que diz respeito a fatores que impedem a execução completa do serviço, e problemas de qualidade, em que a inspeção do serviço, feita pelo estagiário, não foi satisfatória. No total, durante os 58 dias de fluxo contínuo na torre, foram somados aproximadamente mil desvios nas atividades do quadro, divididos entre desvios ocasionados por problemas que dificultaram ou impediram a execução das atividades e problemas de falta de qualidade (Figura 13). A Figura 14 apresenta a distribuição dos problemas ocorridos na torre, em que se evidenciou que mais de 80% dos desvios no fluxo contínuo são resultados de problemas que impedem a execução da atividade, como falta de material ou falta de efetivo

DESVIOS/ATRASOS	
EXECUÇÃO	808
QUALIDADE	169
TOTAL	977

Figura 13 - Quantitativo dos desvios da torre 1. (Fonte: autora)

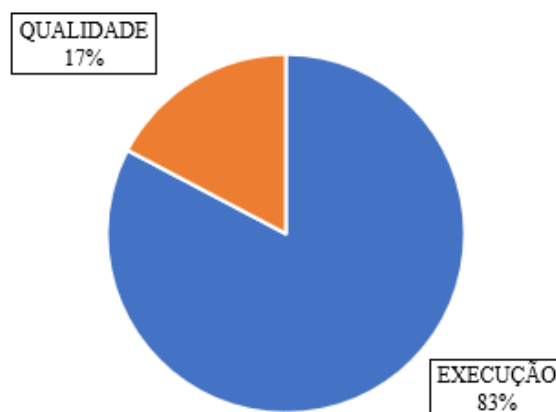


Figura 14 - Distribuição problemas - Torre 1 (Fonte: autora)

Foram analisados os indicadores de desvios de cada dia do quadro do fluxo contínuo na torre. O indicador é calculado através da razão entre o número de desvios e o número de atividades, conforme Equação 01. A empresa adotou como meta o indicador igual a zero, que indica que os serviços estão ocorrendo conforme o planejado. Entretanto, admitindo possíveis desvios no fluxo, a empresa considera um indicador de até 0,80 como aceitável.

$$\text{Indicador} = \frac{n^{\circ} \text{ desvios}}{n^{\circ} \text{ atividades}} \quad (\text{Equação 01})$$

A Figura 15 demonstra que a implementação do fluxo contínuo na torre não obteve sucesso, já que mais de 90% dos indicadores de desvios foram acima do limite satisfatório. Obteve-se diversos picos, em que dois foram mais evidentes: nas atividades intermediárias do fluxo, como a cerâmica, foram verificados pontos altos de desvio, e no final das atividades, em que os indicadores chegaram ao valor máximo, 14, indicando o quanto a entrega da torre estava atrasada em relação à data planejada (data que considera o dia de *start* da torre).

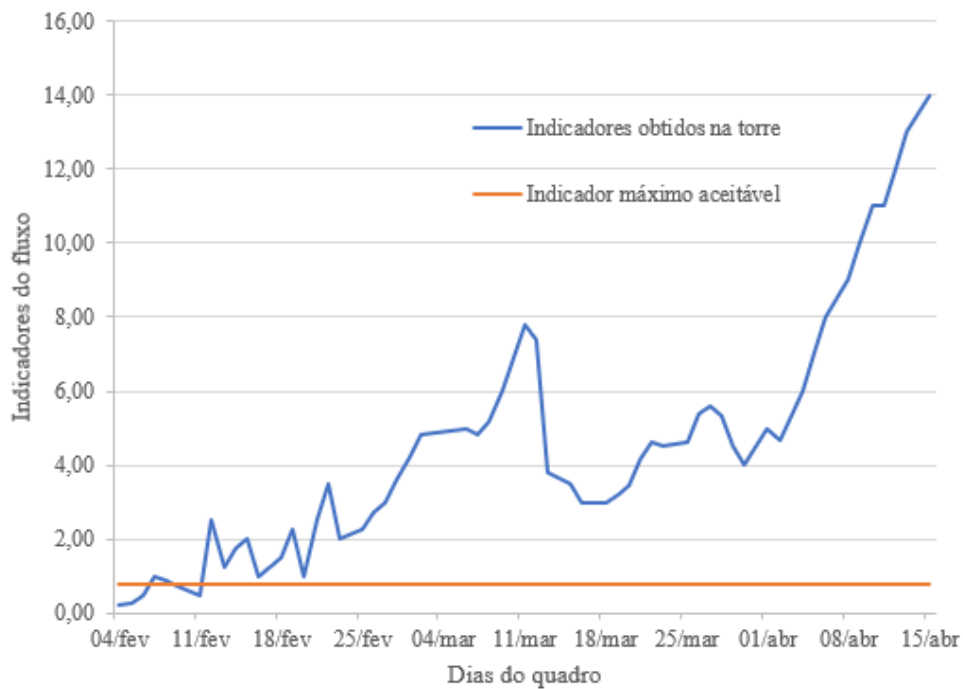


Figura 15 - Gráfico dos ritmos obtidos na Torre 1. (Fonte: autora)

A Figura 16 apresenta o gráfico de aderência ao lote de todos os sete grupos de serviços de acabamento. À exceção do grupo 1, todos os demais grupos não apresentaram aderência ao lote planejado, em que, inclusive, dois grupos iniciaram antes do previsto e outros seis concluíram suas atividades depois do planejado. O gráfico de aderência infere que houve grande dificuldade da equipe em seguir o fluxo contínuo conforme o planejado, uma vez que o atraso na conclusão dos lotes de serviços foi, na maioria dos grupos, foi bem significativo.

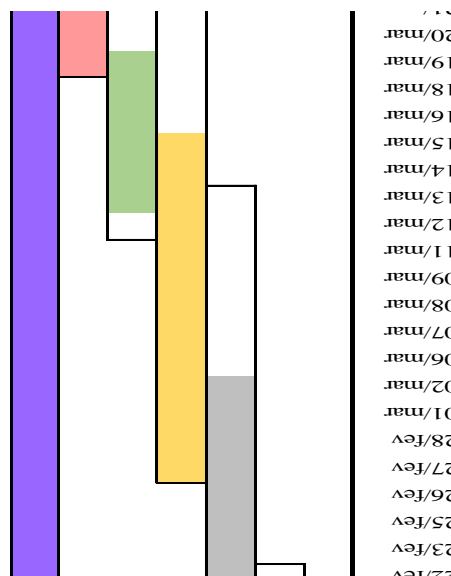


Figura 16 - Aderência ao lote planejado dos serviços de acabamentos. (Fonte: autora)

O grupo 1, composto por serviços de hidráulica e elétrica, esquadrias de ferro e alumínio e shaft, iniciou no dia 04 de fevereiro (nesse grupo, foram considerados os serviços de *start*, por influenciarem diretamente na execução das atividades do fluxo desse grupo). A Figura 17 mostra o quantitativo de desvios do grupo 1, em que é possível verificar que a maioria dos serviços do grupo ocorreu conforme o planejado e a qualidade foi verificada como conforme o planejado pela Construtora A.

	E	Q
Serviços Iniciais: Estrutura Limpa/Regularização	15	5
Colocação Guarda-Corpo e Alçapão	0	0
Prumada Hidráulica + Ramal Esgoto	0	0
Esquadrias de Alumínio	0	0
Sistemas + Prumada Elétrica	0	0
Shaft Apartamentos	0	0
Prumada Água Fria - Distribuição Pex	0	1
Abrigo Externo - Barrilete Água Fria	1	6
Prumada de Incêndio	0	0
GRUPO 1		
TOTAL	16	12
EXECUÇÃO (E)	57,14%	
QUALIDADE (Q)	42,86%	

Figura 17 - Distribuição dos desvios do Grupo 1 de atividades. (Fonte: autora)

Entre as atividades que apresentaram atraso, a que mais se destaca é a regularização e limpeza da estrutura, atividade do *start* da torre. Dos 20 desvios apontados na atividade, 15 foram referentes à execução, em que o atraso na chegada à obra dos pedreiros e na chegada de materiais e ferramentas necessárias foram os principais motivos desse atraso. Ainda, as ferramentas necessárias para a execução dos arremates chegaram em número menor que o necessário, atrasando ainda mais as atividades. Como estratégia da equipe de engenharia, optou-se por executar inicialmente os arremates que impactavam os serviços de acabamento, como lixamento de peitoril, de forma a não paralisar a instalação das janelas.

A Figura 18 apresenta a aderência ao lote planejado para as atividades do Grupo 1. Embora o grupo tenha apresentado desvios no fluxo durante sua execução, o lote foi finalizado na data planejada, 13 de fevereiro. Entretanto, foram evidenciadas perdas por *making do*, já que os serviços foram executados sem que a atividade antecessora, os serviços iniciais de estrutura, tivesse sido concluída. Muitas vezes os funcionários responsáveis por serviços de hidráulica precisaram improvisar sua execução para concluir a atividade do dia.

