



UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Aluno: Marlise Revelant

Orientador: Professor Anderson Hoose, Mestre.

Passo Fundo, 2021.

Marlise Revelant

**APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA NA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Orientador: Professor Anderson Hoose, Mestre.

Trabalho Final de Graduação apresentada ao Curso
de Engenharia de Produção na Faculdade de
Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo
Fundo.

Passo Fundo

2021

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA PRODUÇÃO ENXUTA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Marlise Revelant

Data de apresentação: Passo Fundo, 14 de dezembro de 2021.

Os membros componentes da Banca Examinadora abaixo aprovam o Trabalho de Conclusão de Curso

Anderson Hoose orientador, Mestre.
Orientador
Universidade de Passo Fundo

Juliana Kurek, Mestre.
Universidade de Passo Fundo

Nilo Alberto Scheidmandel, Mestre.
Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo
2021

DEDICATÓRIA (S):

Dedico esse trabalho ao meu Pai que não está mais neste plano, mas em seu legado me deixou o ensinamento de que ser estudiosa é a forma de rebeldia mais valiosa. Dedico a minha professora Cleuza Nogueira, a pessoa que plantou a semente do incentivo e foi por suas palavras que enumeras vezes ecoaram em meus pensamentos dizendo “vocês podem” que hoje concluo minha graduação, professores formam pessoas e mudam o mundo. Dedico também ao meu professor-orientador Mestre Anderson Hoose que se tornou digno de inspiração e admiração, obrigado por ser sempre solícito e prestativo, você é brilhante.

Finalmente as mulheres da minha vida: Minha Mãe Marli e minha Irmã Thais, a vocês todos os meus esforços, a minha dedicação e integralmente meu amor, obrigada por serem a minha base. Ao meu esposo e companheiro de todas as horas, a minha estrutura, o abraço e acolhimento nos dias incertos, a pessoa que escolhi para dividir a vida. Dedico meu trabalho a vocês.

AGRADECIMENTO(S):

Agradeço a Deus que tem me mantido em pé até aqui. Os incentivadores de sonhos, meus tios, parceiros, padrinhos e amigos, Mestre Eng. Mecânico Gilnei e a Assistente Social e futura Advogada Cleres, vocês são meu espelho e o exemplo arrasta, obrigada por acreditarem em mim desde sempre. Dona Arlinda, uma Avó que ganhei de presente, correu junto comigo, obrigada por participar de tudo e permitir que eu pudesse realizar esse sonho, serei sempre grata por tudo. Minhas tias maternas, com as quais mantenho uma relação maternal e da mesma forma, minha tia paterna Claudia, que sempre me auxiliou em tudo, meu carinho e gratidão por vocês é grande. Minhas prima-irmãs Ana Luiza e Graziela, obrigada por entenderem minhas ausências, por terem uma palavra de carinho quando passei por dias tristes, certamente vamos realizar muitos sonhos juntas ainda, agora com a nossa Lívia junto. Ao Valmor, meu “Paidrasto” amigo, que nos deixou precocemente, mas permanece vivo dentro do meu coração e minha memória, foi meu socorro em tantas vezes, serei eternamente grata. Minhas avós Gecy e Noema pelas orações e por todas as vezes que me abençoaram, vocês são a doçura da minha vida, especiais e únicas.

Meus sogros Clarice e Edenilson, que sempre estão por perto fazendo tudo por mim a qualquer momento, vocês são a família que ganhei e não poderia ter sido melhor, Ana Luiza minha cunhada, amiga de todos os momentos, obrigada por me ouvir e me compreender. Meu cunhado Eng. Eletricista Guilherme, obrigada por reconhecer meu esforço, me entender e auxiliar sempre que preciso. Meu irmão que ganhei da vida, Lucas, obrigada por tudo, amo você.

O que seria a vida se não tivéssemos amigos? Não se sabe, mas ela certamente perderia o colorido. Obrigada aos que fiz durante minha trajetória de vida, em especial aos que me acompanham e incentivam todos os dias: Dra. Sabrina Klein, Kelly Scharff, Alessandra Diaz, Gabriela Diaz, Jaqueline Kuhn, Kaiane Borges, Vanderlete Fries, Bianca Novello e Edilson Santos. As parceiras de graduação: Eloise Roos, Sabrina Oliveira e Bruna Machado, vocês tornaram mais leve este caminho, poder compartilhar sorrisos aquece a alma. Ao Evandro, amigo e incentivador inicial, você faz parte disso. Obrigada por tudo e todos os momentos.

Por último, um ser mais precioso, minha filhinha de quatro patas Bazinga que assistiu a todas as aulas remotas comigo e ainda ficou do meu lado enquanto eu estava estudando, você é a surpresa mais linda e amorosa que a vida podia me dar, obrigada!

Resumo

Este trabalho traz a aplicação dos princípios da produção enxuta na construção civil, dentre eles, a ferramenta *Kanban*, em uma obra civil no setor de argamassa. Devido à instabilidade econômica brasileira e o aumento da concorrência, é de grande importância a redução dos desperdícios e aumento da produtividade, objetivo do trabalho de conclusão de curso. As literaturas pesquisadas envolvem os conceitos de produção enxuta e suas ferramentas. O procedimento metodológico utilizado foi de natureza exploratória com abordagem qualitativa e quantitativa. Os principais desperdícios evidenciados no setor foram nos recursos de mão de obra e na produção e distribuição da argamassa, local de enfoque deste trabalho. As ferramentas utilizadas para a aplicação do sistema *Kanban* foram: fluxograma de processo, medidas de desempenho, mapeamento de fluxo de valor, 5W2H. Entre os resultados constatados, têm-se: redução de 38,46% e 21,42% das etapas que não agregavam valor e 43,90% do tempo, aumento de 90,59% do rendimento e 11,4 unidades/homem.hora.

Palavras-chaves: construção civil, produção enxuta, sistema *Kanban*.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Considerações Iniciais.....	8
1.2 Problema.....	9
1.3 Justificativas.....	10
1.4 Objetivos.....	10
1.4.1 Objetivo Geral.....	10
1.4.2 Objetivos Específicos.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Gerenciamentos na indústria da construção civil.....	12
2.2 Processos na indústria da construção civil.....	14
2.3 Produção enxuta.....	17
2.3.1 Construção enxuta.....	19
2.3.2 Mapeamento de fluxo de valor.....	21
2.3.3 Sistema Kanban.....	22
2.3.3.1 Tipos de Kanban.....	23
2.4 Métodos e medidas de trabalho.....	24
2.4.1 Fluxograma do processo.....	25
2.4.2 Medidas de trabalho.....	26
3 MÉTODO DE TRABALHO.....	29
3.1 Descrição do objeto de estudo.....	29
3.2 Procedimento metodológico.....	30
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADO.....	33
4.1 Identificação das operações e coleta de dados.....	33
4.2 Comunicação direta, falar com os operadores, encarregados e supervisores.....	34
4.3 Documentar a operação com fluxograma e identificar as medidas de desempenhos atuais.....	37
4.4 Documentar método de trabalho, definindo as atividades que agregam valor e as que não agregam valor.....	40
4.5 Reprojetar o processo para atingir o melhor desempenho.....	43
4.6 Realizar a implementação do plano de ação, medindo desempenho e comparando com os resultados anteriores.....	47
5 CONCLUSÃO.....	54
5.1 Conclusões do trabalho.....	54
5.2 Recomendações para trabalhos futuros.....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	56

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

O mundo vem sofrendo grandes mudanças, tanto econômicas quanto climáticas, ocorrem quedas e altas decorrentes do progresso crescente, o que aumenta consideravelmente a competitividade. Antigamente o padrão administrativo das empresas baseava-se exclusivamente as decisões dos acionistas, sem considerar opiniões de terceiros. O empreendedorismo cresceu muito nos últimos anos, obrigando as empresas a se reinventarem, o cliente aprendeu a escolher, exigindo o que querem, como querem e quanto querem pagar pelo produto (LOBO, 2010).

Essa nova tendência de mercado, trouxe a tona uma necessidade de aprimorar a gestão e o planejamento em todos os setores, tendo em vista que a satisfação do cliente e o crescimento da produtividade, tudo com o menor custo possível. Na indústria da construção civil não é diferente, essa vem sofrendo com obsolescência de seus modos produtivos, sendo vista há anos como um setor de má produtividade no que tange o uso da mão de obra, tendo um consumo abusivo de materiais (SOUZA, 2006). Partindo dessa nova visão, empresas tem buscado inovar e assim adotaram o sistema Toyota de produção, o qual tem como objetivo principal manter o processo enxuto, oferecendo ao cliente alta qualidade e baixo custo.

Com todas essas ocorrências, gestores da indústria da construção civil deve ter domínio do planejamento e gerenciamento de forma que sejam utilizados da melhor forma possível os recursos, diminuindo os desperdícios, mantendo o padrão de qualidade, gerenciando a organização para que se esteja habilitado para enfrentar as constantes mudanças no mercado. O esforço de redução de perdas e aumento do valor na gestão de processos tem uma atitude incremental, interno à organização, necessitando ser gerido continuamente, com a participação do grupo responsável (ISATTO *et e al.*, 2000). Para chegar à conclusão dessas metas, é necessário que a equipe trabalhe em conjunto, em um sistema de gestão participativa, possibilitando assim, a melhoria contínua nos processos.

Mirando a todas essas considerações, o presente trabalho de conclusão de curso tem como enfoque a avaliação e o gerenciamento dos desperdícios na indústria da construção civil, que se dá por meio de um estudo de caso, com aplicações práticas numa obra civil localizada na cidade de Não-Me-Toque no Rio Grande do Sul. A metodologia utilizada para alcançar esses objetivos será realizada em seis etapas baseadas em autores que abordam princípios da engenharia de produção, aplicando os princípios da produção enxuta na construção civil.

1.2 Problema

Tempos críticos e de mutação requerem novas ideias e atitudes, essas, que vem para que aconteça a remodelação de processos já existentes, aumentando significativamente a produção, gerando um lucro consecutivamente maior, valorizando o produto gerado. “Tais aspectos são vistos, pela engenharia de produção, como melhoramentos.” (SHINGO 1996, p. 41) refere a existência de duas formas de melhorias de processo: a primeira consiste em melhorar o produto através da engenharia de valor e a segunda consiste em melhorar os métodos de fabricação do ponto de vista da engenharia de produção, baseando-se na produção enxuta.

A engenharia de valor questiona a forma como esse produto pode ser redesenhado para manter a qualidade e, ao mesmo tempo, reduzir os custos de fabricação, alterando da melhor forma o projeto do produto. Na melhoria dos métodos de fabricação é feita a pergunta: “Como a fabricação deste produto pode ser melhorada?”, visando mutar a forma de alguns processos para que se obtenha uma maneira que gere ganhos maiores. Sendo assim, fica fácil evidenciar que “no momento em que os métodos tradicionais são questionados e estudados, métodos novos e mais efetivos podem ser criados” (SHINGO, 1996, p. 44).

Aplicando as diretrizes do sistema Toyota de produção, a tendência é que se chegue a um ideal de concorrência, em que os clientes devam decidir o preço de venda, conforme a fórmula “custo + lucro = preço de venda”. Todavia para chegar nesse preço de venda, Shingo afirma “a única forma de aumentar o lucro, consiste em reduzir os custos. Consequentemente, a atividade de redução de custo deve ter a mais alta prioridade” (1996, p. 109). Sendo assim, para abater os custos, se necessita diminuir de forma efetiva quaisquer que sejam os desperdícios. Nesta conjuntura, apresenta-se como questão da pesquisa o seguinte: **como avaliar e gerenciar os principais desperdícios da indústria da construção civil?**

1.3 Justificativas

Sabe-se que a indústria da construção civil é um dos braços da economia nacional, contribuindo com o desenvolvimento do país, pois dali se origina a infraestrutura indispensável como as rodovias, residências, complexos habitacionais, ferrovias, portos e etc. A indústria da construção civil infla expressivamente o Produto Interno Bruto (PIB) nacional, a alta de 1,6% no ano de 2020 no PIB da Construção Civil seguramente colaborou para esse dinamismo, sendo responsável por cerca de 50% dos investimentos. O setor gerou no ano de 2019 cerca de setenta e uma mil vagas com carteira assinada, sem contar os empregos indiretos originados também pelo setor. Analisando os dados se vê que é de extrema necessidade avaliar a gestão por completo, visto que a conjuntura atual do Brasil não é a mais favorável, com inconstância política e financeira, exigindo que os gestores saibam aproveitar os recursos da maneira mais inteligente, otimizando a produção, detendo esbanjamentos e sustentando a qualidade estabelecida.

Neste contexto está o propósito do trabalho, onde o engenheiro de produção pode contribuir positivamente, analisando e aprimorando os processos, tendo em vista uma produtividade superior e perdas insignificantes, originando soluções de otimização, criando uma maior competitividade com os setores de que faz parte. A grande dificuldade que o administrador da construção encara é a de utilizar os recursos de mão-de-obra, máquinas e equipamentos e materiais de forma que se ajuste com os recursos financeiros e o tempo determinado da obra. Essa é a essência da construção. (HALPIN; WOODHEAD, 2004).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral analisar e gerir os principais desperdícios na indústria da construção civil em estudo.

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são definidos como:

- 1 Identificar o departamento com maior índice de desperdício na obra civil deste estudo;
- 2 Registrar o processo identificado e mensurar o desempenho atual no setor da obra civil deste estudo;
- 3 Adotar os princípios da produção enxuta para reduzir desperdícios identificados no setor da obra civil em estudo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo apresenta com base em autores pesquisados, uma revisão de literatura sobre a aplicação dos princípios da produção enxuta na construção civil, os princípios utilizados na sua estruturação e gerenciamento.

2.1 Gerenciamentos na indústria da construção civil

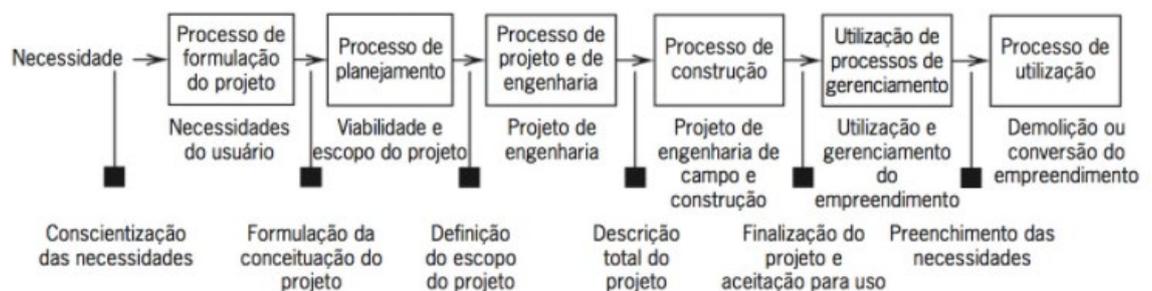
A indústria da construção civil é a força geradora que faz a movimentação da economia, tendo uma representação enorme no país, sendo responsável por boa parte do giro econômico. Estendendo o trabalho desde usinas de geração de energia, rodovias, pavimentações em geral, residências e edifícios, sistemas de tratamento de água, saneamento, túneis, pontes, viadutos e em geral todas as estruturas que fazem parte da vida e nos dão suporte diário, fazendo com que o país continue em pleno desenvolvimento, sustentando um elevado padrão de qualidade que é exigido. Baseando-se nesse padrão, se torna explícito que, sem a construção civil, o país deixaria de funcionar (HALPIN; WOODHEAD, 2004).

Em virtude da grande demanda da construção civil e a alta competitividade do mercado, os engenheiros responsáveis devem saber projetar, construir e utilizar a técnica profissional mais adequada, entretanto devem estar habilitados a planejar e a gerenciar o processo da construção num todo, com os recursos humanos e físicos disponíveis. Segundo Consalter, “planejar é requisito primário, o mais elementar da administração. Como uma atividade administrativa, o planejamento consiste em um modelo teórico que determina as ações a serem desenvolvidas, procurando antecipar o que deve ser feito no futuro” (2011, p. 19).

Para compreender e gerenciar a indústria da construção civil precisa-se perceber, inicialmente, a administração da construção civil, conforme Scatena, “um gestor além de conhecer tecnicamente o trabalho que precisa ser executado, precisa entender de relacionamento humano, precisando, para isso, ter autoconhecimento, ou seja, conhecer a si mesmo” (2010, p. 20). Dessa forma o gestor consegue dar direcionamento e bom andamento a obra, tendo uma visão da sua totalidade, analisando com clareza suas deficiências e deformidades.

O planejamento pode ser definido como um processo gerencial que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo eficaz somente quando realizado em conjunto com o controle. Assim pode-se afirmar que não existe a função controle sem planejamento e que o planejamento é praticamente inócuo se não existe controle. (ISATTO *et al.*, 2000, p. 75). Deste modo, os autores alegam que não se pode ter um planejamento eficiente sem o controle adequado, sendo que este possui duas dimensões: eficiência e eficácia. “A eficiência diz respeito ao uso racional dos recursos (materiais, mão de obra e equipamentos), sendo medida pela relação entre o valor do produto gerado e o custo dos recursos utilizados”. Do mesmo modo como, “a eficácia diz respeito ao atendimento das metas estabelecidas, usualmente expressas na forma de prazos e de seqüências de execução relacionados a diferentes etapas da obra” (ISATTO *et al.*, 2000, p. 81). Estes dois fatores se concentram em perspectivas distintas, sendo que a eficiência busca otimizar os recursos utilizados, enquanto a eficácia quer atender ao esperado, suavizando a linha tênue entre o planejado e o real. Tendo em vista à necessidade de administração, Halpin e Woodhead (2004) apresentaram na Figura 1, uma sucessão de etapas a serem seguidas no planejamento da construção civil:

Figura 1 – Natureza linear do ciclo da vida de um projeto



Fonte: Halpin e Woodhead (2004, p.8).

Os projetos de construção são desenvolvidos de uma forma sequencia ou linear. De forma detalhada, segundo Halpin e Woodhead (2004) os passos são o seguinte:

1. A necessidade de um empreendimento é identificada pelo dono;
2. São desenvolvidos os estudos de viabilidade iniciais e as projeções de custo;
3. Toma-se a decisão de continuar com o desenvolvimento do projeto básico e chama-se um projetista para isso;
4. São desenvolvidos o projeto básico e o escopo do trabalho, de forma a incluir uma estimativa aproximada de custo;

5. Toma-se a decisão de continuar com o desenvolvimento do projeto final, que o definirá em relação às propostas da construção;

6. Com base nos elementos que compõem o projeto final, é feita a sua divulgação e são solicitadas propostas incluindo cotações para a construção do empreendimento;

7. Com base nas propostas recebidas, escolhe-se um construtor e dá-se então a ordem de serviço a esse construtor. A proposta e a aceitação da proposta por parte do proprietário constituem o contrato de serviço;

8. É iniciado o processo de construção do empreendimento. O trabalho é finalizado e fica à disposição para o aceite e a ocupação/utilização;

9. Em projetos complexos, um período de testes é utilizado para verificar se o empreendimento opera como projetado e planejado. Esse período é típico de projetos industriais e é conhecido como a inicialização do projeto;

10. O empreendimento está em operação e é mantido durante uma vida útil especificada;

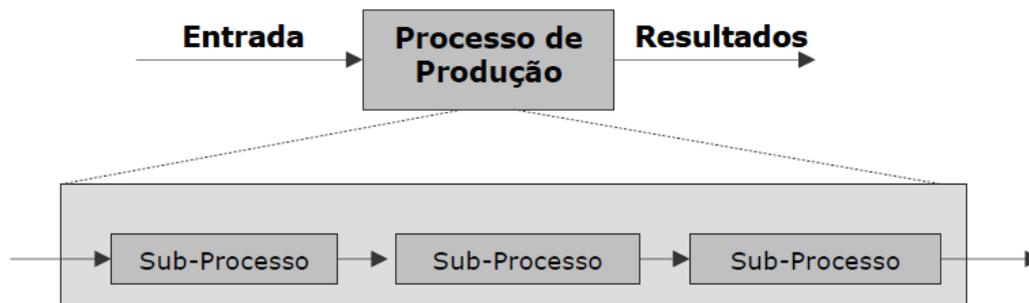
11. O empreendimento por ser utilizado se apropriado ou mantido em posse perpétua.

Nestas fases, os envolvidos são: o proprietário, projetista e construtor. Todos devem estar trabalhando em sintonia e de modo contínuo. Para que se alcancem os objetivos com sucesso, seguindo de forma correta e assertiva esses passos, o gestor precisa estar habilitado e preparado para desenvolver uma gestão de excelência em todos os âmbitos.

2.2 Processos da indústria da construção civil

O padrão tradicional da construção civil costuma definir a produção como uma totalidade de atividades de conversão, convertendo os recursos (materiais, projetos) em produtos intermediários (alvenaria, estrutura, etc) ou finais (edificação finalizada). Por essa razão, conforme a Figura 2, ele é também denominado de modelo de conversão (ISATTO *et al.*, 2000).

Figura 2 – Modelo tradicional do processo



Fonte: Kurek (2005, p. 26)

Neste modelo de processo ISATTO *et al.* (2000) apresenta as seguintes características a serem analisadas:

1. O processo de conversão pode ser sub-dividido em sub-processos, que também são processos de conversão. Por exemplo, a execução da estrutura pode ser sub-dividida em execução de formas, corte, dobragem e montagem de armaduras e lançamento do concreto;

2. O esforço de minimização do custo total de um processo em geral é focado no esforço de minimização do custo de cada sub-processo separadamente; e matérias primas, produtos processo de produção subprocesso A subprocesso B;

3. O valor do produto (*output*) de um sub-processo é associado somente ao custo (ou valor) dos seus insumos. Desta forma, assume-se que o valor de um produto pode ser melhorado somente através da utilização de materiais de melhor qualidade ou mão de obra mais qualificada.

Os serviços no setor de edificações, cujos podem ser entendidos como etapas ou processos da construção, devem ser acompanhados e inspecionados, para que mantenham um padrão de qualidade exigido (YAZIGI, 2009). Essas etapas compreendem dez itens, as quais são, segundo Milito (2009):

1. Estudos preliminares: terreno (exame local e limpeza), levantamento topográfico, nivelamento;

2. Projetos;

3. Trabalhos preliminares: terraplanagem, instalação da obra, locação da obra, traçado;

4. Fundações: estruturas responsáveis por transmitir as solicitações das construções ao solo;
5. Estrutura: sustentação da edificação, sendo as vigas, pilares, lajes;
6. Paredes e vedações;
7. Cobertura: telhado, lajes superiores.
8. Instalações: hidrossanitárias, elétricas e complementares;
9. Revestimento e acabamento das paredes, tetos, muros e pisos;
10. Esquadrias;
11. Pinturas;
12. Louças e metais sanitários;
13. Áreas externas e paisagismo;
14. Limpeza final.

Uma análise geral dos serviços da construção leva aos processos de produção, esses que se apresentam em quatro etapas de duração relativamente curta: planejamento, projeto, fabricação de materiais e equipamentos e a execução. Após a produção, existe a etapa de uso, que é de longa duração pois estão abrangidas as atividades de operação e de manutenção da edificação. A categoria do empreendimento é determinada nos processos da produção de curta duração, de longa duração e do uso da edificação. Dessa forma, em cada etapa produtiva, deve ser definida uma meta de qualidade, a fim de atingir um resultado que satisfaça às exigências do cliente (YAZIGI, 2009).

As metas de controle de qualidade de cada processo de produção são as seguintes, conforme Yazigi (2009):

1. Planejamento: atender às normas gerais de desempenho do código de edificações do município e seus regulamentos;
2. Projeto: atender às normas especificadas de desempenho e às normas de documentos prescritivos;
3. Materiais: produzir e receber de acordo com o especificado;
4. Execução: atender ao projeto e especificado;
5. Uso: assegurar a adequada utilização da edificação.

Em cada obra civil realizada, é de extrema necessidade que sejam seguidas a risca as especificações de qualidade dos processos de produção, de modo que, quando se finda esta obra, a mesma esteja em conformidade perante as necessidades dos clientes, atendendo suas expectativas e agregando valor ao produto. Dessa maneira, a aplicação de princípios da produção enxuta na construção civil tende a colaborar e a definir requisitos para que atinja os objetivos propostos.

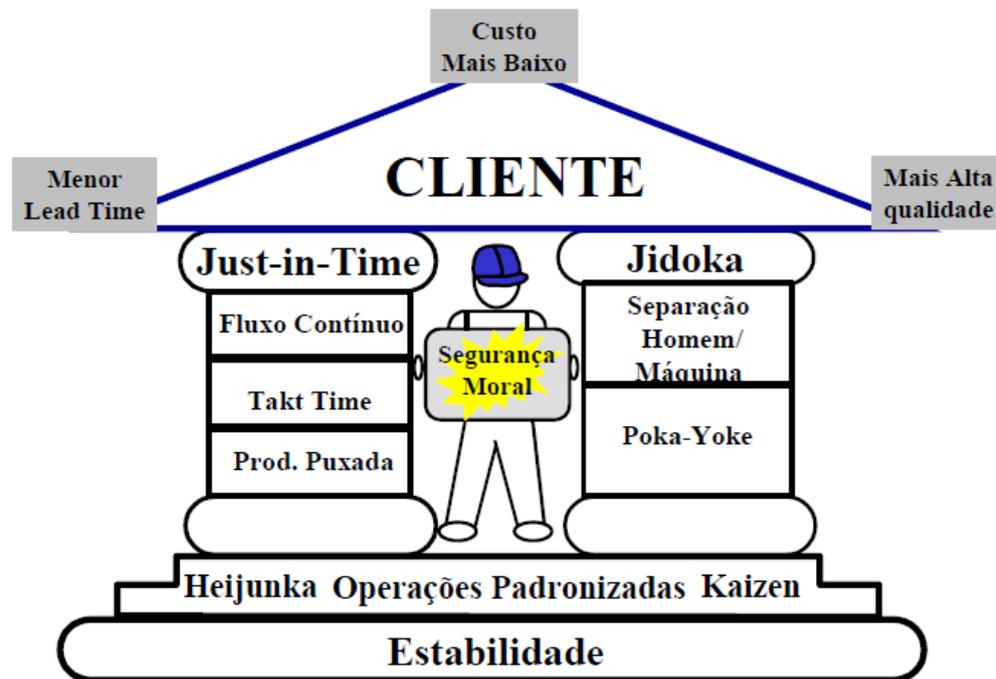
2.3 Produção enxuta

A produção enxuta teve sua origem no Japão, em torno da década de 1950, na *Toyota Motor Company*. No final da Guerra, com economia assolada, com o descontentamento dos operadores, ameaças externas de concorrentes de outros países, pequeno mercado interno com demanda alterada e a restrição de recursos naturais (foco nas perdas). Desse modo, o Sistema Toyota de Produção originou-se da necessidade, pois, com o fato do Japão ter perdido a guerra, o presidente da Toyota da época, Toyoda Kiichiro, instituiu o desafio “Alcançar a América em três anos”. Sem essa estratégia, certamente, a indústria automobilística japonesa não sobreviveria. Naquele período, a produção dos americanos era dez vezes maior à dos japoneses, e a única explicação encontrada era de que o povo japonês estava desperdiçando algo. O pensamento foi no sentido de que, se pudessem eliminar a perda, a produtividade se multiplicaria, ideia que marca o início do Sistema Toyota de Produção (OHNO, 1997).

Produção enxuta é uma metodologia de gerenciamento da produção com a finalidade de aumento do lucro por meio da redução de custos, propósito que somente pode ser alcançado com identificação e eliminação dos desperdícios, ou melhor, das atividades que não agregam valor. Conforme Ohno diz: “Tudo o que estamos fazendo é olhar a linha do tempo, do momento que o freguês nos entrega um pedido até o ponto em que recebemos o dinheiro. E estamos reduzindo essa linha do tempo removendo os desperdícios que não agregam valor.” (1997, p. 5).

Na Figura 3, abaixo, demonstra-se a estrutura do Sistema Toyota de Produção (STP).

Figura 3 – Estrutura do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ghinato (2000, p. 6)

A estrutura do Sistema Toyota de Produção, demonstrada na Figura 3, focaliza nos processos que estão sendo concretizados e que agregam valor quantitativo, estimulando às máquinas e aos operadores a autonomia de identificar e solucionar situações anômalas durante o processo, originando automação, essa que extingue a superprodução, precavem produtos defeituosos, com enfoque na compreensão dos imbróglis para garantir que não se repitam. Conforme Moreira (2008), no sistema Toyota de produção, o operador combina as responsabilidades de execução rotineiras com responsabilidades de planejamento (que normalmente pertence à gerência), habituando-se a tomar decisões e resolver problemas, tornando-se flexível e multitarefas, realizando e avaliando o desempenho e qualidade do trabalho, gerando eficiência ao setor e à organização num todo. Segundo Ohno (1997), desperdícios são atividades que do ponto de vista do cliente, não agregam valor ao produto, mas são realizadas durante a produção. Shingo (1996) considera que os sete desperdícios para o Sistema Toyota de Produção são: superprodução, espera, transporte excessivo, processos inadequados, inventário desnecessário, movimentação desnecessária, produtos defeituosos.