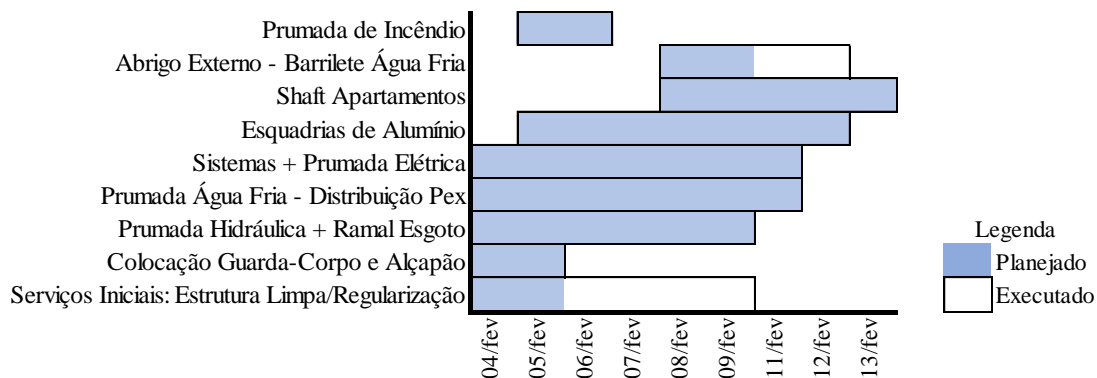


Figura 18 - Aderência das atividades ao lote planejado no grupo 1. (Fonte: autora)

Os serviços do grupo 2, impermeabilizações e execução de piso acústico nos dormitórios, conforme Figura 19, obtiveram três desvios em relação à execução. O Gestor de acabamentos, prevendo a dificuldade na execução da cerâmica, atividade pertencente ao grupo 3 e predecessora das impermeabilizações, decidiu executar os serviços em todos os apartamentos

no mesmo dia, diferentemente do que o fluxo solicita (de acordo com o fluxo proposto, as atividades de impermeabilização e piso acústico nos apartamentos acontecem em dois dias). Com relação aos 14 desvios de qualidade, aproximadamente 70% foram de falhas em testes de estanqueidade. Os testes duram 72 horas e, quando apresentam falhas, são totalmente refeitos, aumentando três dias a duração das atividades de impermeabilização. O restante dos problemas encontrados na inspeção de qualidade foram falta de desmobilização e falha no piso acústico dos quartos, que foram refeitos no mesmo dia.

	E	Q
Impermeabilização	1	10
Piso Acústico	1	1
Impermeabilização Cozinha/Área de Serviço	1	3
GRUPO 2		
TOTAL	3	14
EXECUÇÃO (E)	17,65%	
QUALIDADE (Q)	82,35%	

Figura 19 - Distribuição dos desvios do Grupo 2 de atividades. (Fonte: autora)

A Figura 20 apresenta a aderência ao lote proposto pelo planejamento do fluxo contínuo. O atraso de três dias nas impermeabilizações se deve à necessidade de repetir o teste, como já mencionado anteriormente. O piso acústico, embora tenha iniciado um dia antes, teve atraso de um dia na conclusão, pois apresentou falhas na inspeção de qualidade: no dia da execução, a janela do dormitório foi deixada aberta e a chuva ocorrida no dia danificou o piso, que foi refeito no dia seguinte.

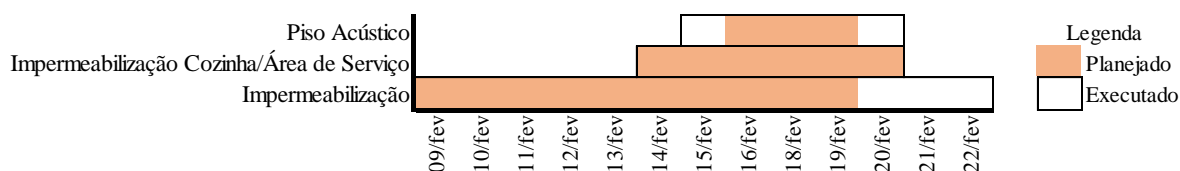


Figura 20 - Aderência das atividades ao lote planejado no Grupo 2. (Fonte: autora)

O Grupo 3, composto por serviços de cerâmica, rejunte e colocação de forro e sanca, foi um dos que mais apresentou problemas. Desde a implementação do fluxo contínuo nas obras, a

Construtora, progressivamente, monta uma equipe própria para a execução dos serviços, o que a mesma chama de “verticalização”. Com isso, os custos são reduzidos, uma vez que o valor de uma equipe terceirizada é significativamente maior que uma equipe própria. Na obra do estudo de caso, e em especial na torre do estudo, foi montada a primeira equipe “vertical” de cerâmica e rejunte.

A Figura 21 apresenta todos os desvios do grupo. A cerâmica obteve 110 desvios, sendo 99 somente por execução. Os profissionais contratados possuíam experiência com as atividades, mas não se adaptaram facilmente ao ritmo de trabalho da empresa, não vencendo as metas diárias de um pavimento por dia. O número de funcionários estava, inicialmente, de acordo com o previsto pelo fluxo contínuo, seis funcionários, porém, no terceiro dia de execução das atividades um dos funcionários pediu demissão, por não se adaptar à rotina. O gráfico de aderência ao lote planejado, conforme a Figura 22, mostra que a execução da cerâmica durou 11 dias a mais que o planejado, impactando diretamente nas atividades seguintes, rejunte e forro e sanca. Embora seja contra ao que o fluxo contínuo busca, as atividades de rejunte e forro e sanca foram executadas antes da conclusão da cerâmica.

	E	Q
Revestimento Cerâmico	99	11
Rejunte	63	8
Forro e Sanca	12	0
GRUPO 3		
TOTAL	174	19
EXECUÇÃO (E)	90,16%	
QUALIDADE (Q)	9,84%	

Figura 21 - Distribuição dos desvios nas atividades do Grupo 3. (Fonte: autora)

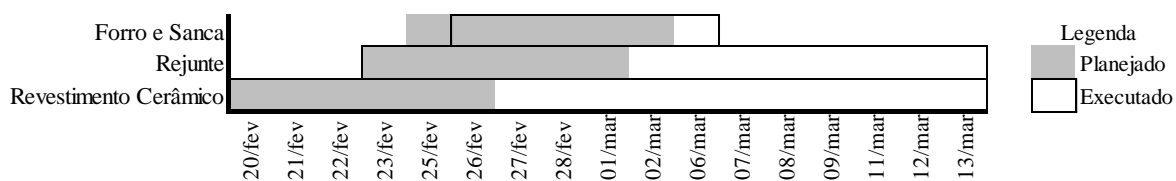


Figura 22 - Aderência ao lote planejado das atividades do Grupo 3. (Fonte: autora)

O atraso na cerâmica, além de impactar as atividades do próprio grupo, impactou as atividades do grupo seguinte, de fundo de massa. Conforme a Figura 23, podemos ver a quebra de macro-fluxo que ocorreu entre as atividades de cerâmica e fundo regularizador de massa. Conforme o quadro do fluxo contínuo, a colocação da cerâmica é atividade pré-requisito de fundo de massa, porém, mesmo sem estar 100% concluída a cerâmica, o fundo de massa foi executado, demonstrando que a equipe usou de improvisações para executar o serviço.



Figura 23 - Quebra de macro-fluxo entre cerâmica e fundo de massa. (Fonte: autora)

O grupo 4, composto por fundo de massa, massa projetada, colocação de portas e rodapé, sofreu impactos do atraso da cerâmica, grupo antecessor. Embora suas atividades antecessoras não estivessem concluídas, as atividades desse grupo foram iniciadas, sendo executadas de acordo com a liberação da engenharia. Por exemplo: embora a cerâmica e o rejunte do apartamento não estivessem concluídos, o fundo de massa iniciou as atividades pelos dormitórios e sala, executando parte de sua meta diária, porém gerando falta de terminalidade nos serviços. A Figura 24 apresenta o total de desvios desse grupo. Além dos impactos do atraso do grupo 3, também foram observados outros problemas, de característica gerencial, justificando o elevado percentual de desvios por falta de execução ou execução inadequada.

	E	Q
Fundo de Massa	21	0
Massa Projetada	38	0
Colocação de Portas	134	0
Rodapé/Guarnições	10	22
GRUPO 4		
TOTAL	203	22
EXECUÇÃO (E)	90,22%	
QUALIDADE (Q)	9,78%	

Figura 24 - Distribuição dos desvios do Grupo 4. (Fonte: autora)

A Figura 25 evidencia que o lote de atividades do grupo 4 não obteve aderência ao planejado. O fundo de massa foi o único serviço que iniciou, indevidamente, as atividades no dia planejado. A massa projetada teve seu início atrasado devido a problemas com o compressor, ferramenta essencial para a projeção da massa. Quando o equipamento chegou à obra, foi colocado em ambiente aberto e acabou molhando com a chuva, o que danificou o sistema elétrico. Após três dias em manutenção, o equipamento foi liberado para uso. A execução da massa projetada, mesmo com o início atrasado, também sofreu impactos do atraso do fundo de massa.