Para compreender e empregar o *lean thinking*, Womack e Jonas (1998 apud PICCHI, 2003) salientam cinco princípios:

1. Valor: entender o que é valor ao cliente e proporcionar isso a ele com maior valor agregado, evitando quaisquer desperdícios;
2. Fluxo de valor: identificar e eliminar todos os desperdícios ao longo de todo o processo, ou seja, da matéria-prima ao cliente final;
3. Fluxo: produção em fluxo, sem interrupções;
4. Puxar: produção puxada pelo cliente, só havendo produzir dentro do necessitado;
5. Perfeição: melhoria contínua, agilidade na detecção e solução de problemas.

Da mesma maneira que o Japão teve a necessidade de reestruturar seus métodos de produção, o Brasil em sua atual estrutura, em todas as áreas, carece de uma busca por inovação, ferramentas que tenham na sua funcionalidade a redução de desperdícios, gerando assim, um aumento significativo na lucratividade. “A indústria da construção civil, em especial o subsetor edificações, é frequentemente citada como exemplo de setor atrasado, com baixos índices de produtividade e elevados desperdícios de recursos, apresentando, em geral, desempenho inferior à indústria de transformação” (SAURIN; FORMOSO, 2006, p. 13). Visto isso, pode-se afirmar que é de suma importância reavaliar todo gerenciamento do setor civil, reformulando ideias e implementando as técnicas da produção enxuta para poder criar competitividade de mercado, mantendo-se em um bom nível nesse.

2.3.1 Construção enxuta

A teoria inovadora da construção civil originou-se com base nos trabalhos do pesquisador finlandês Lauri Koskela, em 1992, no relatório técnico nº 72, chamado *Application of the New Production Philosophy to Construction*, vinculado à Universidade de Stanford, nos Estados Unidos da América. Nesta pesquisa, Koskela quebra paradigmas de gestão e busca ajustar as ferramentas do Sistema Toyota de Produção à produção da construção civil, trazendo conceitos de fluxo e de geração de valor já presentes no pensamento enxuto, promovendo a *Lean Construction* (JUNQUEIRA, 2009).

Partindo do estudo de Koskela (1992), se desenvolveu três pontos principais para o gerenciamento da construção (SHINGO, 1996; KUREK, 2005):

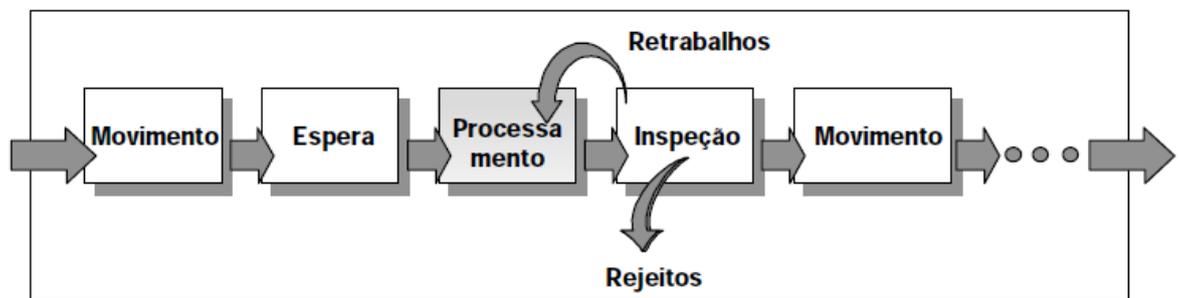
1. Abandono do conceito de processo, sendo designado fluxo de materiais e informações.

2. Análise dos processos de produção diretamente nos canteiros de obras, por meio de duas formas: fluxo de materiais (processo) e o fluxo de pessoas (operações).

3. Definição dos processos de valor agregado do ponto de vista dos clientes, reformulando o conceito de perdas que passa a incluir as atividades que não agregam valor, como transporte, estoque, espera, inspeção e retrabalho.

A construção enxuta é um padrão que tem seu foco no fluxo de materiais, a partir da matéria prima chegando até o produto final, passando por transporte, espera, processamento e inspeção e movimento (ISATTO *et al.*, 2000), como mostra a Figura 4 abaixo:

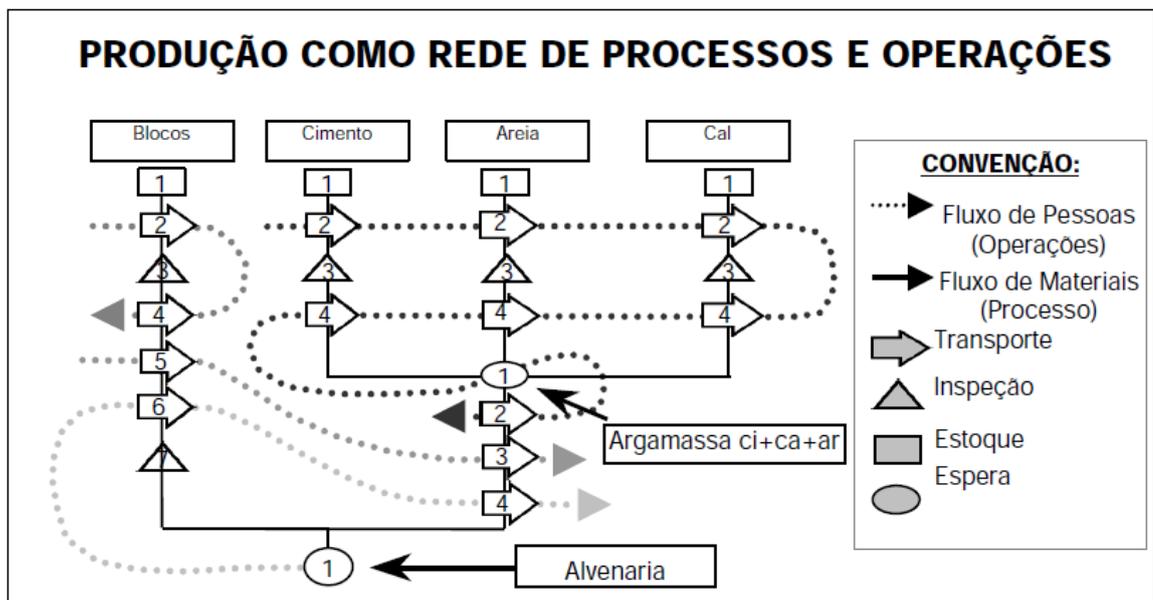
Figura 4 – Modelo de processo da Construção Enxuta



Fonte: Koskela (1992 *apud* Isatto *et al.*, 2000).

O modelo da Figura 4 pode ser aplicado tanto nos componentes físicos quanto gerenciais, tanto no planejamento e controle, suprimentos, projetos etc. O autor explica que, “Por exemplo: no processo de projeto os principais dados de entrada são as informações relativas às necessidades dos clientes e as características do terreno, que, após sucessivas atividades, são transformadas no produto projeto” (ISATTO *et al.*, 2000, p. 15). Além destes fluxos gerenciais, consideraram-se ainda os fluxos de atividades realizadas inteiramente nos canteiros de obras, distinguindo fluxo de materiais no caso o processo e o fluxo de pessoas que são as operações, conforme Figura 5, abaixo.

Figura 5 – Relação entre fluxo de materiais e fluxo de trabalho



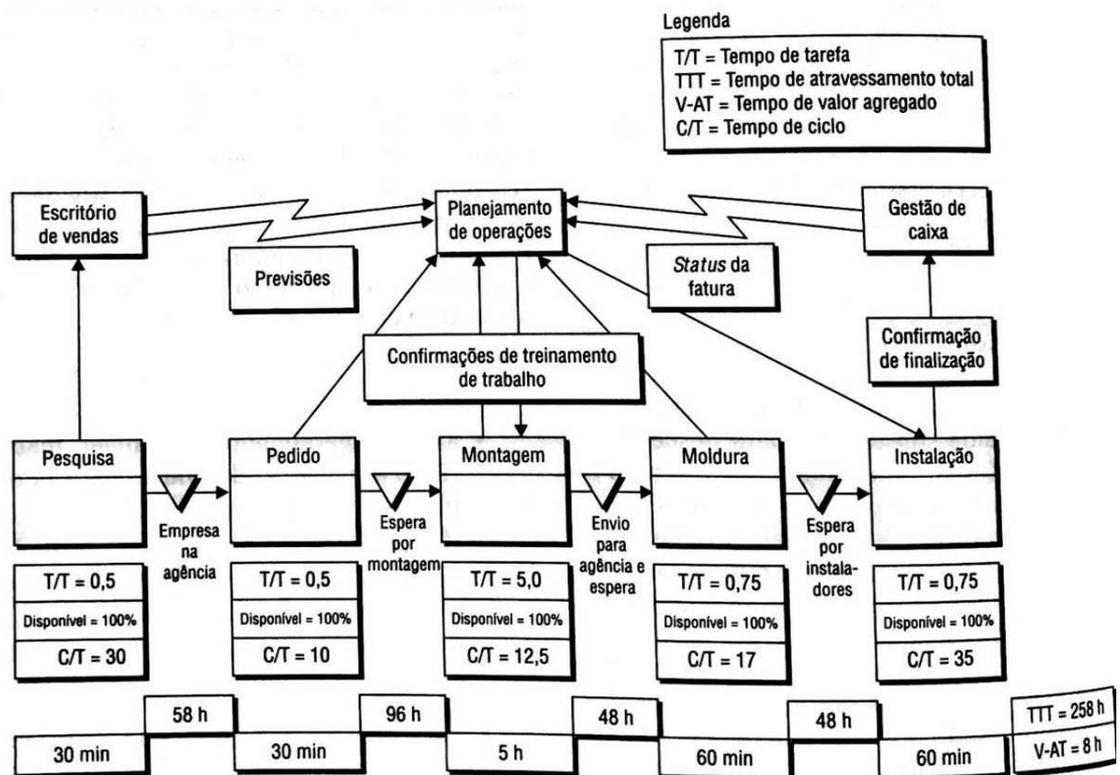
Fonte: Isatto *et al.* (2000).

Contudo, para que se compreenda o processo de construção enxuta e a forma correta de sua aplicação, é de extrema importância que os gestores consigam burlar a resistência ao modelo antigo da construção, o que dificulta a tarefa, enfatizando que o modelo tradicional da produção civil em conversão, não está errado, mas, à medida que surgem mercados mais competitivos, o sistema de construção enxuta atende de forma mais eficiente e eficaz, atendendo as necessidades dos clientes (ISATTO *et al.*, 2000).

2.3.2 Mapeamento de fluxo de valor

O mapeamento de fluxo de valor (VSM) nada mais é que um fluxograma simples que contém todas as fases envolvidas nos fluxos de material e informações necessárias para servir os clientes, conforme Figura 6. Os mapas de fluxo de valor podem ser utilizados em vários momentos com a finalidade de propor melhoramentos, sendo feito um mapa da situação atual e um futuro, abrindo possibilidades de melhoria identificadas no atual para atingir um melhor desempenho no futuro (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003).

Figura 6 – Exemplo de mapa de fluxo de valor



Fonte: Slack; Chambers e Johnston (2009).

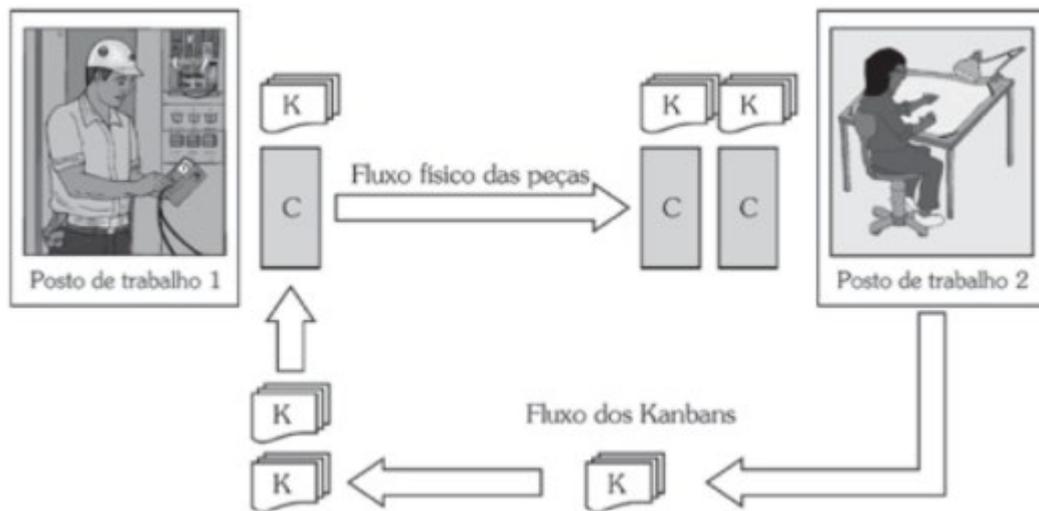
2.3.3 Sistema *Kanban*

O sistema *Kanban* é uma metodologia de fabricação da produção enxuta voltada para a produção em série. Baseando-se nos seguintes objetivos, segundo Lobo (2010):

1. Regular internamente as flutuações da procura e volume de produção dos postos de trabalho;
2. Minimizar as flutuações do estoque de fabricação a fim de melhorar a gestão;
3. Descentralizar a gestão, focalizando-a para os setores produtivos;
4. Regular as flutuações do estoque de fabricação entre os postos de trabalho devido à diferença de capacidade entre eles;
5. Produzir a quantidade certa no momento certo.

O funcionamento se dá pela demanda do cliente interno, que coloca em um posto de trabalho uma “ordem de produção” através do *Kanban*, este que direciona e circula permanentemente no fluxo de produção, seguindo a saída do material e voltando sozinho para o início logo que estes são consumidos, de forma que o setor de saída comanda o setor de entrada, conforme Figura 7.

Figura 7 – Funcionamento do Sistema *Kanban*



Fonte: Lobo (2010).