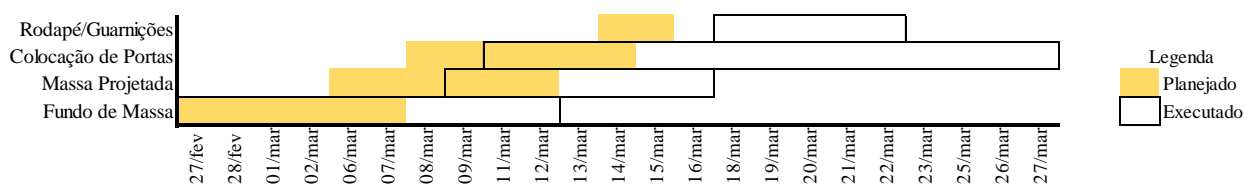


Figura 25 - Aderência do lote planejado pelo fluxo do Grupo 4. (Fonte: autora)

A colocação de portas também foi afetada pelo atraso de suas atividades antecessoras. Porém, entre as atividades desse grupo, foi o serviço que mais apresentou desvios e que não teve aderência total ao lote. No recebimento das portas, pelo almoxarife de Acabamentos, houve falha na conferência do material, em que não se atentou a falta de miolos, guarnições e espelhos das portas. O impacto do recebimento equivocado do material foi o atraso da conclusão das portas, que levou 11 dias a mais do que o previsto: embora as portas estivessem instaladas, o acabamento das mesmas não estava concluído (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Em conversa com o almoxarife da obra, ele justificou o erro por estar sobrecarregado nas suas atividades, o que impediu a atenção necessária na conferência, inferindo a falta de dimensionamento correto da quantidade de almoxarifes necessários para atender a demanda da obra. Além disso, houve atraso na entrega da porta do apartamento PNE, que, diferentemente do apartamento tipo, é do tipo “de correr”. Nesse caso, é importante analisar que, embora a Construtora A busque diminuir seu tempo de obra através da industrialização, ela não atesta o nível de qualidade com seu fornecedor, assumindo caráter artesanal à produção.



Figura 26 - Porta instalada sem acabamento. (Fonte: autora)

A última atividade do lote grupo 4, rodapé e guarnições, não teve aderência ao lote planejado, apresentando atraso de quatro dias no início das atividades. Além do atraso da atividade pré-requisito, colocação de portas, também foram evidenciados problemas de qualidade, como rodapés quebrados (Figura 27). Conforme dados da Figura 24, foram levantados 22 desvios relacionados à qualidade, que podem ser justificados pela pressa na execução, pois, com o atraso no início das atividades, os operadores executaram as atividades com menos tempo disponível, baixando a qualidade do serviço executado e aumentando o nível de retrabalho nos serviços. Além disso, teve demora na execução dessas atividades de retrabalho, contribuindo para a falta de aderência ao lote. O atraso na execução dos retrabalhos ocorreu pois os funcionários responsáveis estavam executando serviços em outras torres da obra, o que salienta a importância de executar corretamente a atividade na primeira vez em que ela é feita, a fim de impedir a propagação de erros e diminuir o atraso nos serviços.



Figura 27 - Rodapé com qualidade irregular. (Fonte: autora)

Além dos problemas mencionados, foi verificada a falta de desmobilização nos serviços. A Figura 28 mostra a situação da sala de um apartamento durante a execução do fundo de massa. Nela é possível verificar a desorganização do ambiente de trabalho, em que a movimentação do funcionário é difícil e os materiais estão dispostos de maneira dispersa, dificultando mais ainda a execução dos serviços. Também se evidencia o armazenamento incorreto de materiais: as portas estão armazenadas em contato direto com o piso, assim como os sacos de massa, aumentando o risco de perda desses materiais.

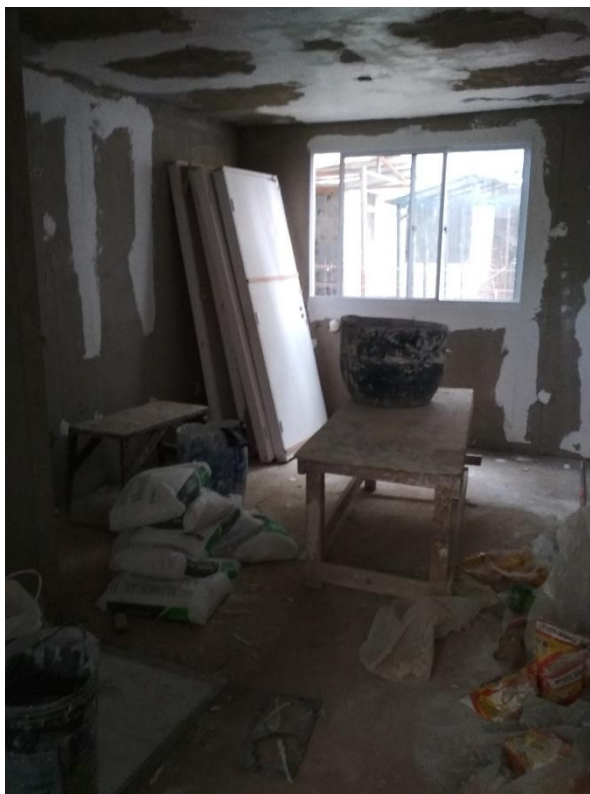


Figura 28 - Execução atividades apartamento tipo. (Fonte: autora)

O grupo 5 de atividades, acabamento hidráulico e elétrico, conforme a Figura 29, obteve 51 desvios, em que 80% são problemas de execução. Os serviços de acabamento elétrico, que representaram mais de 60% dos desvios, teve como maior problema o adiantamento da execução do pavimento térreo, que, conforme planejamento, é o último pavimento a ser executado. O gerente geral de obras, juntamente com o engenheiro da obra, decidiu utilizar o térreo da torre 1 como sede da engenharia da obra, que antes estava alocada em containers. Tal decisão se deu pelo fato de a infraestrutura da obra estar atrasada. Com isso, o acabamento elétrico foi antecipado, além ainda de instalar as bancadas e metais do acabamento hidráulico

	E	Q
Acabamento hidráulico + Testes	10	10
Acabamento elétrico + Testes	31	0
GRUPO 5		
TOTAL	41	10
EXECUÇÃO (E)	80,39%	
QUALIDADE (Q)	19,61%	

Figura 29 - Distribuição dos desvios do grupo 5. (Fonte: autora)

A Figura 30 mostra que tanto as atividades de acabamento hidráulico quanto as de acabamento elétrico tiveram dois dias de atraso na conclusão. O acabamento hidráulico, além de abranger a instalação de pias, vasos sanitários, bancadas e metais, também inclui o teste hidráulico. Para que seja possível fazer o teste, é necessário que a ligação da rede externa de água fria esteja feita, ou seja, a torre deve ter ligação com o reservatório de água do empreendimento. No momento do teste, a ligação não estava pronta, o que resultou em 10 desvios na execução. Ainda, após a finalização da ligação, foi verificada falta de pressão para a água chegar ao último pavimento da torre, atrasando ainda mais o serviço.

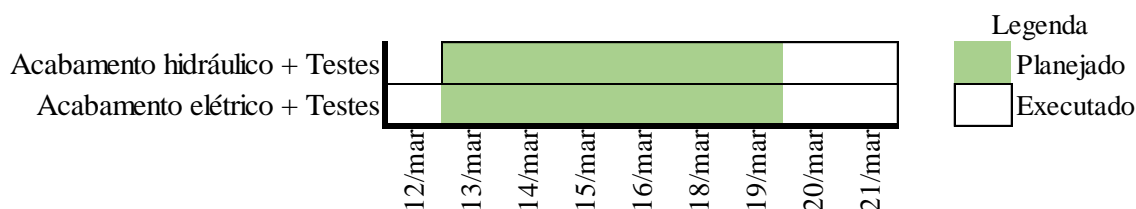


Figura 30 - Aderência ao lote planejado do grupo 5. (Fonte: autora)

Além de não seguir a ordem do planejamento do fluxo contínuo, o acabamento elétrico atrasou a conclusão das atividades pela incompatibilidade de uma caixa de distribuição do térreo. Ainda na execução da estrutura, o mestre da obra, baseado no seu histórico nas obras da empresa, orientou o montador de embutidos da estrutura a mudar a caixa elétrica, modificando o que estava em projeto. Tal mudança não foi verificada por nenhum funcionário, sendo notada apenas pelo encarregado de acabamento elétrico. Após dias de discussão entre engenharia, Gestor de acabamentos e encarregado, foi decidido que não haveria quebra para a troca da caixa, sendo feita uma adaptação para a colocação do acabamento elétrico naquele ponto. A Figura 31 apresenta a adaptação feita: originalmente,

foi colocada uma caixa retangular, que foi recortada e preenchida de modo que o acabamento, formato quadrado, encaixasse. Para não precisar preencher todo o vão com concreto, optou-se por colocar uma camada de espuma expansiva e massa de estuque, para então fazer o fundo de massa e massa projetada.



Figura 31 - Adaptação para colocação de acabamento elétrico no térreo. (Fonte: autora)

O grupo 6, último grupo de serviços internos, assim como o grupo 3, apresentou muitos desvios, sendo o grupo que obteve os maiores ritmos do quadro do fluxo contínuo. A Figura 32 apresenta os dados levantados sobre os desvios: de todos os desvios levantados na torre 1, o grupo 6 representa aproximadamente 30% do total. Além de desvios por qualidade abaixo do especificado pela construtora, também foram encontrados problemas de execução por falta de material na obra, como piso tátil, e falta de mão de obra da equipe de limpeza, empresa terceirizada, que atrasou a execução. Além disso, a opção da gerente da empresa, de utilizar o térreo da torre corre como engenharia da obra, dificultou a execução dos serviços de finalização da torre.

	E	Q
Pintura Paredes/Teto	11	2
Pintura Portas	24	15
Limpeza	107	0
Colocação Placas de Identificação/Piso Tátil	78	27
Pintura Escada Hall + Retoque Pintura Geral	75	0
GRUPO 6		
TOTAL	295	44
EXECUÇÃO (E)	87,02%	
QUALIDADE (Q)	12,98%	

Figura 32 - Distribuição dos desvios do grupo 6. (Fonte: autora)

Nos serviços de pintura de paredes e tetos, o que mais foi verificado foi a falta de desmobilização de serviços anteriores que dificultaram a execução. A Figura 33 apresenta o guarda-corpo do hall sujo de massa projetada; neste caso, a equipe responsável pela execução da massa projetada não protegeu o guarda-corpo conforme especificado na instrução de trabalho, o que faz com que a equipe de pintura tenha que lixar e limpar o guarda-corpo para poder executar a pintura, gerando atraso na execução da pintura, adicionando uma atividade que não agrega valor.

Em relação à pintura de portas, além do atraso no início das atividades, pela demora dos funcionários chegarem à obra, foram encontrados muitos problemas de qualidade, que resultaram em 15 desvios no quadro. A Figura 34 apresenta um exemplo de problema encontrado na pintura da guarnição de uma esquadria de madeira, em que se verifica a falta de qualidade na execução da pintura.



Figura 33 - Falta de desmobilização para liberação da pintura do guarda-corpo. (Fonte: autora)



Figura 34 - Falta de qualidade pintura de portas. (Fonte: autora)

A Figura 35 apresenta o gráfico de aderência ao lote do grupo 6. A pintura de paredes e tetos, apesar dos problemas encontrados, conseguiu concluir as atividades previstas no sequenciamento planejado no fluxo contínuo. Como já mencionado, a pintura de portas, pelo atraso de um dia na chegada dos funcionários, que estavam finalizando os serviços em outra obra, começou atrasada e não conseguiu recuperar esse atraso. Ainda, a pintura de portas apresentou inúmeros casos de falta de qualidade, atrasando nove dias a conclusão desse serviço.

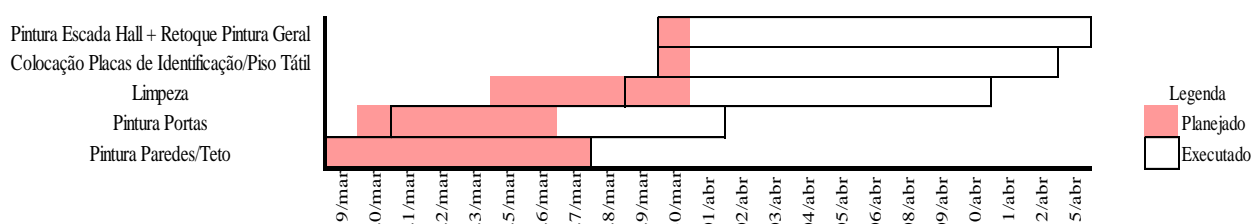


Figura 35 - Aderência ao lote planejado grupo 6. (Fonte: autora)

Nesse grupo, a limpeza foi uma das atividades que mais apresentou problema. O início dessa atividade demorou cinco dias para acontecer, pois a empresa terceirizada não tinha efetivo para executar os serviços. Ainda, após iniciar a limpeza das unidades, a empresa não conseguiu manter o número de funcionários especificado pelo planejamento do fluxo, o serviço foi todo executado com um funcionário a menos.

Embora, no quadro de fluxo contínuo, a limpeza tenha sido concluída no dia 10 de abril, o térreo da torre 1, utilizado como engenharia da obra, não teve a limpeza executada, caracterizando falta de terminalidade na atividade. A Figura 36 apresenta a cozinha de um dos apartamentos do térreo, que é utilizado pela engenharia da obra. Na figura é possível observar que não foi feita nenhuma proteção na cerâmica do piso, que pode ser danificado com riscos na cerâmica, ou ainda possíveis quebras, além de já estar com o rejunte manchado. Também não se percebe nenhum cuidado com a bancada da pia e o tanque, que estão expostos a quebras ou outro tipo de danos. Tais atitudes acarretam em retrabalhos posteriores, além de mascarar o atual estado da torre, uma vez que o quadro infere a conclusão da atividade, o que não é a realidade da torre.

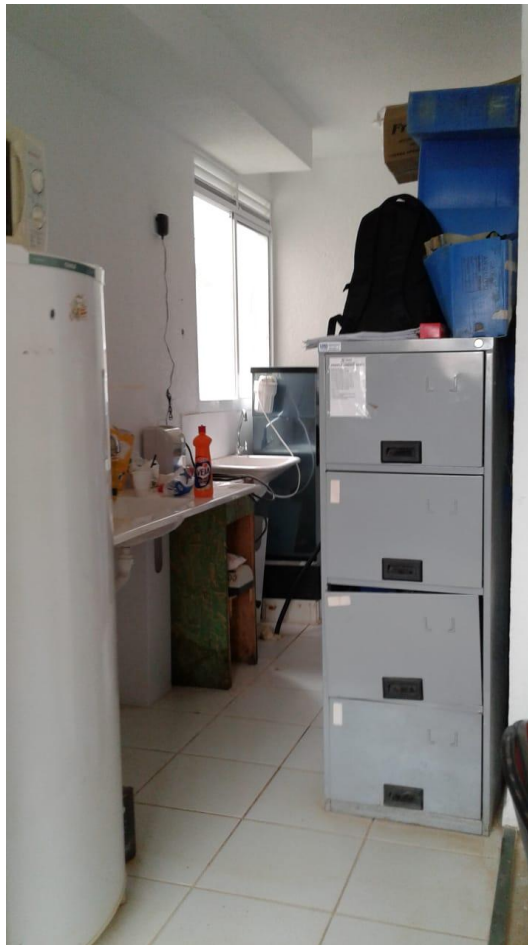


Figura 36 - Cozinha no térreo sendo utilizada pela engenharia da obra. (Fonte: autora)

Outros dois grandes problemas enfrentados na finalização dos serviços internos da torre foi a colocação do piso tátil no hall e a pintura da escada. A colocação do piso tátil demorou 13 dias para acontecer, enquanto o planejado indica um dia de execução. A demora da execução do serviço aconteceu pelo atraso na limpeza da torre, pré-requisito para a colocação. Também foi verificada a falta de cola para instalar o piso tátil, percebida somente após a liberação da instalação dos pisos.

A pintura da escada, além de atrasar pela falta da limpeza do hall, também foi impactada pela movimentação dos funcionários da obra na torre. A Figura 37 mostra a escada entre o térreo e primeiro pavimento da torre; a mesma foi pintada apenas nos cantos direito e esquerdo,

mantendo o meio da escada sem pintar, já que tinha movimentação de funcionários entre os dois pavimentos. Após utilizar o térreo como engenharia, também foram utilizados outros dois apartamentos do primeiro pavimento como vestiário dos funcionários de engenharia da obra (a utilização foi liberada após a conclusão dos serviços de pintura e limpeza nos apartamentos).

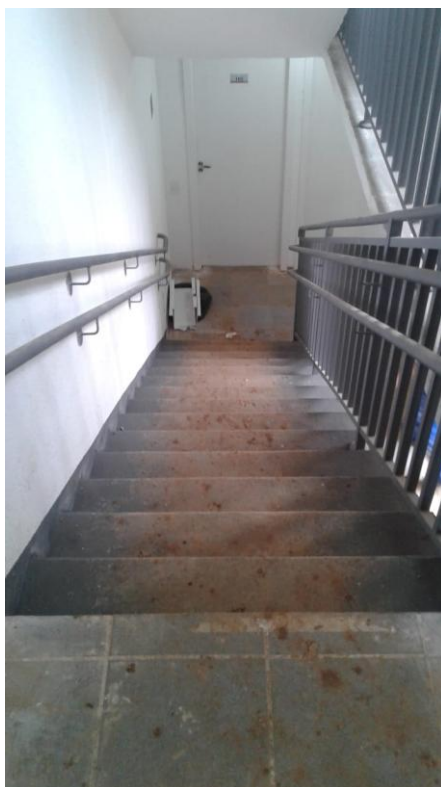


Figura 37 - Escada entre o térreo e o primeiro pavimento da torre 1. (Fonte: autora)

Ao analisar o estado dos apartamentos do 2º ao último pavimento, pode-se inferir que a qualidade dos apartamentos estava de acordo com o solicitado pela empresa e que os mesmos estavam prontos para entrega ao cliente. A Figura 38 apresenta uma cozinha de um apartamento finalizado, em que se percebe a limpeza da bancada, dos vidros da janela e do piso, assim como o bom estado da pintura. Tal situação foi encontrada na maioria dos apartamentos dos pavimentos não utilizados pela engenharia.

Diferentemente dos apartamentos, o hall, mesmo após a limpeza ser executada, apresentou muita sujeira, necessitando retrabalho posterior para a entrega definitiva da torre (Figura 39).