2.3.3.1 Tipos de *Kanban*

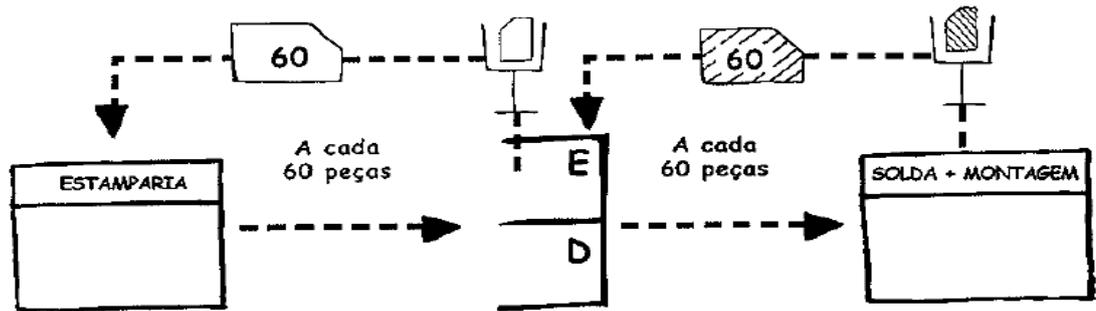
Conforme Moreira (2008) explica, há dois tipos básicos de sistema de *Kanban* na produção *lean*:

1. *Kanban* de retirada: esse formato dá o sinal de autorização para retirar um lote padrão de um tipo específico de item, isso quer dizer que no momento em que o operador ficar sem o material no seu processamento, o cartão de retirada *Kanban* dá àquele trabalhador o direito de retirar material necessário para continuar a operação.

2. *Kanban* de produção: dá autonomia ao operador para repor o material. Ao chegar o cartão *Kanban* de produção, origina um novo sinal para fazer uma nova rodada de itens para repor o material, especificando o tipo de peças e quantidade a ser feita que normalmente é a quantidade que é utilizada pelo operador do *Kanban* de retirada.

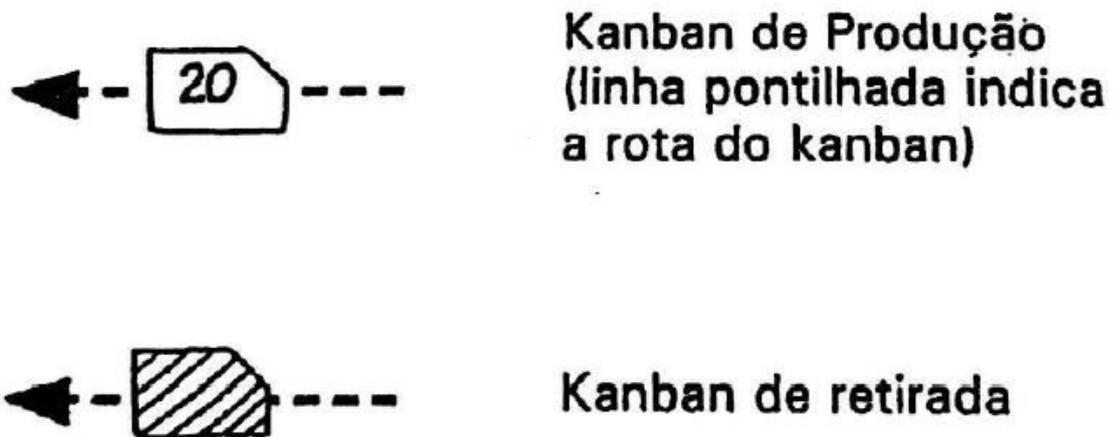
O sistema *Kanban* de retirada e sistema *Kanban* de produção precisam operar em conjunto para que se crie um sistema puxado com fluxo automático e contínuo, conforme Figura 8. A Figura 9 apresenta a diferenciação de sinalização dos *kanban* de produção e de retirada.

Figura 8 – Exemplo de *Kanban* de produção e de retirada



Fonte: Lean Enterprise Institute (2003).

Figura 9 – Diferenciação dos *Kanban* de produção e *Kanban* de retirada



Fonte: Lean Enterprise Institute (2003).

2.4 Métodos e medidas de trabalho

É de praxe que se analise os processos de trabalho, sejam para aprimorar as atividades que já estão em operação bem como as que ainda estão em projeto. Nos trabalhos que já foram realizados, a constante busca pela melhoria, direta ou indiretamente ligadas ao crescimento da produtividade, da mesma forma que nos projetos futuros as operações possam ocorrer de forma mais eficiente possível. Para sugerir melhorias, deve-se documentar toda a operação, contando geralmente com a ajuda de fluxogramas com direcionamento de como deve ser feito, para depois disso, poder realizar a medição do trabalho com estudos de tempo e capacidade (MOREIRA, 2008).

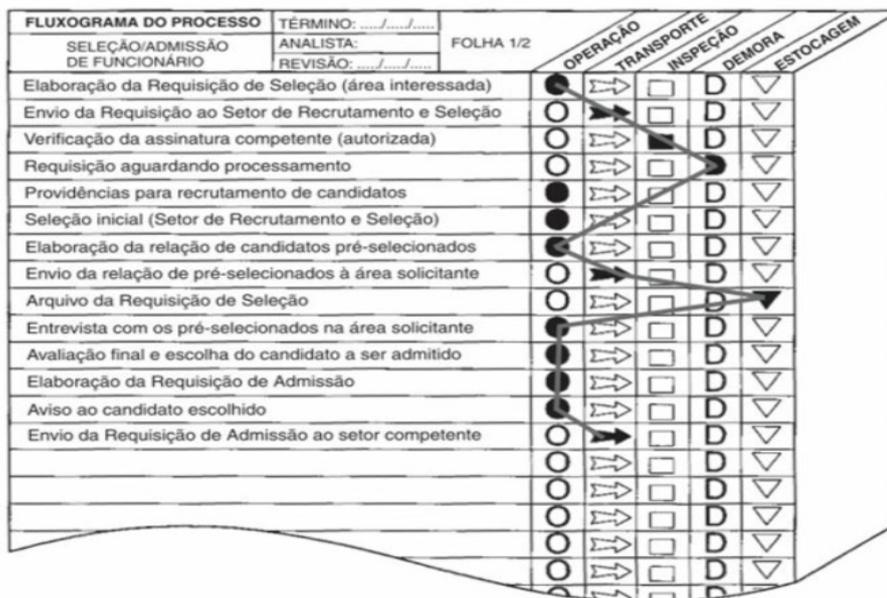
2.4.1 Fluxograma do processo

O fluxograma do processo nada mais é que uma representação gráfica do processamento dos materiais, abrangendo peças e subconjuntos de montagem, com fases bem definidas do processo produtivo (MOREIRA, 2008). A representação gráfica conta com cinco tipos de ocorrências, que são:

1. Operação (símbolo = O): consideração um objeto, sejam peças, subconjuntos, produto ou qualquer material que sofre uma operação.
2. Transporte (símbolo = \Rightarrow): toda vez que ocorre um deslocamento de um objeto de um local para um transporte.
3. Inspeção (símbolo = \square): consistem em examinar um objeto, tanto para identificação como contagem ou verificação da qualidade.
4. Estocagem (símbolo ∇): ocorre no momento em que um objeto é retirado intencionalmente para uso posterior.
5. Demora (símbolo D): é uma retenção que não faz parte do processo de produção, impedindo a próxima etapa.

A Figura 10 demonstra um exemplo de fluxograma de processo simples.

Figura 10 – Exemplo de um fluxograma de processo



Fonte: Moreira (2008).

2.4.2 Medidas de trabalho

As medidas de trabalho permitem a análise do desempenho real da organização e a comparação com os modelos preestabelecidos. Sem as medidas, não há dados para balizamento, faltando base para explicar aos colaboradores nitidamente o que se espera e como são monitorados efetivamente em suas performances, identificando de forma clara as áreas ou operações para aperfeiçoamento, ou seja, sem medidas não há claramente o desempenho almejado (MOREIRA, 2008). Com o intuito de determinar as medidas de trabalho, os autores Moreira (2008), Slack, Chambers e Johnston (2009) apresentam equações que propiciam avaliações de desempenho, são elas:

1. Capacidade produtiva (CP): tempo disponível total para executar uma operação em um determinado período de tempo, sem contar paralisações, ou seja, a disponibilidade de horas de trabalho, representando as horas que a empresa paga ao funcionário, a qual se dá pela equação (1):

$$\text{Equação (1): } CP = nhd \text{ [h/m]}$$

onde:

n: número de funcionários de mão de obra direta;

h: horas disponíveis para o trabalho por dia;

d: dias úteis por mês.

2. Tempo operacional (TO): o tempo real gasto para a execução de uma atividade, levando em consideração as paralisações que ocorreram, ou seja, são consideradas as horas efetivamente trabalhadas, ver equação (2):

$$\text{Equação (2): } TO = CP - HP \text{ [h/m]}$$

onde:

CP: capacidade produtiva em horas/mês;

HP: horas paralisadas em horas/mês.

3. Tempo planejado (TP): o tempo de produção especificado para determinada quantidade de produtos na operação. Fundamenta-se no planejamento com a capacidade produtiva requerida, com a equação (3):

Equação (3): $TP = Q \cdot tp$ [h/m]

onde:

Q: quantidade de unidades planejadas por mês (unidades mês);

tp: tempo padrão da operação em horas por unidade.

4. Rendimento (η): a relação percentual entre horas trabalhadas e horas efetivamente pagas, ver equação (4):

Equação (4): $\eta = TO/CP$ [%]

onde:

TO: tempo operação (horas trabalhadas);

CP: capacidade produtiva (horas pagas).

5. Eficiência (ξ): a relação entre os recursos previstos e realizados para a execução de uma quantidade de produção num tempo específico, ver equação (5):

Equação (5): $\xi = TP/TO$ [%]

onde:

TP: tempo planejado (consumo previsto de recursos);

TO: tempo operacional (consumo efetivo de recursos).

6. Produtividade (P): relaciona os resultados (*Outputs*) a partir dos esforços (*Inputs*), representado na equação (6):

Equação (6): $P = Output/Input$.

Calculando a Produtividade Planejada (P_p) com a relação entre o que foi planejado e os recursos disponíveis, ver equação (7):

Equação (7): $P_p = TP/CP$ [%]

onde:

TP: tempo planejado (*Output* esperado);

CP: capacidade produtiva (*Input* previsto).

Assim, como pode-se calcular a Produtividade Obtida (P_o), com a relação percentual entre o que foi produzido e os recursos consumidos, a partir da equação (8):

Equação (8): $P_o = q/Hh$ [unidades/ homen.hora]

onde:

q: número de unidades produzidas (*Output* obtido);

Hh: número de homens.hora envolvidos (consumo efetivo de recursos).

Seguindo as equações apresentadas, pode-se definir que a Produtividade Planejada pode ser relacionada com a Eficiência e o Rendimento, conforme Equação (9):

$$\text{Equação (9): } P_p = TP/CP = TP/TO \cdot TO/CP = \xi \eta$$

Assim, pode-se afirmar que a Capacidade Produtiva Efetiva é dependente de sua produtividade, conforme Equação (10):

$$\text{Equação (10): } CP = TP/P_p = TP/ \xi \eta$$

3 MÉTODO DO TRABALHO

3.1 Descrição do objeto de estudo

O presente trabalho foi realizado em uma obra civil, localizada na cidade de Não-Me-Toque, pertencente ao setor público. A obra civil consiste em uma reforma e ampliação, com finalidade de transformar uma residência antiga em uma escola de educação infantil que atenda os requisitos e exigências do Ministério da Educação, totalizando 418,96m² de área, distribuídos entre reforma e ampliação. O empreendimento é de alto padrão, dispendo de salas interativas, banheiros, fraldários, área de lactação e sala administrativa. E, em busca da sustentabilidade, possuirá um processo de destinação correto para todo o entulho gerado pelas demolições nas áreas reformadas.

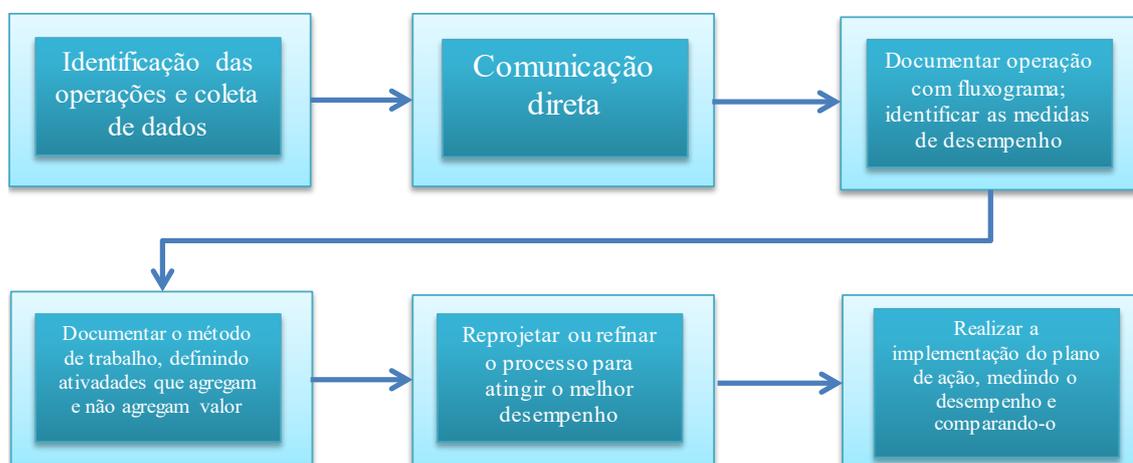
Para acontecer essa obra, que é feita por construtoras terceirizadas, foi realizada uma licitação pública como forma de contratação da construtora executora, esta que deve atender a todos os requisitos publicados no edital de lançamento. A empresa possui um engenheiro civil e cerca de seis funcionários atuando na produção da obra civil em estudo. Para fiscalização e gerenciamento a empresa contratante, conta uma equipe de engenharia, com três engenheiros civis, um engenheiro eletricitista, duas arquitetas e uma estagiária. Sendo a responsável por essa obra uma das arquitetas, que possui um planejamento de projeto e desenvolvimento de operações bem aprimorado com planejamento a curto, médio e longo prazo.

O planejamento de curto prazo é obtido através de controle das atividades diárias e com acompanhamento e visitação. O planejamento de médio prazo é realizado e monitorado semanalmente com atualização mensal com planilhas no programa Excel, para que seja possível também emitir os boletins de medição, o que visível o andamento da obra, as projeções futuras e torna os atrasos previsíveis. O planejamento de longo prazo é preparado antes do início da obra através de um cronograma de trabalho, sua atualização e cumprimento são acompanhados e gerados pelas informações colhidas nos planejamentos de curto e médio prazo, tendo uma maior possibilidade de cumprimento de prazos e previsão de finalização da obra.