Figura 38 - Cozinha de um apartamento finalizado na torre 1. (Fonte: autora)

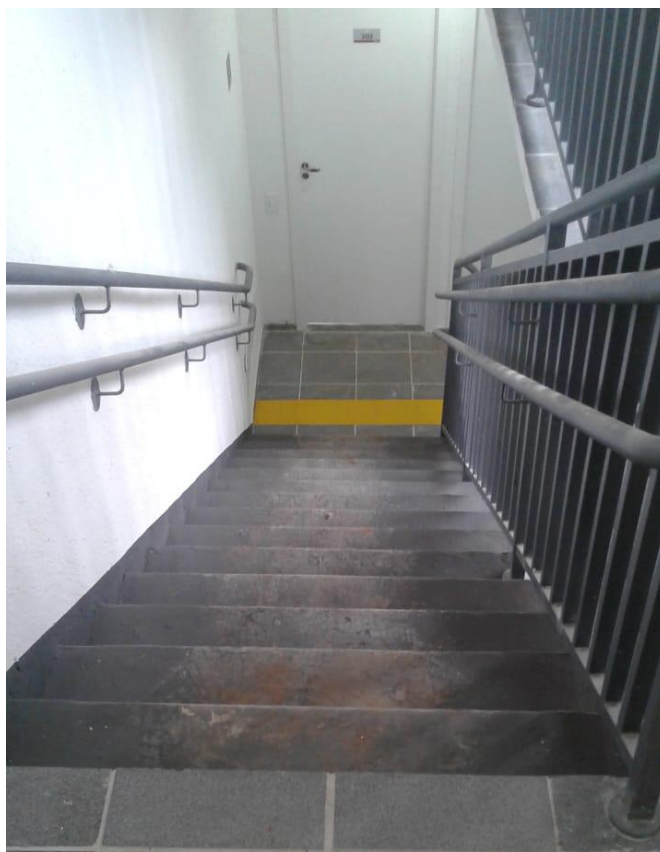


Figura 39 - Hall entre o 2º e 3º pavimentos da torre. (Fonte: autora)

Além de analisar o fluxo contínuo nas atividades internas, foi feita a análise do grupo 7, de atividades externas da torre. Cabe salientar que, dentro desse lote de atividade, o único serviço realizado por equipe terceirizada é o telhado. Conforme a tabela da Figura 40, as atividades que mais apresentaram desvios foram estuque e textura de fachada e telhado.

	E	Q
SPDA e Centro de Medição	3	3
Estuque Fachada	35	0
Textura Fachada	23	13
Prumada de Gás	0	1
Telhado	21	27
GRUPO 7		
TOTAL	82	44
EXECUÇÃO	65,08%	
QUALIDADE	34,92%	

Figura 40 - Distribuição dos desvios do grupo 7. (Fonte: autora)

Entre as atividades que menos impactaram negativamente o planejamento das atividades externas da torre, a execução do SPDA (Sistema de proteção contra descargas atmosféricas) apresentou atraso na execução pela falta do funcionário responsável pela atividade, pois o mesmo ficou dois dias de atestado. Já a qualidade na execução do centro de medição foi reprovada por conta de uma madeira deixada na estrutura que protege o centro de medição, o que demorou dois dias para ser concluído. A prumada de gás apresentou um desvio na inspeção de qualidade, em que o estagiário não conferiu o serviço no dia planejado, concluindo a atividade no dia seguinte.

A Figura 41 apresenta a aderência ao lote planejado de todas as atividades externas da torre 1. Analisando o lote, houve atraso de seis dias na finalização dos serviços, impactado diretamente pelo serviço de instalação do telhado, embora o mesmo tenha iniciado quatro dias antes do previsto. Ainda, é possível inferir que os serviços de estuque e textura de fachada apresentaram atrasos, levando de um a três dias a mais do que o previsto para ser concluído.

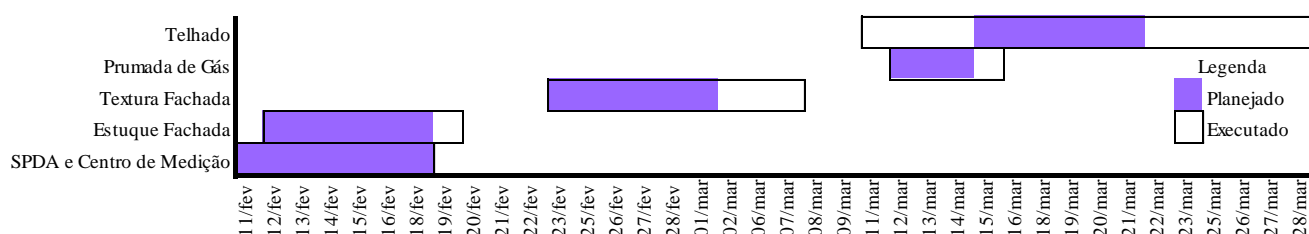


Figura 41 - Aderência ao lote planejado nas atividades do grupo 7. (Fonte: autora)

O estuque de fachada, embora tenha iniciado no dia especificado pelo quadro do fluxo contínuo, apresentou diversos problemas ao longo da execução. Para os serviços de fachada, a empresa indica uma sequência de execução, que foi montada pelo setor de Pesquisa e Desenvolvimento da Construtora (Figura 42). No dia 12 de fevereiro, dia de execução da meta 1, os olhais da cobertura, que dão suporte à montagem do balancim, não estavam liberados para uso, faltava finalizar a execução e testes dos mesmos. Dessa forma, para não deixar a equipe ociosa, foi liberada a execução do estuque de todo o térreo, o que foi assinalado no

quadro do fluxo contínuo como início de todas as metas, o que justifica o alto número de desvios de execução, apontados anteriormente na Figura 40.

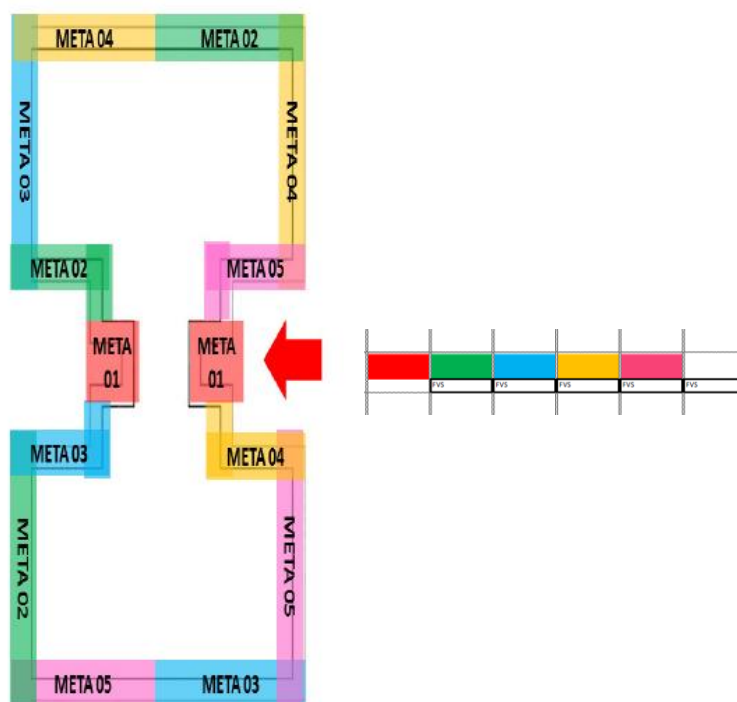


Figura 42 - Proposta de sequência de execução do estuque de fachada. (Fonte: Construtora A)

Após a liberação dos olhais da cobertura, as metas do estuque foram seguidas fora de ordem, para acelerar a execução. Dessa forma, o estuque foi finalizado um dia após o planejado. A estratégia de seguir as metas da fachada fora do especificado pela empresa não foi utilizada somente nessa torre, existe um histórico em obras anteriores, com a justificativa de que, seguir as metas conforme o planejado, aumenta a quantidade de montagem e desmontagem de balancim na cobertura.

A textura de fachada (Figura 43), assim como o estuque, possui indicação de sequenciamento de execução de metas, que, assim como no estuque, não é seguida, pelos mesmos motivos

indicados anteriormente. No caso da torre 1, os três dias de atraso na conclusão foram devido à instabilidade do tempo e à falta de um funcionário em boa parte do período de execução da atividade. Vale ressaltar que, executando as metas conforme especificado pela empresa, provavelmente, o atraso na execução seria maior do que os três dias executando fora da meta.



Figura 43 - Execução de textura na fachada da torre 1. (Fonte: autora)

O serviço de execução de telhado, realizado por equipe terceirizada, ainda conforme a Figura 41, iniciou as atividades quatro dias antes do previsto. O adiantamento no serviço ocorreu por falta de alinhamento entre a equipe de acabamentos e o encarregado da empresa terceirizada, em que houve equívoco na data informada para início. O serviço, embora iniciado antes do previsto, foi concluído seis dias após o planejado pelo quadro, por atraso na execução completa das atividades e por falta de desmobilização da equipe (Figura 44). A empresa, quando questionada pelo atraso, informou que estava sem efetivo para realizar as atividades, já que também tinha outros serviços para executar nas demais obras da Construtora A.



Figura 44 - Falta de desmobilização na atividade de telhado. (Fonte: autora)

O quadro do fluxo contínuo da torre 1 foi concluído dia 15 de abril, com a finalização das atividades de acabamento. Teoricamente, a torre deveria estar apta para já receber as vistorias dos clientes. Entretanto, conforme já mencionado nesse capítulo, após decisão da engenharia da obra, térreo e primeiro pavimento continuam sendo utilizados como espaço para escritório da equipe de engenharia, almoxarifado (Figura 45) e vestiário.

Como a equipe de acabamentos já não responde mais pelas atividades da torre, cabe ao engenheiro da obra fazer os arremates nos apartamentos utilizados. Em conversa com o engenheiro, o mesmo está responsável por, após encerrar as atividades de infraestrutura e acabamento das áreas comuns do empreendimento, contratar empresa terceirizada para refazer a pintura e limpeza do apartamento, a fim de deixá-los aptos para receber vistoria dos clientes. Possíveis danos causados pelo uso da unidade, como quebra de cerâmica ou quebra de algum item de acabamento hidráulico, também são de responsabilidade do engenheiro. As unidades utilizadas pela engenharia são as últimas a serem vistoriadas pelos clientes, fato que já ocorreu em outras obras da empresa.

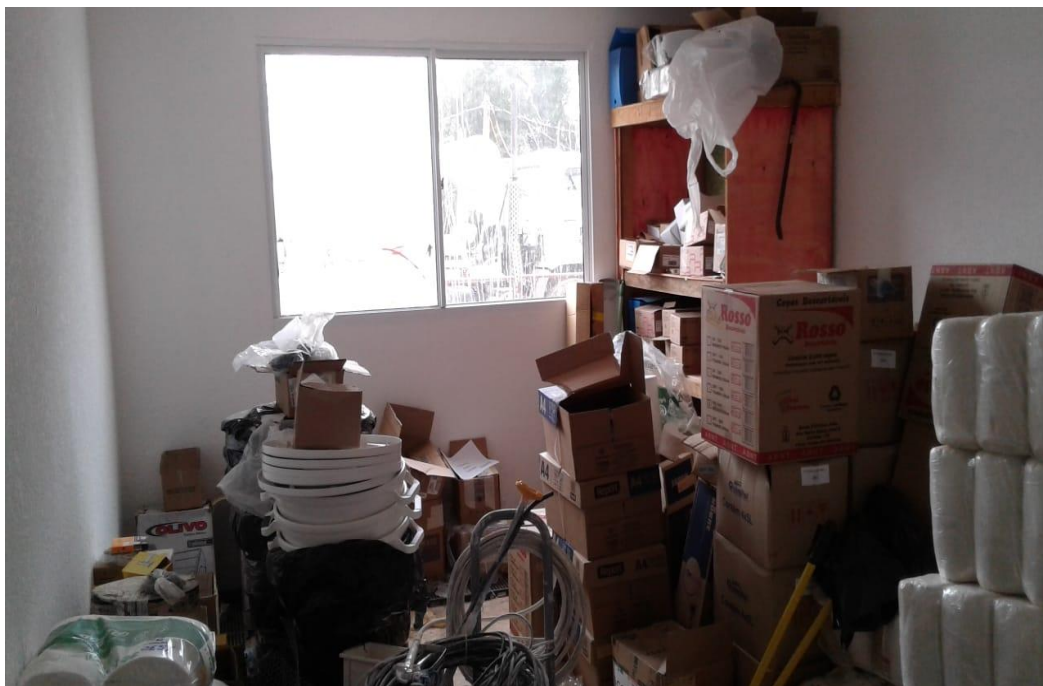


Figura 45 - Almoarifado improvisado no térreo da torre 1. (Fonte: autora)

5.3 DISCUSSÃO

A construtora A, nos últimos anos, tem investido em diversos estudos sobre como transformar a empresa em uma fábrica de apartamentos e busca nas ferramentas na filosofia *lean* padronizar seus processos, a fim de reduzir prazos e baixar os custos de produção. Entretanto, a análise dos processos no canteiro de obras mostra que a equipe de engenharia nem sempre prioriza a adoção de fluxo contínuo que deveria nortear o quadro de atividades de acabamento.

A decisão do gerente de obras em utilizar o térreo da torre 1 como escritório da engenharia da obra expõe a falta de preocupação com o andamento do fluxo contínuo, assim como a falta de um planejamento da obra em relação às atividades de infraestrutura, que ocorreram fora do prazo estipulado. O gestor de acabamentos, responsável direta do planejamento do fluxo contínuo, não foi consultado, apenas informado de que o pavimento seria utilizado, impossibilitando a conclusão completa das atividades, fato esse que revela a falta de integração entre os gestores da obra. Ainda, é importante salientar a importância de o canteiro

de obras dar suporte à execução das atividades de fluxo contínuo. O atraso das atividades de infraestrutura, que impactaram a execução do térreo, também dificultaram outros serviços de acabamentos, como o teste hidráulico, por falta de ligação da rede de água fria entre a torre e a infraestrutura.

As pessoas diretamente envolvidas no fluxo contínuo da empresa, como gestor, encarregado e estagiários foram indagados sobre o conhecimento dos conceitos de fluxo contínuo e qual a visão que os mesmos possuem sobre o quadro de atividades de acabamento. O gestor de acabamentos, formado em engenharia civil e funcionário da empresa há mais de três anos, possui conhecimento sobre as ideias que fundamentam o quadro de fluxo contínuo, mas sem profundidade. Ele destacou pontos positivos e negativos da implementação, comparando a realização das atividades sem o fluxo contínuo empregado. Os pontos positivos destacados foram o maior controle dado pelo fluxo contínuo, em relação ao cronograma de atividades e no controle de materiais, assim como a melhora do planejamento a curto e médio prazo dos serviços. O gestor citou como principal dificuldade o tamanho do lote diário; pra ele, as metas diárias são pesadas para o efetivo atual, o que implica nos altos desvios por atraso na execução das atividades.

Os dois encarregados que atuaram na execução da torre do estudo de caso responderam de maneira semelhante; para eles, falta treinamento sobre os conceitos do quadro do fluxo contínuo. Ambos veem o quadro como um mapa das atividades que devem ser executadas, desconhecendo as perdas e problemas envolvidos quando há desvios no fluxo. O encarregado que foi responsável pelas atividades iniciais, como rede de esgoto e água fria, destacou as atividades extras executadas pela equipe pela falta de terminalidade da equipe de estrutura. Porém, apesar das dificuldades, o mesmo citou que a equipe executa a sua atividade, mesmo com pendências de equipes anteriores, para não ser penalizado financeiramente. O pagamento da equipe possui duas frações: a primeira, fixa, e a segunda varia de acordo com as metas executadas; ou seja, a não execução das metas, no período estipulado, impacta diretamente no salário dos funcionários, o que faz com que, mesmo não recebendo o lote para serviço nas condições indicadas, a equipe executa a tarefa.

Os estagiários, que receberam treinamento sobre o fluxo contínuo empregado nas atividades, possuem conhecimento superficial sobre as ideias da implementação. Ambos citaram um dos princípios da empresa, “fazer uma vez e bem feito para nunca voltar ao local de origem”, que remete à ideia de não ter retrabalhos nas atividades. Entretanto, todos assumiram que acham difícil seguir o quadro, por falta de capacitação dos funcionários, que não executam conforme a qualidade requerida pela empresa, e pela seguida falta de material.

A análise do balanceamento de operadores, conforme a Tabela 2, apresenta algumas falhas. Ao analisar a instrução de trabalho fornecida pela empresa (ANEXO A), há dificuldade na especificação do lote da atividade. Ainda, alguns tempos de execução não se encaixam na rotina de 8 horas de trabalho, como o revestimento cerâmico. Outra incoerência encontrada foi o número de operadores necessários para a atividade, que, em algumas, difere da quantidade necessária no fluxo contínuo; na instrução de trabalho de massa projetada, o número de operadores necessários são três, enquanto o quadro do fluxo contínuo exige duas pessoas.

O atraso dos serviços do grupo 3 foi ocasionado principalmente pela falta de estabilidade da equipe de cerâmica. Como já mencionado, a torre objeto do estudo de caso foi a primeira torre em que a equipe própria da construtora realizou as atividades de cerâmica e rejunte, e os problemas evidenciados expõem o treinamento inadequado dos funcionários em relação à padronização e execução do trabalho. Embora os funcionários tivessem experiência em assentamento de cerâmica e rejunte, os mesmos não se adaptaram ao ritmo de trabalho exigido pelo planejamento de fluxo contínuo e, inclusive, houve pedido de demissão com essa justificativa. A falta de treinamento adequado e de alinhamento das equipes em relação ao padrão das atividades dificulta o sucesso da implantação, uma vez que a estabilidade da equipe e o trabalho padronizado são peças-chave do fluxo contínuo.

Um ponto levantado pela equipe de estuque e textura de fachada foi a disposição das metas diárias de serviço. A Figura 46 demonstra a divisão atual dos lotes de trabalho para o estuque de fachada, cujas metas não seguem uma ordem sequencial, e a proposta, feita juntamente com o encarregado responsável pelo serviço, seguindo a sequência que facilitaria a montagem do balancim, diminuindo o tempo gasto com a montagem e desmontagem do balancim da

cobertura da torre. Ao questionar o gestor, o mesmo não questionou a equipe de Pesquisa e Desenvolvimento da empresa sobre uma possível troca na sequência dos lotes.