3.2 Procedimento metodológico

A pesquisa é segundo Gil como “o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos” (2010, p.01). A pesquisa é atribuída quando não se tem informação suficiente para solucionar o problema, ou quando a informação que está disponível encontra-se em desordem que não pode ser relacionada ao problema adequadamente (GIL, 2010). Por sua natureza uma pesquisa pode ser aplicada com abordagem qualitativa e quantitativa, gerando conhecimentos interpretativos e dimensíveis, classificam-se como uma pesquisa exploratória, por se tratar um estudo de caso. Deste modo, o trabalho teve como enfoque avaliar e gerenciar os desperdícios na indústria da construção civil. Visando cumprir esse objetivo, a metodologia baseou-se nos autores Moreira (2008) e Ritzman e Krasjewski (2004), em um procedimento de análise baseado em seis passos, conforme a Figura 11, que procuraram dar detalhamento e análise aos recursos para chegar com êxito às soluções.

Figura 11 – Fluxograma da metodologia do projeto



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Para melhor compreensão das etapas que devem ser seguidas, foi descrito cada fase.

Etapa 1: identificação das operações e coleta de dados. Nesta primeira etapa, foi tomado conhecimento das operações globais, tendo em vista os principais processos da obra, estreitando até a etapa do processo determinado para que se possa analisar. Foi realizada também a coleta dos dados da empresa, com as documentações e informações já existentes,

estes que eram necessários para o pleno desenvolvimento da pesquisa e registro com fotos, focando na de forma qualitativa para poder observar os pontos a serem melhorados;

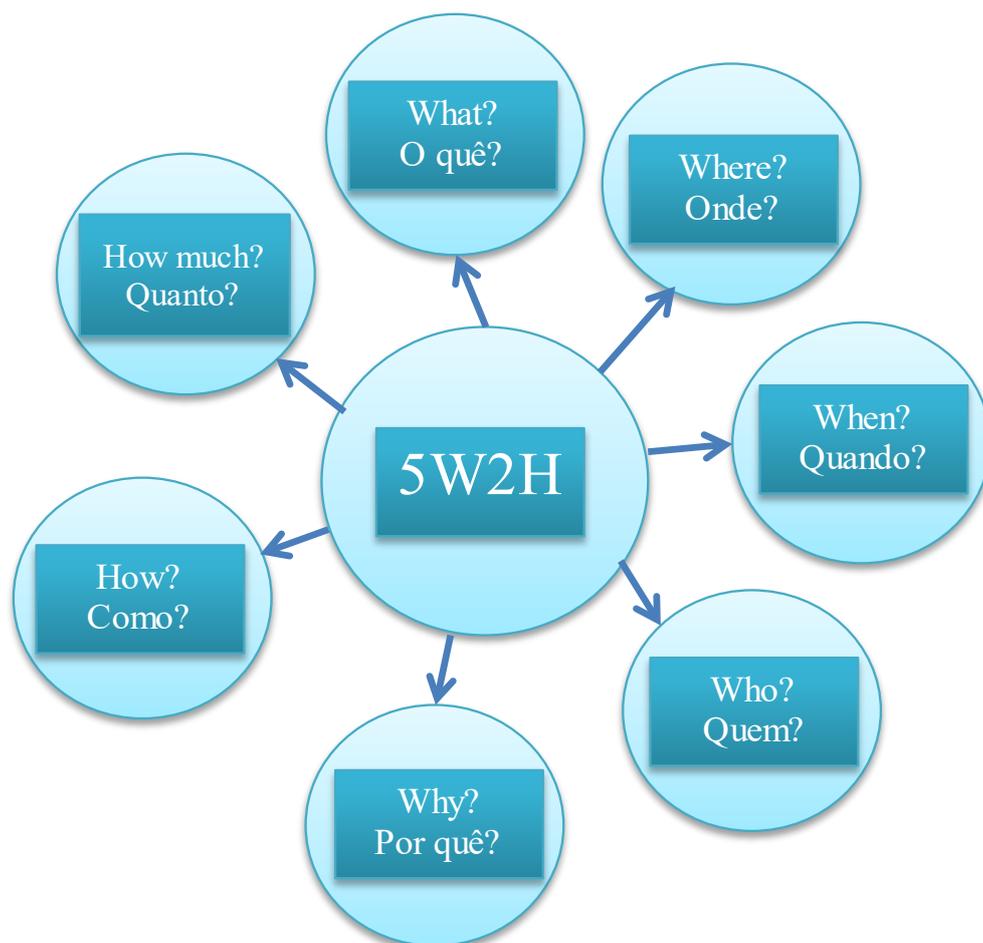
Etapa 2: comunicação direta, ou seja, falar com os operadores, encarregados e supervisores. Nesta segunda etapa, foi feita a visitação e diálogo com os colaboradores ligados diretamente à operação em questão, propondo identificar de maneira qualitativa como é feito o processo determinado para análise;

Etapa 3: documentar a operação com fluxograma e identificar as medidas de desempenho. Foi elaborado e utilizado um fluxograma de processo da operação analisada, conforme exemplo da Figura 10 do autor Moreira (2008), consistindo em uma verificação qualitativa, e a medição do desempenho do setor, baseando-se nas equações das medidas de trabalho, focando em evidenciar o desperdício de forma quantitativa;

Etapa 4: documentar o método de trabalho conforme o andamento do seu processo, deliberando as atividades que agregam valor e as que não agregam. Utilizando o método da construção enxuta, foram conferidas, visualizadas e registradas as operações que estavam sendo realizadas e que não agregam valor e as que agregam valor, formando uma análise qualitativa e quantitativa através do mapeamento de fluxo de valor com base na Figura 6 (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009);

Etapa 5: reprojeta ou refina o processo para atingir o melhor desempenho. Foi necessário formular algumas perguntas. Essa quinta etapa foi qualitativa, sendo formulada a partir da ferramenta 5W2H, conforme a Figura 12, no qual foi definido um plano de ação, com o objetivo de chegar no seu melhor desempenho, retendo desperdícios com princípios da produção enxuta, levando em consideração a análise da etapa 4;

Figura 12 – Ferramenta 5W2H



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Etapa 6: realizar a implementação do plano de ação, medindo desempenho e comparando com os resultados da etapa 3. Nesta última etapa, foi realizada a implementação do plano de ação elaborado na etapa 5, finalizando com a compilação dos resultados, comparando-os com os resultados encontrados primeiramente na etapa 3, legitimando a pesquisa de forma qualitativa e quantitativa.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Identificações das operações e coleta de dados

A construção desta pesquisa se deu início com a escolha do projeto, dentre as obras possíveis que estavam em fase inicial de construção, essa foi escolhida pela proposta que apresentava e logo após a sua visitação e conversa com a arquiteta responsável, a escolha ficou definida. Nesta visita foi possível visualizar e acompanhar os principais processos, com o intuito de detecção do ponto crítico no que tange o desperdício de recursos.

No setor de engenharia foram coletados documentos e informações relevantes, os quais foram de grande contribuição para que fosse tomado conhecimento da situação atual da obra e viabilizando futuros resultados. Foram verificados os planejamentos do setor e coletados os seguintes documentos: ficha de verificação de serviços, planejamento em curto prazo (semanal), projetos arquitetônicos e planejamento em médio prazo (semanal e mensal).

Em toda a obra, após a análise, o setor que apresentou o maior desperdício foi o de argamassa, devido serem armazenadas em duas caixas com capacidade para 2000 litros cada uma conforme a Figura 13. A argamassa é industrializada, produzida em centrais dosadoras e transportada no caminhão-betoneira, para reboco externo, O setor possui atualmente um colaborador, com horário de trabalho das 7h30 às 12h na parte da manhã e das 13h às 17h30 na parte da tarde, exceto em sextas-feiras que se encerra o expediente às 16h, pois o colaborador juntamente aos demais colegas, residem em outro município, precisando se deslocar para retornarem as suas residências, de forma que o colaborador responsável pela argamassa está disponível em tempo integral para tal atividade, durante sua jornada de serviço diária. A distribuição do material é realizada através de caixas menores com auxílio do guincheiro, não existindo um método de solicitação e distribuição da argamassa.

Figura 13 – Caixa para argamassa com capacidade para 2000 litros



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O departamento de argamassa garante toda a obra. A atividade de reboco busca atribuir uma superfície lisa na estrutura das paredes para poder receber os acabamentos, conferindo propriedades térmicas e acústicas, proporcionando conforto ambiental. Esta atividade compõe-se na execução de chapisco e emboço.

Mediante projeto, é definida a espessura do reboco a ser executado, após essa definição é aplicada a argamassa na parede com auxílio das ferramentas de colher de pedreiro e desempenadeira. Aguardando assim, o tempo necessário para “pega” da argamassa e após realizando o sarrafeamento com régua de alumínio. Para finalizar, se utiliza a desempenadeira fazendo movimentos circulares até a obtenção de uma superfície lisa. O reboco precisa responder positivamente aos critérios de prumo, esquadro e planicidade, estes que são medidos durante a execução do serviço, e conferidos pelos estagiários ou mestre de obras após a finalização de cada atividade.

4.2. Comunicação direta, falar com os operadores, encarregados e supervisores

Foi realizado um diálogo com o setor de engenharia, mestre de obras, colaborador do setor argamassa e guincheiro que realiza a distribuição da argamassa pela obra.

O setor de engenharia relatou a realidade de demanda semanal e planejamentos, conforme já informados anteriormente. O mestre de obras apresentou os colaboradores.

O acompanhamento foi diretamente com o colaborador do setor de argamassa e o guincheiro. Estes detalharam suas atividades diárias que foram registradas no fluxo do processo da produção de argamassa de reboco externo da seguinte forma:

1. Pedido de argamassa ao guincheiro;
2. Movimentação do guincheiro até onde está armazenada a argamassa;
3. Movimentação do guincheiro até o colaborador responsável pela argamassa;
4. Solicitação da argamassa ao colaborador, informando quantidade e local com necessidade;
5. Produção da argamassa;
6. Registro realizado pelo colaborador da argamassa contendo quantidade de argamassa produzida;
7. Disposição da caixa menor produzida ao lado da caixa grande de argamassa;
8. Colaborador responsável pela argamassa aguarda guincheiro para movimentação da caixa até o carrinho;
9. Movimentar a caixa até o carrinho (pelo guincheiro e colaborador);
10. Registro realizado pelo guincheiro contendo quantidade de argamassa solicitada e movimentada;
11. Movimentação da argamassa via carrinho até o local com necessidade da argamassa;
12. Confirmar a necessidade do material ao pedreiro;
13. Entregar a argamassa ao pedreiro com necessidade do material.

Com base no diálogo com os colaboradores e a análise da operação, identificou-se os seguintes deficits:

1. Não há controle efetivo de local de utilização da argamassa, ficando a mercê da memória dos colaboradores. Quando são solicitadas várias caixas em vários locais, há esquecimento dos locais e pedidos solicitados, desencadeando desperdício de tempo significativo, pois pode ocorrer a necessidade parar em vários locais, conferindo se aquele é o local solicitante da argamassa;

2. Atualmente a demanda do dia é em torno de 3 a 4 caixas solicitadas em momentos aleatórios durante o dia, o que acaba gerando a necessidade de um colaborador fixo no setor, visto que o setor exige apenas em torno de 40 minutos do colaborador, sendo que para cada caixa demanda um tempo de 10 minutos de operação, desde o início da operação até o carrinho. Havendo desperdício de mão-de-obra;

3. Por não ter um fluxo contínuo de solicitação de argamassa, não tendo definição anterior a quantidade e o turno de argamassa exigida, o colaborador fica disponível 8 horas para a argamassa, não se envolvendo em outras atividades;

Em síntese, se viu que há sim um planejamento geral quanto à argamassa, mas durante a operação, o planejamento e o controle da produção da argamassa não decorrem de forma eficaz, sendo evidente os desperdícios, baixo rendimento do colaborador, ociosidade do setor, falhas de comunicação entre os setores e distribuição da argamassa ruim e ineficiente.

Quanto à argamassa para reboco interno, o fluxo deu-se da seguinte forma:

1. Planejar o reboco interno semanal;
2. Solicitar a argamassa à empresa externa que fornece argamassa;
3. Aguardar recebimento da argamassa – 2 dias úteis;
4. Receber a argamassa;
5. Estocar a argamassa recebida próximo à rampa de acesso;
6. Solicitar a argamassa ao guincheiro;
7. Movimentação do guincheiro até o local que contém a argamassa;
8. Movimentação do guincheiro até o local de armazenamento da argamassa;
9. Solicitar o auxílio ao colaborador de argamassa para movimentação da caixa até a rampa para o carrinho;
10. Aguardar auxílio para movimentação da caixa de argamassa;
11. Movimentação da caixa pelo guincheiro e o colaborador de argamassa;
12. Movimentação da argamassa via carrinho até o local com necessidade do material;
13. Confirmação da necessidade da argamassa ao pedreiro;
14. Entregar a argamassa ao pedreiro com necessidade do material.

No que se refere a análises prévias da operação da argamassa para reboco interno, é visível que a distribuição e comunicação possui falhas, não existindo um fluxo contínuo e definido, dependendo da demanda e de informação gerada imediatamente, não seguindo um planejamento.

4.3 Documentar a operação com fluxograma e identificar as medidas de desempenho atuais

Com as informações coletadas na etapa anterior, quanto aos fluxos da argamassa de reboco externo e de reboco interno, foi documentada a operação com fluxograma do processo, conforme Figura 14 e Figura 15 respectivamente.

Figura 14 – Fluxograma de processo da argamassa de reboco externo anterior ao plano de ação

FLUXOGRAMA DE PROCESSO		ANALISTA: <u>Marlise Revelant</u>				
SOLICITAÇÃO /PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ARGAMASSA REBOCO EXTERNO		DATA: Julho/2021				
		REVISÃO: A				
		OPERAÇÃO	TRANSPORTE	INSPEÇÃO	DEMORA	ESTOCAGEM
1	Pedido de argamassa ao guincheiro;	●	↓			
2	Movimentação do guincheiro até onde está armazenada a argamassa;	○	↓			
3	Movimentação do guincheiro até o colaborador responsável pela argamassa;	○	↓			
4	Solicitação da argamassa ao colaborador, informando quantidade e local com necessidade;	●	↓			
5	Produção da argamassa;	●	↓			
6	Registro realizado pelo colaborador da argamassa contendo quantidade de argamassa produzida;	○	↓			▲
7	Disposição da caixa menor produzida ao lado da caixa grande de argamassa;	○	↓			▲
8	Colaborador responsável pela argamassa aguarda guincheiro para movimentação da caixa até o carrinho;	○	↓		●	
9	Movimentar a caixa até o carrinho (pelo guincheiro e colaborador);	○	↓			▲
10	Registro realizado pelo guincheiro contendo quantidade de argamassa solicitada e movimentada;	○	↓			▲
11	Movimentação da argamassa via carrinho até o local com necessidade da argamassa;	○	↓			▲
12	Confirmar a necessidade do material ao pedreiro;	○	↓	■		
13	Entregar a argamassa ao pedreiro com necessidade do material.	●	↓			▼

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 15 – Fluxograma de processo da argamassa de reboco interno anterior ao plano de ação

FLUXOGRAMA DE PROCESSO		ANALISTA: <u>Marlise Revelant</u>				
SOLICITAÇÃO /PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ARGAMASSA REBOCO INTERNO		DATA: Julho/2021				
		REVISÃO: A				
		OPERAÇÃO	TRANSPORTE	INSPEÇÃO	DEMORA	ESTOCAGEM
1	Planejar o reboco semanal;	●	⇄			▽
2	Solicitar a argamassa à empresa externa que fornece argamassa;	○	⇄			▽
3	Aguardar recebimento da argamassa – 2 dias úteis;	○	⇄			▽
4	Receber a argamassa;	●	⇄			▽
5	Estocar a argamassa recebida próximo à rampa de acesso;	○	⇄			▽
6	Solicitar a argamassa ao guincheiro;	●	⇄			▽
7	Movimentação do guincheiro até o local que contém a argamassa;	○	⇄			▽
8	Movimentação do guincheiro até o local de armazenamento da argamassa;	○	⇄			▽
9	Solicitar o auxílio ao colaborador de argamassa para movimentação da caixa até a rampa para o carrinho;	●	⇄			▽
10	Aguardar auxílio para movimentação da caixa de argamassa;	○	⇄			▽
11	Movimentação da caixa pelo guincheiro e o colaborador de argamassa;	○	⇄			▽
12	Movimentação da argamassa via carrinho até o local com necessidade do material;	○	⇄			▽
13	Confirmação da necessidade da argamassa ao pedreiro;	○	⇄			▽
14	Entregar a argamassa ao pedreiro com necessidade do material.	●	⇄			▽

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Com as informações obtidas nesta etapa, foram geradas as medidas de desempenho anteriores à aplicação do plano de ação 5W2H, sendo as seguintes:

a) Capacidade produtiva (CP):

$$\text{Equação (1): } CP = nhd \text{ [h/m]}$$

$$* CP = 1.8 \text{ [horas]} \times 20 \text{ [dias]} = 160 \text{ horas/mês}$$

Entretanto, levaremos em consideração uma eficiência ótima de 85%, com esse desconto de 15% para fadiga, paradas para lanches e descanso, logo:

$$CP = 160 \text{ [horas/mês]} \times 0,85 = 136 \text{ horas/mês}$$

A capacidade produtividade do colaborador e setor é de 136 horas/mês considerando uma eficiência de 85%.

b) Tempo operacional (TO):

$$\text{Equação (2): } TO = CP - HP \text{ [h/m]}$$

$$* TO = 136 \text{ [horas/mês]} - HP$$

Para encontrar-se HP, sabe-se que a média produtiva diária é de 4 caixas, levando em consideração um tempo de operação de 10 minutos (0,16 horas), teremos então:

$$\text{Produção mensal em horas} = 4 \text{ caixas} \times 20 \text{ dias} \times 0,16 \text{ horas} = 12,8 \text{ horas /mês.}$$

$$\text{Tendo } HP = CP - \text{produção mensal em horas}$$

$$HP = 136 \text{ horas/mês} - 12,8 \text{ horas/mês} = 123,2 \text{ horas/mês}$$

Assim, o tempo operacional será:

$$TO = 136 \text{ [horas/mês]} - 123,2 \text{ [horas/mês]} = 12,8 \text{ horas/mês}$$

O tempo operacional do colaborador e setor é de 12,8 horas/mês.

c) Tempo planejado (TP):

$$\text{Equação (3): } TP = q \cdot tp \text{ [h/m]}$$

$$TP = (4 \text{ caixas} \cdot 20 \text{ dias úteis}) \times 0,16 \text{ [horas]}$$

$$TP = 80 \text{ [unidades/mês]} \times 0,16 \text{ [horas]} = 12,8 \text{ horas/mês}$$

O tempo planejado do colaborador e setor é de 12,8 horas/mês.

d) Rendimento (η):

$$\text{Equação (4): } \eta = TO/CP \text{ [%]}$$

$$\eta = 12,8 \text{ [horas/mês]} / 136 \text{ [horas/mês]} = 0,0941 \text{ ou } 9,41\%$$

O rendimento do colaborador e setor é de 9,41%.

e) Eficiência (ξ):

$$\text{Equação (5): } \xi = TP/TO \text{ [%]}$$

$$\xi = 12,8 \text{ [horas/mês]} / 12,8 \text{ [horas/mês]} = 1 \text{ ou } 100\%$$

A eficiência do colaborador e setor é de 100%, visto que realiza tudo que é planejado.

f) Produtividade (P):

a. Produtividade planejada (P_p):

$$\text{Equação (7): } P_p = TP/CP \text{ [%]}$$

$$P_p = 12,8 \text{ [horas/mês]} / 136 \text{ [horas/mês]} = 0,0941 \text{ ou } 9,41\%$$

b. Produtividade obtida (P_o):

Levando em consideração o tempo total de 160 horas/mês:

$$\text{Equação (8): } P_o = q/Hh \text{ [unidades/ homen.hora]}$$

$$* P_o = 80 \text{ [caixas]} / 1 \text{ [homem]} \times 160 \text{ [horas]} = 1 \text{ unidades/ homem.hora}$$

Levando em consideração o tempo total de 136 horas/mês:

$$P_o = q/Hh \text{ [unidades/ homen.hora]}$$

$$P_o = 80 \text{ [caixas]} / 1 \text{ [homem]} \cdot 136 \text{ [horas]} = 0,60 \text{ unidades/ homem.hora}$$

A produtividade planejada é a mesma que o rendimento, ou seja, 9,41% e a produtividade obtida em unidades, quando considerado 136 horas/mês, têm-se 0,60 unidades/homem.hora.

g) Relações entre as medidas:

Equação (10): $CP = TP/Pp = TP/ \xi \eta$

$136 \text{ [horas/mês]} = 12,8 \text{ [horas/mês]} / 0,0941 = 12,8 \text{ [horas/mês]} / 1.0,0941$

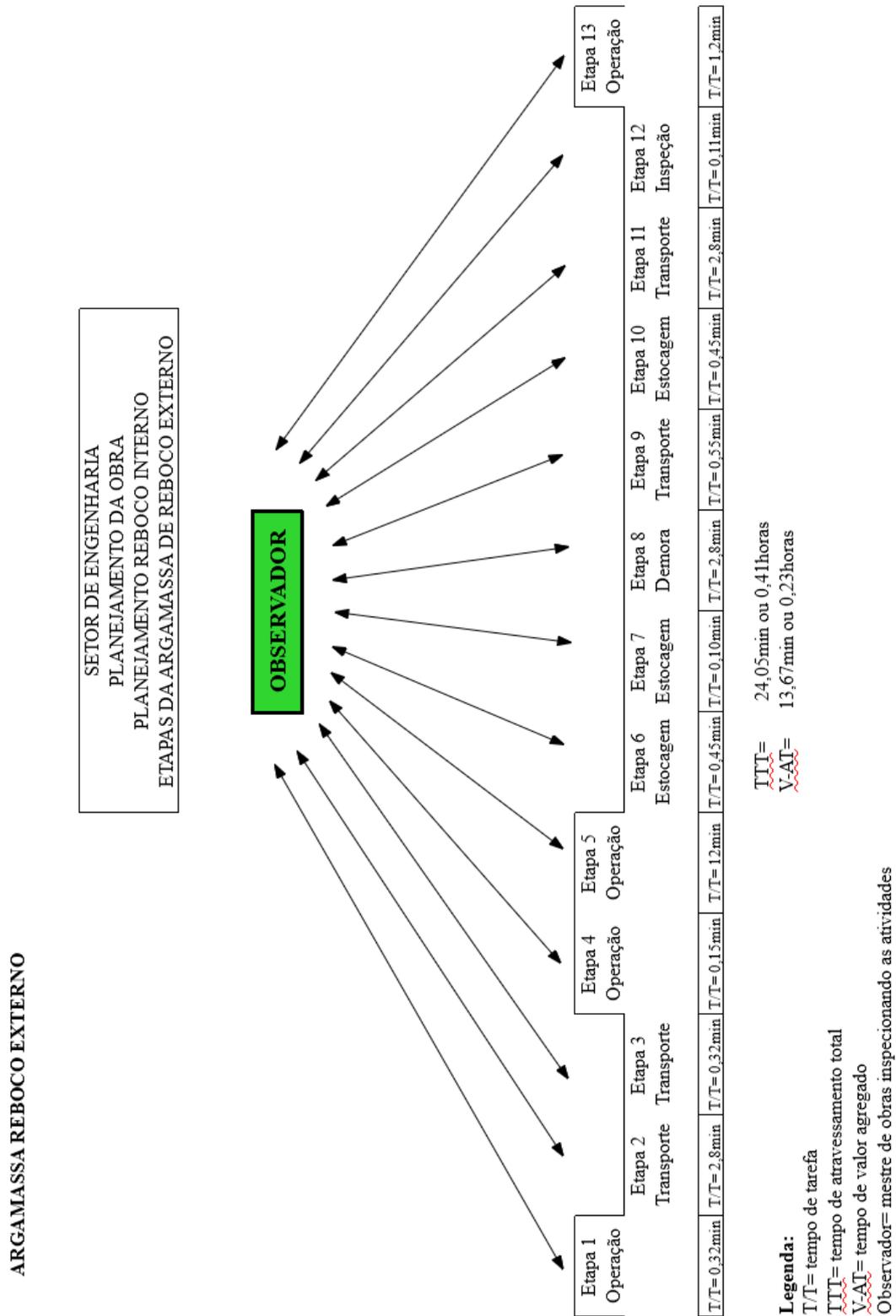
$136 \text{ horas/mês} = 136 \text{ horas/mês} = 136 \text{ horas/mês}$

A capacidade produtiva efetiva é vinculada diretamente a sua produtividade, as horas paralisadas dependem essencialmente do planejamento administrativo da engenharia, a produtividade obtida depende do colaborador e da demanda, deixando nítido que as medidas de trabalho dependem de todos os fatores envolvidos, planejamento e operação, cujas estão com disponibilidade acima da demanda de produção, conforme visualizado na etapa 4.1.

4.4 Documentar o método de trabalho, definindo as atividades que agregam valor e as que não agregam valor

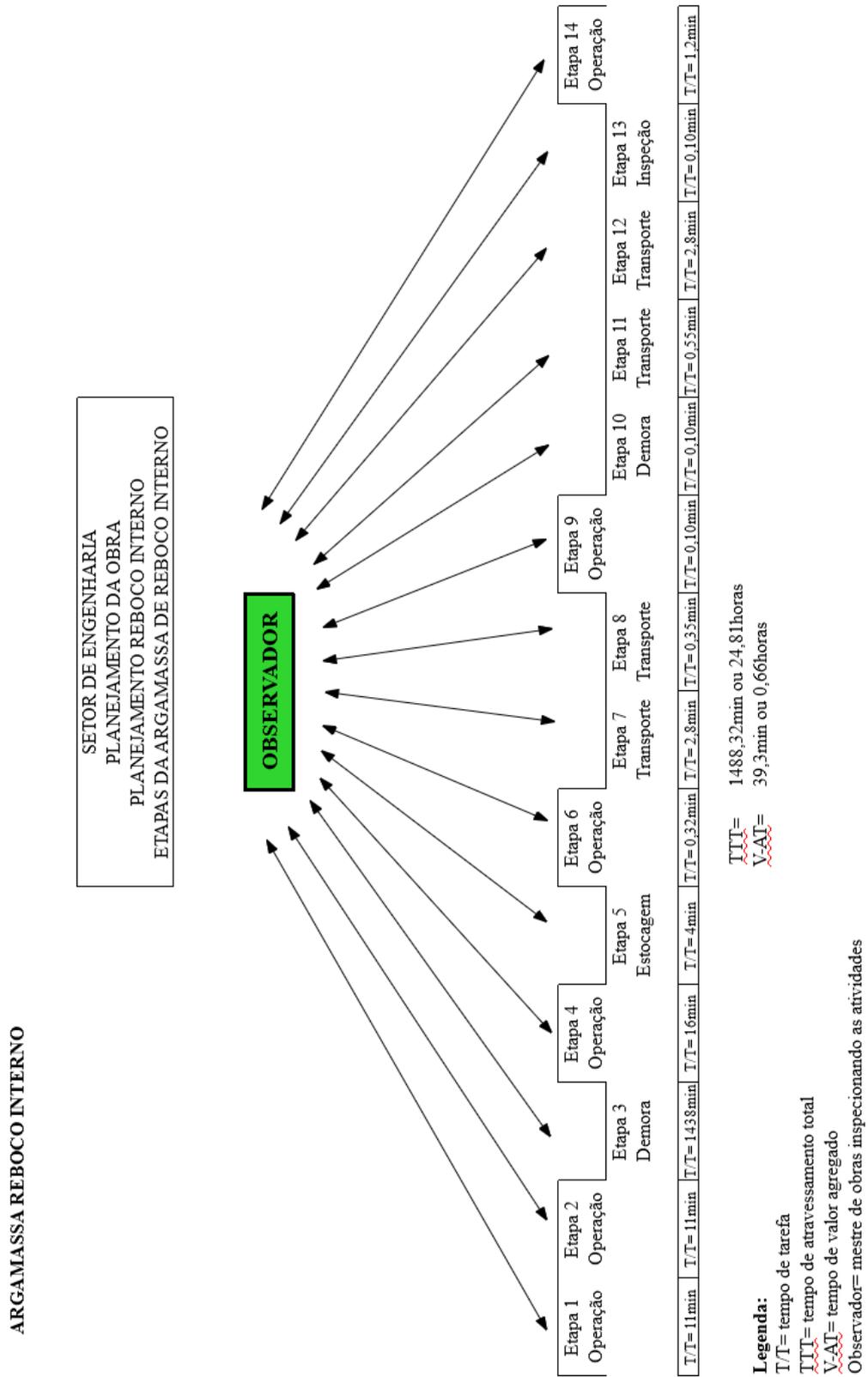
Visualizando os fluxogramas de processo (Figura 14 e Figura 15) e as informações adquiridas na etapa anterior, foi possível gerar um mapeamento do fluxo de valor, determinando as atividades que agregam e que não agregam valor, sendo possível notar o tempo necessário total para realizar o processo de argamassa de reboco externo e de reboco interno, conforme Figura 16 e Figura 17 consecutivamente.