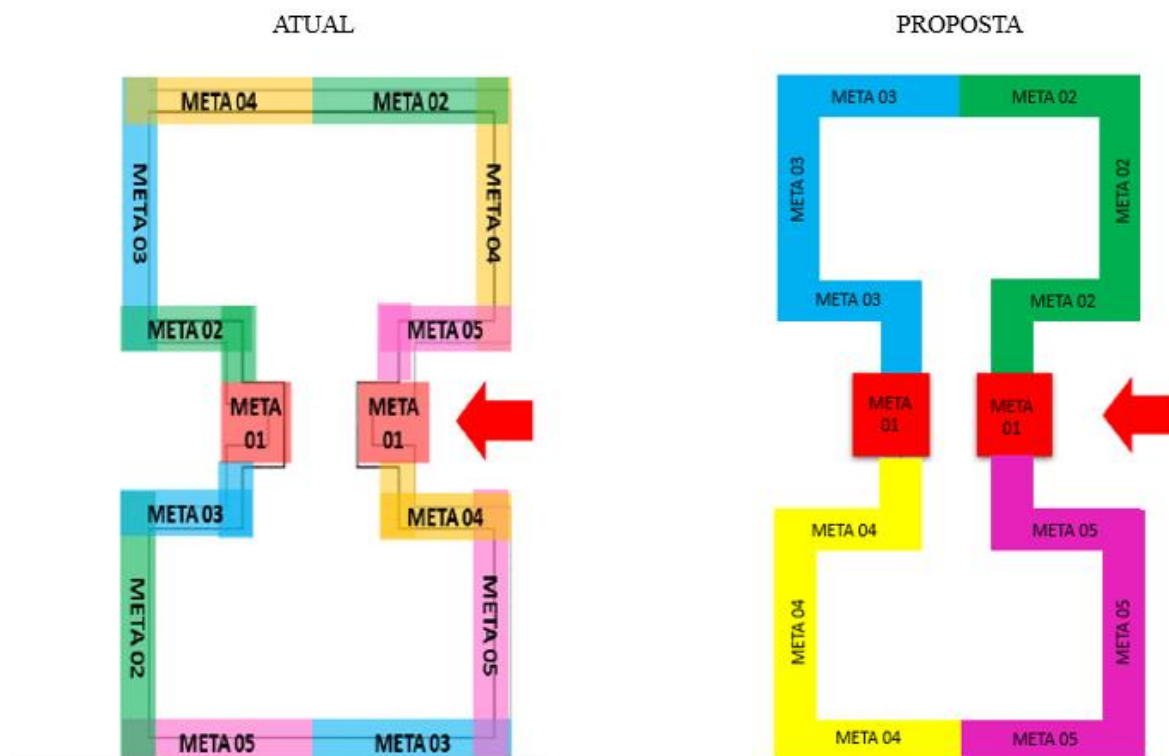


Figura 46 - Sequência atual de execução de fachada e proposta de melhoria. (Fonte: autora)

De modo geral, é nítida a busca pela empresa em estudar e aprimorar os processos de construção baseados na produção enxuta, através da implementação do fluxo contínuo. Porém, a equipe de campo, que deveria executar as atividades em fluxo contínuo não está alinhada aos conceitos e não compreende bem as ferramentas geradas pela empresa como o quadro do fluxo, utilizando-o, basicamente, como um “norte” das atividades que devem ser executadas na torre. É importante salientar que a implementação do fluxo contínuo é recente, com pouco mais de dois anos, o que infere que a empresa está em evolução dessa prática.

6. CONCLUSÕES

Os conceitos e práticas do Sistema Toyota de Produção, como a Produção Enxuta, focada na redução dos desperdícios e na melhoria contínua, mostram resultados expressivos nas indústrias. Tal reconhecimento vem chamando a atenção das empresas atuantes na construção civil, que seguidamente comportam altos custos de produção, oriundos dos elevados índices de perdas do segmento, que incluem retrabalhos e falta de terminalidade.

O objetivo principal desse trabalho foi analisar os desafios da implantação de fluxo contínuo, baseado na Produção Enxuta, nos serviços de acabamentos de empreendimentos residenciais de larga escala. O fluxo contínuo implementado na empresa analisada é recente e ainda está em fase de maturação, o que confere muitos desvios e falhas de gerenciamento no planejamento do fluxo contínuo. A análise feita do mapa de fluxo de valor, para o lote do primeiro pavimento (Figura 11), juntamente com o levantamento dos tempos de execução e número de operadores necessários para as atividades (Tabela 2) mostram que há incoerências do planejamento do fluxo contínuo da Construtora A com as ideias que envolvem a implementação de fluxo contínuo. Rother e Shook (1999), definem que, num processo de fluxo contínuo, não há interrupções entre os processos, diferentemente do que mostra o mapa de fluxo de valor extraído do quadro de fluxo da empresa, em que há até cinco dias de espera entre dois processos subsequentes. A sincronização entre os ritmos de atividades representa um dos grandes desafios na implementação de fluxo contínuo na construção, pois a adaptação da ideia de não ter interrupções entre os processos pode não ser factível para a realidade do setor. O uso das ferramentas de gestão na implementação de fluxo contínuo, como o Mapa de Fluxo de Valor e o Gráfico do Balanceamento do Operador, contribuem para a equalização das atividades e dos recursos necessários, contribuindo para a redução das atividades que não agregam valor.

O planejamento de fluxo contínuo elaborado pela empresa se mostrou rígido, sem previsão de tempo para executar possíveis problemas de qualidade, geralmente encontrados na construção civil. O fluxo contínuo prevê o sequenciamento das atividades sem interrupção entre elas, porém, ao transferir esse conceito para a construção, é importante analisar se é possível esse tipo de planejamento, analisar se a realidade de um canteiro de obras consegue absorver um planejamento tão rígido nas atividades.

A estabilidade básica, citada por Smalley (2005), é importante para se obter sucesso na implantação de fluxo contínuo. No estudo de caso, muitos problemas foram relacionados à falta de mão-de-obra, como na execução da cerâmica, à falta de material adequado e maquinário, como no atraso no início da execução de massa projetada. O planejamento do fluxo contínuo exige uma disponibilidade constante e adequada dos recursos, uma vez que as atividades são planejadas a ocorrer sem interrupções.

Ao analisar o levantamento dos desvios no quadro do fluxo contínuo e as descrições dos problemas nos grupos de atividades, verificou-se que a grande maioria dos problemas ocorreram devido à falta de recursos que as equipes tinham no momento de iniciar as atividades. Nesse caso, o planejamento adequado no médio prazo, discutido por Ballard e Howell (1998), pode sistematizar uma forma de remover estas restrições, evitando assim a paralisação das atividades da equipe ou ainda, evitando que a equipe iniciasse as atividades sem ter os pré-requisitos necessários para a execução, impedindo a ocorrência das perdas citadas por Koskela (2004), como o *making-do*.

Durante a execução da obra analisada, foi possível identificar falta de alinhamento e de conhecimento da equipe em relação ao conceito do planejamento baseado no fluxo contínuo, o que dificultou a execução de um trabalho padronizado e especificado. Nas entrevistas realizadas com os funcionários das linhas de frente, que executam as atividades, muitos relataram dificuldades na execução dos serviços, por falta de treinamento adequado. Spear e Bowen (1999) destacam a importância do envolvimento, em todos os níveis hierárquicos, na padronização dos processos. Esse envolvimento permite a participação dos funcionários na formulação dos padrões, que os torna mais factíveis para a realidade dos trabalhadores; dessa forma, a melhoria contínua, foco da Construtora A, pode ser alcançada com mais sucesso. Um

exemplo é a proposta de alteração, feita pelo encarregado responsável, na divisão dos lotes de trabalho na execução da fachada (Figura 46), em que a quantidade de montagem e desmontagem de balancins seria reduzida, diminuindo as atividades que não agregam valor ao processo.

Além dos problemas relacionados à execução, a implantação do fluxo contínuo da empresa também apresentou falhas devido à falta de qualidade na execução das atividades. As perdas citadas por Ohno (1997) e por Koskela (1992), que não agregam valor, foram evidenciadas nas execuções de boa parte das atividades de acabamento. Ao planejar atividades em fluxo contínuo, é importante o desenvolvimento de dispositivos que auxiliem que a produção ocorra com a qualidade desejada desde a primeira vez, como os dispositivos *Poka Yoke*, a fim de evitar a propagação de erros, ou retrabalhos nas atividades. Além de problemas relacionados à qualidade na execução dos serviços, também foram encontrados problemas na qualidade dos materiais (Figura 26), em que fornecedores da empresa não entregaram os produtos na qualidade desejada para o nível de industrialização requerido pela Construtora A. Ao buscar a redução no tempo de execução dos serviços, a empresa industrializou seu sistema de produção, o que exige fornecedores mais especializados, mais onerosos, para atender as demandas. Porém, a empresa ainda busca por fornecedores mais baratos, que muitas vezes não entregam o produto conforme especificado, o que justifica alguns dos desvios encontrados no quadro do fluxo da torre.

É importante destacar que, embora muitos problemas sejam encontrados na implantação de fluxo contínuo na construção civil, pontos positivos podem ser evidenciados. O controle de planejamento de materiais, da construtora do estudo de caso, melhorou expressivamente após a implementação, facilitando a identificação da necessidade da obra em relação à quantidade e ao prazo de entrega. O quadro de atividades proposto é uma ferramenta visual que auxilia toda a equipe nas metas e prazos de execução das atividades, o que, para a realidade da construção civil, é uma evolução em questão de planejamento. Como já citado, a implantação é recente, e por mais que apresente diversas inconsistências, melhorou consideravelmente a eficiência e o controle de qualidade da empresa.

Com base no estudo realizado, recomenda-se um estudo de caso composto por mais de uma torre, para verificar se os problemas evidenciados na primeira torre ocorrem nas torres seguintes e se há curva de aprendizado em relação aos problemas. Também é recomendado a análise aprofundada das causas dos problemas enfrentados, com auxílio de ferramentas, como o diagrama de causa de efeito e “os 5 porquês”, a fim de verificar as causas raiz dos problemas. Recomenda-se o desenvolvimento de procedimentos para melhorar o fluxo contínuo implantado pela empresa, de forma a diminuir os tempos de espera entre as atividades, juntamente com a aplicação destes procedimentos, a fim de avaliar as mudanças propostas no desempenho da obra. Também se recomenda o estudo de caso sobre o outro tipo de fluxo contínuo implementado pela Construtora A, cujo tempo de ciclo é de 39 dias, o lote de atividade é menor que o desse estudo de caso e a equipe de execução é mais enxuta.

7. REFERÊNCIAS

- BALLARD, G.; HOWELL, G. A. Implementing lean construction: stabilizing work flow. In: ALARCÓN, L. **Lean Construction**. Rotterdam: A. A. Balkema, 1997. p. 101-110.
- BALLARD, G.; HOWELL, G. A. Shielding production: an essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and Management**, 124, n. 1, Jan-Feb 1998. 11-17.
- BARROS, E. D. S. **Aplicação da Lean Construction no Setor de Edificações: um Estudo Multicaso**. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 2005.
- BARROS, L. M. D. C. **Estudo de técnicas para melhoria dos resultados de obras de infraestrutura mediante a adaptação e aplicação do Sistema Toyota de Produção (Lean Production)**. UFRJ/Escola Politécnica. Rio de Janeiro. 2013.
- LEAN INSTITUTE BRASIL (LIB). **Léxico Lean - Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. Lean Institute Brasil. São Paulo, p. 130. 2011.
- BULHÕES, I. R. **Diretrizes para implementação de fluxo contínuo na construção civil: uma abordagem baseada na Mentalidade Enxuta**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2009.
- BULHÕES, I. R.; PICCHI, F. A. **Diretrizes para a implementação de fluxo contínuo em obras de edificações**. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Porto Alegre. 2011.
- C. ROLIM ENGENHARIA. **Coletânea Lean 2004-2010**. C. Rolim Engenharia. [S.l.], p. 264. 2010.
- CBIC. Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção**, 2018. Disponível em: <<https://cbic.org.br/em-movimento-como-a-construcao-civil-movimenta-a-economia-e-gera-empregos/>>. Acesso em: 24 março 2019.
- CIRINO, S. R. A. et al. **Sistema de Produção Enxuta: analisando as práticas adotadas em uma indústria têxtil paraibana**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas. Bauru, p. 9-21. 2013.
- CODINHOTO, R. **Diretrizes para o planejamento e controle integrado dos processos de projeto e produção na construção civil**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2003.
- FIREMAN, M. C. T. **Proposta de método de controle integrado entre produção e qualidade com mensuração de perdas por making-do e pacotes informais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 179. 2012.
- FORMOSO, C. T. **Lean Construction: princípios básicos e exemplos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [S.l.]. 2002.

FORMOSO, T.; ISATTO, E. L. **A nova filosofia de produção e a redução de perdas na construção civil**. VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Florianópolis: [s.n.]. 1998. p. 8.

FREITAS, R. S.; JABBOUR, C. J. C. Utilizando estudo de caso(s) como estratégia de pesquisa qualitativa: boas práticas e sugestões. In: FREITAS, W. R. S.; JABBOUR, C. J. C. **ESTUDO & DEBATE**. Lajeado: [s.n.], v. 18, 2011. p. p. 07-22.

GHINATO, P. **Elementos Fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações**. Editora Universitária da UFPE. Recife. 2000.

ISATTO, E. L. et al. **LEAN CONSTRUCTION: DIRETRIZES E FERRAMENTAS PARA O CONTROLE DE PERDAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Porto Alegre: SEBRAE/RS, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Center for Integrated Facility Engineering, 1992. 81 p. Disponível em: <<http://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>>. Acesso em: 30 janeiro 2019.

KOSKELA, L. **Making do - the eighth category of waste**. In: 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Helsingor: [s.n.]. 2004.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MARTINS, G. A. Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil. In: MARTINS, G. A. **Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil**. [S.l.]: [s.n.], 2008.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção - além da produção em larga escala**. 1ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ROTHER, M.; HARRIS, R. **Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção**. 1º. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. 1ª. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

SARCINELLI, W. T. **Construção enxuta através da padronização de tarefas**. Universidade Federal de Minas Gerais. Vitória. 2008.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996. 291 p.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: o Sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SMALLEY, A. The starting point for lean manufacturing: Achieving basic stability. [S.l.]: Winter, v. 49, 2005. p. 8-12.

SPEAR, ; BOWEN, K. Decodificando o DNA do Sistema Toyota de Produção. **Harvard Business Review**, 1999. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Steven_Spear/publication/267962874_Decodificando_o_DNA_do_Sistema_Toyota_de_Producao/links/54ff3fff0cf2672e2244d09f.pdf>. Acesso em: 20 Junho 2019.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993. 322 p.

VIEIRA, P. P. **Avaliação do estágio de uma construtora de médio porte segundo princípios do Lean Manufacturing (Lean Construction - Construção Enxuta)**. Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 85. 2013.


VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. In: MANAGEMENT, I. J. O. O. & P. **Case research in operations management**. [S.l.]: [s.n.], 2002. p. 195-219.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 3ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

ZOUTO, C. B. D. **Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta em construtoras de Santa Maria/RS**. Revista On-line IPOG - Especialize. Goiânia, p. 21. 2014.

APÊNDICE A – Protocolo de levantamento de dados

	ACOMPANHAMENTO QUADRO PRODUTIVIDADE (FLUXO CONTÍNUO) TORRE 1
---	---

Data:

Dia do quadro:

Desvios:

Atividades:

RITMO:

DETALHAMENTO DESVIOS

Atividade: Execução <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Motivo: A correção ocorre hoje? Se não, por que? Impacta nas outras atividades? Quais?
--

Atividade: Execução <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Motivo: A correção ocorre hoje? Se não, por que? Impacta nas outras atividades? Quais?
--

Atividade: Execução <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Motivo: A correção ocorre hoje? Se não, por que? Impacta nas outras atividades? Quais?
--

Atividade: Execução <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Motivo: A correção ocorre hoje? Se não, por que? Impacta nas outras atividades? Quais?
--

Atividade: Execução <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Motivo: A correção ocorre hoje? Se não, por que? Impacta nas outras atividades? Quais?
--

Atividade: Execução <input type="checkbox"/> Qualidade <input type="checkbox"/> Motivo: A correção ocorre hoje? Se não, por que? Impacta nas outras atividades? Quais?
--

Observações:

ANEXO A – Instruções de trabalho

INSTRUÇÃO DE TRABALHO – Textura rolada Acrílica ou Cimentícia (Fachada)		INT.	EXT.
PASSO A PASSO ILUSTRATIVO			
2	3	4	5
9	10	11	12
6	13		
LAYOUT DE PROCESSO			
<p>ETAPA 2 - TEXTURA DE FACHADA</p> <p>LEGENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> SENTIDO DO FLUXO DE EXECUÇÃO 1 PONTO DE PARTIDA - EXECUÇÃO 			
AV-OUT DE PROCESSO		PROLATIVIDADE	
Tempo de atividade por operador		M Operações	
03:35:37		2	
Ferramentas Utilizadas <ul style="list-style-type: none"> Mixador portátil; Cão de linha (ca. 15m); Baldes/ Bombonas PVC 18L; Escovilha de metal/PVC 100mm; Roço de 1/2 medida 30 cm x Cabo longo; Roço de textura alta 30 cm x Cabo longo; Picador de 1/2 ou 3 polgadas; Trena graduada metal/ nylon 5m; 		Materiais Utilizados <ul style="list-style-type: none"> Textura acrílica/ Cimentícia externa; Selador acrílico; Agua; Concretador de ferrugem; Borracha de Poluretano para placa (PU); Gratia de ventilação; Rita Crepe 25mm; Lixa de ferro - grão 120; Fundo concretador de ferrugem; Zinco 	
SINOPSE		MUNICA	
<ul style="list-style-type: none"> Inspeccionar as Ferramentas de trabalho antes do uso; Utilizar todos os EPIs relativos à atividade; Pontos elétricos/ hidráulicos próximos (máx. 1,5 m); Isolamento periferico, ancoragem de balancim/ cadeirinha, linhas de vida instaladas; Alimentação balancim - baldes partidos 		<ul style="list-style-type: none"> Manter balancim/ cadeirinha sem chito estar atracado ao chito de segurança/linha de vida ou apoiar-se nas janelas; Transferir baldes de balancim suspensos (trabalho sobressolado); Aplicar textura acrílica sem alagarem; Assurar áreas de trabalho sem permissão de trabalho/ coleta reflexiva; Cobrir juntas de dilatação com textura 	
RISCO DE ACIDENTE		RISCO DE SA	
<ul style="list-style-type: none"> Risco de corte (operação de faciana); Risco de queda (trabalho em altura - balancim); Risco de eventual irritação das mucosas (textura); Risco de eventuais dermatites (se contatado com a textura); 		<ul style="list-style-type: none"> Risco de queda (operação de faciana); Risco de queda (trabalho em altura - balancim); Risco de eventual irritação das mucosas (textura); Risco de eventuais dermatites (se contatado com a textura); 	
EPI		EPI	
<ul style="list-style-type: none"> Linhas de vida; Isolamento Periférico; 		<ul style="list-style-type: none"> Capacete; Luvas; Óculos; Botas; Luvas de proteção; Óculos; Botas; Luvas de proteção; 	