Figura 16 – VSM da argamassa de reboco externo anterior ao plano de ação



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 17 – VSM da argamassa de reboco interno anterior ao plano de ação



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Baseado no VSM foi analisado que a produção e distribuição da argamassa para reboco externo demoram 0,41 horas para haver o ciclo completo, ou seja, o atravessamento total, e somente 0,23 horas é o tempo de valor agregado das tarefas, sendo 56,84% de etapas que agregam valor. A argamassa para reboco interno demora 24,81 horas para o atravessamento total e apenas 0,66 horas são de tempo de valor agregado, equivalendo a 2,64% de agregação de valor. Demonstrando assim, que o setor de argamassa apresentava desperdícios em etapas que não agregavam valor e capacidade produtiva acima da demanda, além de não possuir metodologia de solicitação e distribuição do material.

4.5 Reprojetar o processo para atingir o melhor desempenho

Partindo do estudo do mapeamento de fluxo de valor e fluxograma do processo de solicitação, produção e distribuição da argamassa, realizou-se um plano de ação 5W2H com o objetivo de chegar no melhor desempenho, reduzindo os desperdícios e as atividades que não agregam valor, empregando a ferramenta de gestão de visual: o sistema *Kanban*.

A Figura 18 e a Figura 19 a seguir apresentam o plano de ação gerado a partir da ferramenta 5W2H para a argamassa de reboco externo e reboco interno.

Figura 18 – Plano de ação da argamassa de reboco externo

PLANO DE AÇÃO 5W2H - ARGAMASSA PARA REBOCO EXTERNO	
WHAT?	O que precisa ser feito?
	Aplicação de sistema <i>Kanban</i> com quadro visual, conforme Figura 20, a fim de ordenar a produção e distribuição de argamassa de reboco externo.
WHY?	Por que precisa ser feito?
	Porque o planejamento e controle da produção da argamassa não ocorrem de forma eficiente, tendo evidências de desperdícios constados pelo fluxograma e medidas de desempenho, como: baixo rendimento do colaborador, ociosidade do setor, falha na comunicação entre setores e má distribuição da argamassa.
WHERE?	Onde deve ser feito?
	No setor de argamassa e no quadro de gestão visual de <i>Kanban</i> ao lado da rampa de acesso.
WHEN?	Quando precisa ser feito?
	Iniciar a aplicação em outubro/2021.
WHO?	Quem será responsável?
	Plano de ação e inicial implantação: autora deste trabalho. Continuidade e controle: setor de engenharia.
HOW?	Como deve ser feito?
	<p>SOLICITAÇÃO DE MATERIAL NO QUADRO KANBAN PELOS OPERADORES: Para abastecimento do turno da manhã: solicitação na tarde anterior a partir das 17 horas. Para abastecimento do turno da tarde: solicitação na tarde anterior a partir das 17 horas e/ou na manhã a partir das 11h30.</p> <p>CARTÕES KANBAN - cada cartão indica produção de uma caixa de argamassa: MANHÃ: Cartão vermelho: urgência - realizar a produção da argamassa no primeiro turno da manhã, às 7h30. Cartão verde: sequência - realizar a produção da argamassa no segundo turno da manhã, às 10 horas.</p> <p>TARDE: Cartão vermelho: urgência - realizar a produção da argamassa no primeiro turno da tarde, às 13 horas. Cartão verde: sequência - realizar a produção da argamassa no segundo turno da tarde, às 15h30.</p> <p>FLUXO DO SISTEMA KANBAN: 1. Os pedreiros solicitam o material via quadro <i>kanban</i>, colocando os cartões no turno que desejam a argamassa, levando em consideração o momento que necessitarão do material, conforme descrito acima. 2. O operador da argamassa visualiza e anota na planilha a quantidade que foi solicitada e gera produção no momento determinado, na quantidade certa para entregar no tipo certo. 3. O guincheiro visualiza o quadro <i>kanban</i> e se organiza para distribuição da argamassa, nos dois turnos matutinos e nos dois turnos vespertinos, distribuindo nos tipos solicitados. Para cada caixa entregue é retirado o cartão <i>kanban</i> do quadro para iniciar posteriormente o ciclo novamente. 4. O operador da argamassa, a partir desse método <i>kanban</i>, organiza-se para produção nos turnos solicitados, sabendo previamente o tempo necessário que permanecerá na produção da argamassa, sendo realocado no restante do tempo disponível para outra tarefa/ operação. 5. Se mantiver o padrão de 8 caixas diárias, sendo no turno da manhã 2 caixas urgência e 2 sequência, e no turno da tarde repetir a expectativa, utilizando os dois silos simultaneamente, seu tempo de permanência será de 10 minutos (0,16 horas) para cada turno matutino e vespertino, totalizando 40 minutos (0,64 horas) na produção de argamassa e não 80 minutos (1,28 horas) como anteriormente, quando produzir caixas em momentos aleatórios, conforme demanda imediata.</p>
HOW MUCH?	Quais são os custos?
	Haverá o custo de investimento no quadro <i>Kanban</i> e treinamento aos colaboradores envolvidos.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 19 – Plano de ação da argamassa de reboco interno

PLANO DE AÇÃO 5W2H - ARGAMASSA PARA REBOCO INTERNO	
WHAT?	O que precisa ser feito?
	Aplicação de sistema <i>Kanban</i> com quadro visual, conforme Figura 20, a fim de ordenar a produção e distribuição de argamassa de reboco interno.
WHY?	Por que precisa ser feito?
	Porque a distribuição da argamassa para reboco externo e a comunicação é falha, não havendo um fluxo contínuo e definido, dependendo de alimentação de informação imediata, não seguindo um planejamento.
WHERE?	Onde deve ser feito?
	No setor de argamassa e no quadro de gestão visual de <i>Kanban</i> ao lado da rampa de acesso.
WHEN?	Quando precisa ser feito?
	Iniciar a aplicação em outubro/2021.
WHO?	Quem será responsável?
	Plano de ação e inicial implantação: autora deste trabalho. Continuidade e controle: setor de engenharia.
HOW?	Como deve ser feito?
	SOLICITAÇÃO DE MATERIAL NO QUADRO KANBAN PELOS OPERADORES: Com base no planejamento semanal, o mestre de obras solicita a quantidade necessária de argamassa ao fornecedor externo, com três dias de antecedência ao uso. Durante os três dias úteis de espera da argamassa, os operadores podem realizar a solicitação via quadro <i>kanban</i> da argamassa, levando em consideração o turno que a utilizará e a urgência de recebimento.
	CARTÕES KANBAN - cada cartão indica necessidade de uma caixa de argamassa. DISTRIBUIÇÃO CONFORME QUADRO KANBAN: Turnos pré-definidos: manhã e tarde. Cartão vermelho: urgência - será distribuição imediata no turno solicitado. Cartão verde: sequência - será distribuição conforme possibilidade, atendendo no turno solicitado.
HOW MUCH?	FLUXO DO SISTEMA KANBAN: 1. Os pedreiros solicitam o material via quadro <i>kanban</i> , colocando a quantidade de cartões conforme quantidade de caixas que precisarão no turno que desejam a argamassa e no tipo de atividade que estarão trabalhando, levando em consideração o momento que necessitarão do material, conforme descrito acima. 2. O guincheiro visualiza o quadro <i>kanban</i> e se organiza para distribuição da argamassa, distribuindo imediatamente a argamassa com urgência e posteriormente, conforme planejamento do guincheiro, as de sequência, nos tipos solicitados. Para cada caixa entregue é retirado o cartão <i>kanban</i> do quadro para iniciar posteriormente o ciclo novamente.
	Quais são os custos?
	Haverá o custo de investimento no quadro <i>Kanban</i> e treinamento aos colaboradores envolvidos.

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

A Figura 20 retrata o quadro *Kanban*, que foi aplicado na obra em estudo, de acordo com o plano de ação da Figura 18 e da Figura 19, tendo três principais variantes: tipo de argamassa

(reboco externo ou reboco interno), turno (manhã ou tarde) e necessidade (urgência – produção/ distribuição imediata no início de cada turno; sequência – produção/ distribuição sequencial, na metade de cada turno, definidas nas cores dos cartões). O local de disposição do quadro *Kanban* foi definido na rampa de acesso à obra, por ser ponto de encontro em que todos os envolvidos na obra transitam para movimentação entre os locais que estão com solicitação de argamassa.

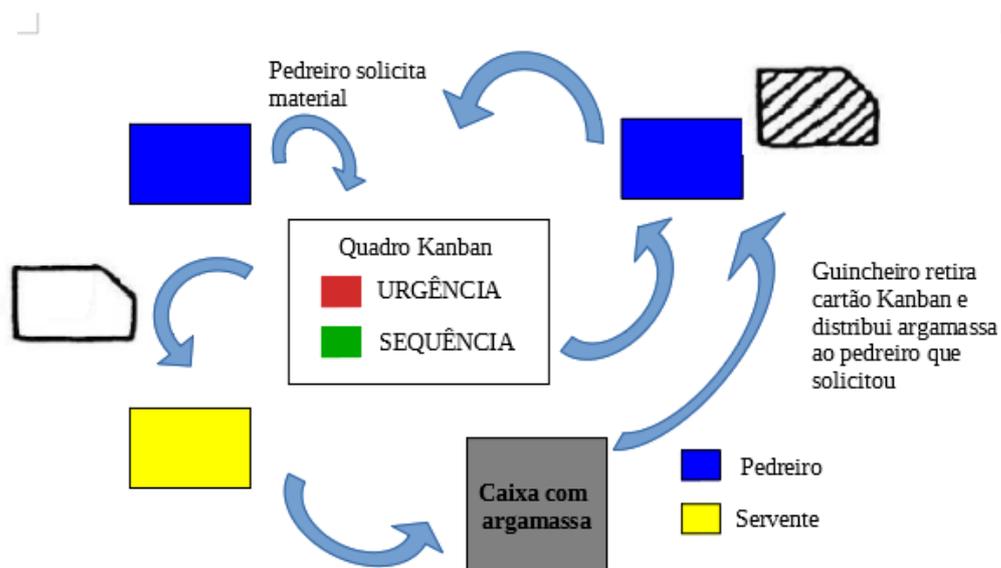
Figura 20 – Quadro *Kanban*

ARGAMASSA				
	URGÊNCIA		SEQUÊNCIA	
Turno:	Manhã		Tarde	
Local	Reboco Externo	Reboco Interno	Reboco Externo	Reboco Interno
Sala interativa				
Fraldário				
Fraldário				
Área de lactação				
Sala administrativa				
Sala administrativa				
Banheiro				

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

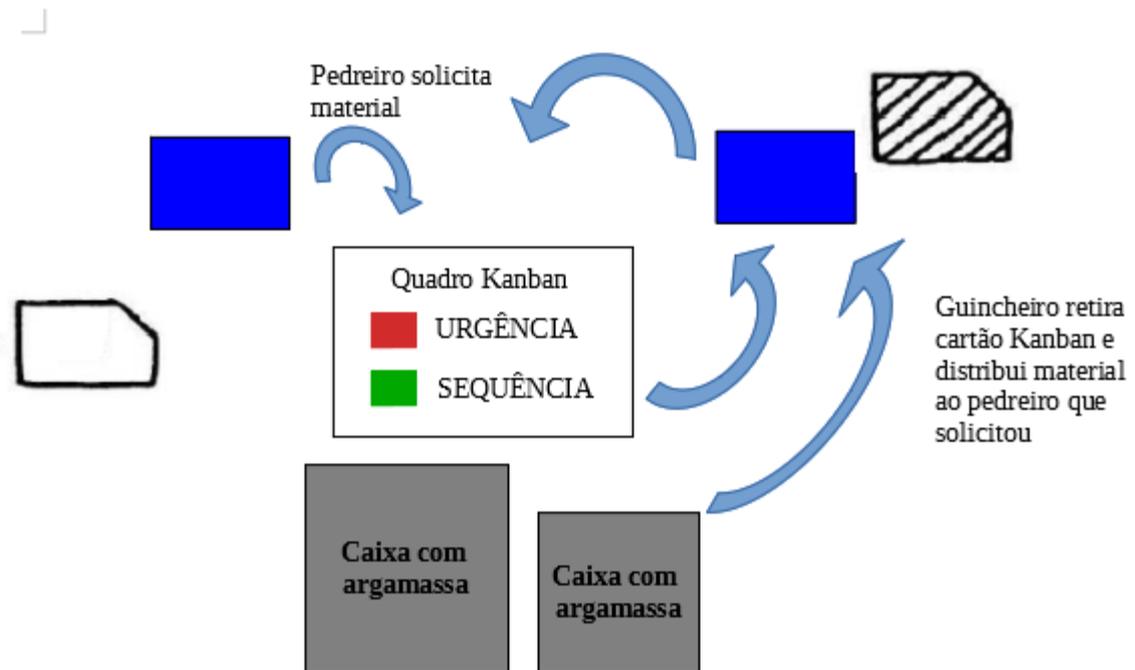
Com base no plano de ação, o fluxo do quadro *Kanban* da argamassa de reboco externo e interno se dará conforme Figura 21 e Figura 22.

Figura 21 – Fluxo do *Kanban* para argamassa de reboco externo



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Figura 22 – Fluxo do *Kanban* para argamassa de reboco interno



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

4.6 Realizar a implementação do plano de ação, medindo desempenho e comparando com resultados anteriores

Implantando o plano de ação, os fluxogramas dos processos foram alterados, enxugando as etapas, conforme Figura 23 e Figura 24.

Figura 23 – Fluxograma de processo da argamassa de reboco externo posterior ao plano de ação

FLUXOGRAMA DE PROCESSO		ANALISTA: <u>Marlise Revelant</u>				
SOLICITAÇÃO /PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ARGAMASSA REBOCO EXTERNO		DATA: Agosto/2021				
		REVISÃO: B				
		OPERAÇÃO	TRANSPORTE	INSPEÇÃO	DEMORA	ESTOCAGEM
1	Solicitar a argamassa via <u>Kanban</u> ;	●	⇨	□	□	▽
2	Produzir argamassa conforme requisitado no quadro <u>Kanban</u> ;	●	⇨	□	□	▽
3	Registro realizado pelo colaborador da argamassa contendo quantidade de argamassa produzida;	○	⇨	□	□	▽
4	Disposição da caixa menor produzida ao lado da caixa grande de argamassa;	○	⇨	□	□	▽
5	Colaborador responsável pela argamassa aguarda guincheiro para movimentação da caixa até o carrinho;	○	⇨	□	●	▽
6	Movimentar a caixa até o carrinho (pelo guincheiro e colaborador);	○	⇨	□	□	▽
7	Movimentação da argamassa via carrinho até o local com necessidade da argamassa;	○	⇨	□	□	▽
8	Entregar a argamassa ao pedreiro com necessidade do material.	●	⇨	□	□	▽

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

No processo de argamassa para reboco externo, anteriormente eram 13 etapas reduzindo então para 8 etapas, totalizando numa redução geral de 38,46% nos processos que não agregam valor. Nas etapas de transporte houve redução de 50%, na estocagem em 33,33%, na inspeção redução de 100% e nas operações ocorreu redução de 25%, visto que das 4 operações, somente 1 operação agrega efetivamente valor.

Figura 24 – Fluxograma de processo da argamassa de reboco interno posterior ao plano de ação

FLUXOGRAMA DE PROCESSO		ANALISTA: <u>Marlise Revelant</u>				
SOLICITAÇÃO /PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ARGAMASSA REBOCO INTERNO		DATA: Agosto/2021				
		REVISÃO: B				
		OPERAÇÃO	TRANSPORTE	INSPEÇÃO	DEMORA	ESTOCAGEM
1	Planejar o reboco semanal;	●	⇨	□	□	▽
2	Solicitar a argamassa à empresa externa que fornece argamassa;	●	⇨	□	□	▽
3	Aguardar recebimento da argamassa – 2 dias úteis;	○	⇨	□	□	▽
4	Receber a argamassa;	●	⇨	□	□	▽
5	Estocar a argamassa recebida próximo à rampa de acesso;	○	⇨	□	□	▽
6	Solicitar a argamassa via quadro <u>Kanban</u> ;	●	⇨	□	□	▽
7	Solicitar o auxílio ao colaborador de argamassa para movimentação da caixa até a rampa para o carrinho;	●	⇨	□	□	▽
8	Aguardar auxílio para movimentação da caixa de argamassa;	○	⇨	□	□	▽
9	Movimentação da caixa pelo guincheiro e o colaborador de argamassa;	○	⇨	□	□	▽
10	Movimentação da argamassa via carrinho até o local com necessidade do material;	○	⇨	□	□	▽
11	Entregar a argamassa ao pedreiro com necessidade do material.	●	⇨	□	□	▽

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

No processo de argamassa para reboco interno, anteriormente eram 14 etapas sendo reduzido para 11 etapas, totalizando uma redução de 21,42% nas etapas que não agregam valor. Nas etapas de transporte houve redução de 50% e na inspeção redução de 100%.

As medições de trabalho posteriores à aplicação do plano de ação são as seguintes:

a) Capacidade produtiva (CP):

$$\text{Equação (1): } CP = nhd \text{ [h/m]}$$

Levando-se em consideração que o operador se manterá no setor apenas nos momentos pré-determinados conforme plano de 5W2H gerado no item 4.6, o tempo de permanência será

o tempo de produção. Como a produção será realizada com pelo caminhão betoneira, ao invés de produzir em 10 minutos (0,1666 horas) apenas uma caixa, serão produzidas 2 caixas, logo, o tempo de cada caixa se dará em 5 minutos (0,0833 horas), considerando a produção média de 4 caixas diárias, as horas disponíveis para trabalho (h) será de:

$$h = 4 \text{ [caixas]} \cdot 0,0833 \text{ [horas]} = 0,3332 \text{ horas}$$

Dessa forma, a capacidade produtiva será:

$$CP = 1,0,3332 \text{ [horas]} \cdot 20 \text{ [dias]} = 6,664 \text{ horas/mês}$$

A capacidade produtividade do operador e setor é de 6,664 horas/mês, tendo uma redução de 129,34 horas, as quais estavam em um tempo disponível desperdiçado, sendo realocadas essas horas para outras atividades com necessidade de recurso de mão-de-obra.

b) Tempo operacional (TO):

$$\text{Equação (2): } TO = CP - HP \text{ [h/m]}$$

Conforme determinado em que o operador irá manter-se no setor conforme produção planejada, não haverá horas paralisadas, assim o tempo operacional será:

$$TO = 6,664 \text{ [horas/mês]} - 0 \text{ [horas/mês]} = 6,664 \text{ horas/mês}$$

O tempo operacional do operador e setor é de 6,664 horas/mês depois da implementação do plano de ação.

c) Tempo planejado (TP):

$$\text{Equação (3): } TP = q \cdot tp \text{ [h/m]}$$

$$*TP = (4 \text{ caixas} \cdot 20 \text{ dias úteis}) \cdot 0,0833 \text{ [horas]}$$

$$**TP = 80 \text{ [unidades/mês]} \cdot 0,0833 \text{ [horas]} = 6,664 \text{ horas/mês}$$

O tempo planejado do operador e setor é de 6,664 horas/mês após a implementação do plano de ação.

d) Rendimento (η):

$$\text{Equação (4): } \eta = TO/CP \text{ [%]}$$

$$* \eta = 6,664 \text{ [horas/mês]} / 6,664 \text{ [horas/mês]} = 1 \text{ ou } 100\%$$

O rendimento do operador e setor é de 100%, com aumento de 90,59% comparado ao cenário anterior à implantação do quadro *Kanban*.

e) Eficiência (ξ):

Equação (5): $\xi = TP/TO$ [%]

$$* \xi = 6,664 \text{ [horas/mês]} / 6,664 \text{ [horas/mês]} = 1 \text{ ou } 100\%$$

A eficiência do operador e setor mantem-se em 100%.

f) Produtividade (P):

a. Produtividade planejada (Pp):

Equação (7): $Pp = TP/CP$ [%]

$$* Pp = 6,664 \text{ [horas/mês]} / 6,664 \text{ [horas/mês]} = 1 \text{ ou } 100\%$$

b. Produtividade obtida (Po):

Levando em consideração o tempo total de 6,664 horas/mês:

Equação (8): $Po = q/Hh$ [unidades/ homen.hora]

$$* Po = 80 \text{ [caixas]} / 1 \text{ [homem]} \cdot 6,664 \text{ [horas]} = 12 \text{ unidades/ homem.hora}$$

A produtividade planejada é a mesma que o rendimento, ou seja, 100%, atingindo o mesmo crescimento de 90,59% e a produtividade obtida em unidades, têm-se em 12 unidades/homem.hora, na qual comparado ao cenário anterior, obteve-se um crescimento de 11,4 unidades/homem.hora.

g) Relações entre as medidas:

Equação (10): $CP = TP/Pp = TP/ \xi \eta$

$$*6,664 \text{ [horas/mês]} = 6,664 \text{ [horas/mês]} / 1 = 6,664 \text{ [horas/mês]} / 1.1$$

$$**6,664 \text{ horas/mês} = 6,664 \text{ horas/mês} = 6,664 \text{ horas/mês}$$

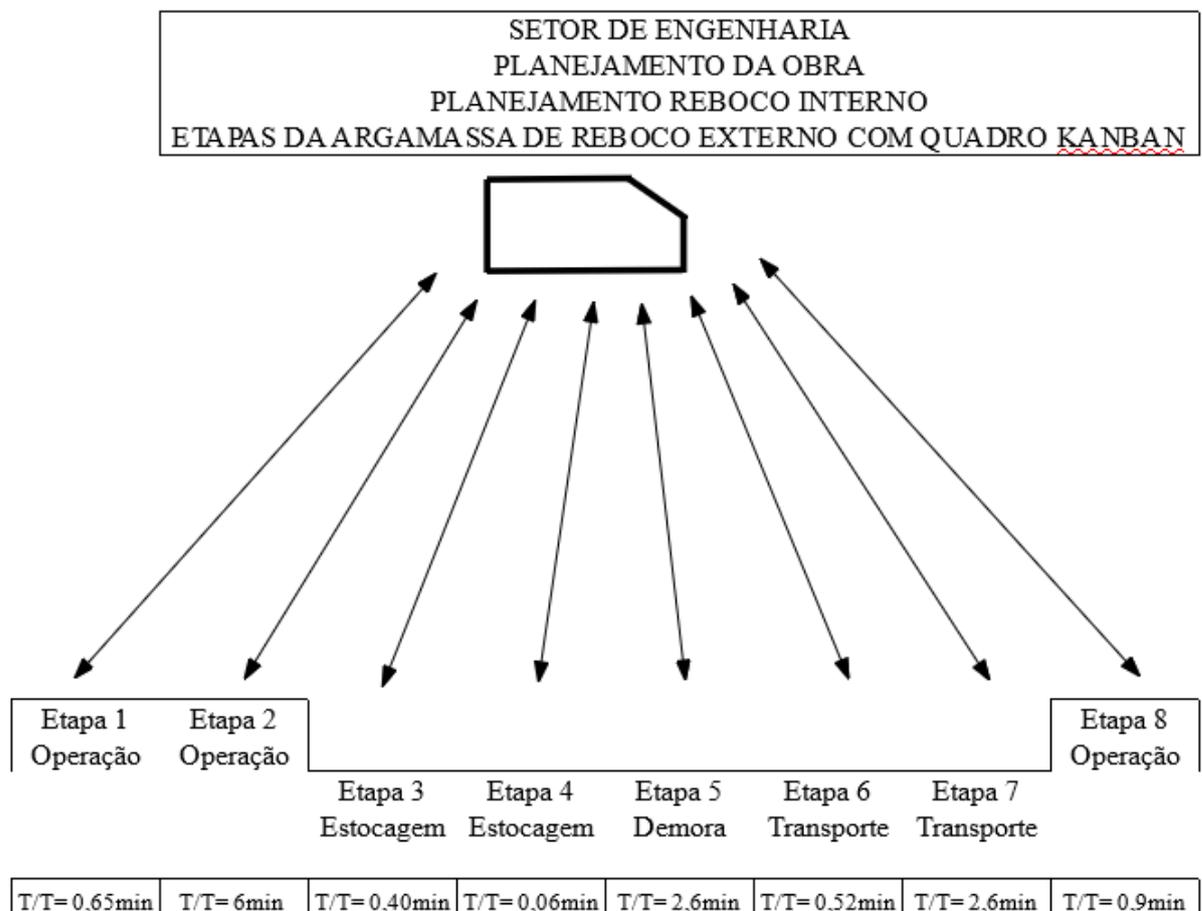
Confirmando que com a capacidade produtiva reduzida para o tempo total necessário para o processo, se obteve uma melhora no rendimento de 9,41% para 100% e a produtividade planejada passou a ser 100% com um aumento de 90,59%. Portanto, as novas medidas de trabalho afirmaram que a aplicação do plano de ação com quadro *Kanban* e a realocação do operador para outro setor nos momentos disponíveis, tornaram os resultados positivos, trazendo maior eficiência e eficácia para o processo de argamassa, atingindo o objetivo de avaliação e redução dos desperdícios do setor de análise.

Com a alteração do processo, com base nos fluxogramas de processo (Figura 23 e Figura 24), e nas medidas de desempenho após a implantação do plano de ação da etapa 4.5,

originaram novos mapeamentos de fluxo de valor (VSM), de acordo com a Figura 25 e a Figura 26.

Figura 25 – VSM da argamassa de reboco externo posterior ao plano de ação

ARGAMASSA REBOCO EXTERNO



Legenda:
 T/T= tempo de tarefa
 TTT= tempo de atravessamento total
 V-AT= tempo de valor agregado
 Kanban de produção

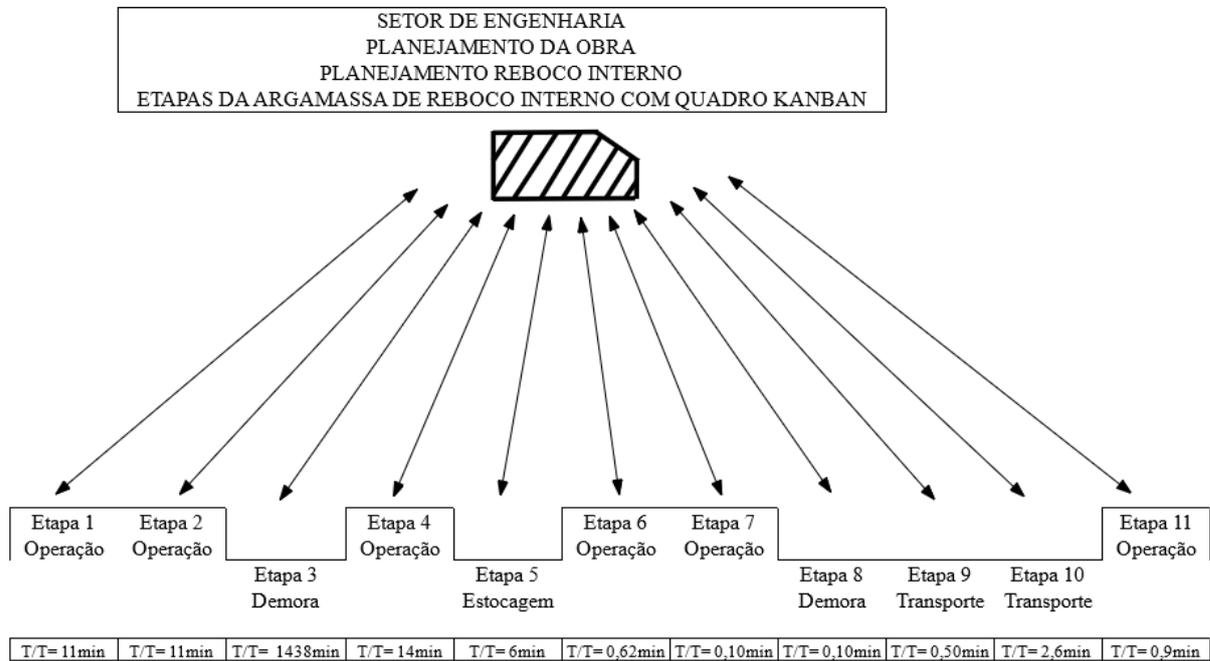
TTT= 13,73min ou 0,23horas
V-AT= 7,55min ou 0,13horas

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O VSM de argamassa de reboco externo posterior à implantação do plano de ação (Figura 25) resultou em 0,23 horas de atravessamento total (TTT) e 0,13 horas de tempo de valor agregado (V-AT), gerando uma redução de 43,90% no tempo de atravessamento total e 43,47% de redução no tempo de valor agregado.

Figura 26 – VSM da argamassa de reboco interno posterior ao plano de ação

ARGAMASSA REBOCO INTERNO



Legenda:
 T/T= tempo de tarefa
 TTT= tempo de atravessamento total
 V-AT= tempo de valor agregado
 Kanban de produção

TTT= 1484,82min ou 24,75horas
 V-AT= 37,62min ou 0,63horas

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

No mapeamento de fluxo de valor da argamassa de reboco interno (Figura 26), o TTT foi de 24,75 horas e de 0,63 horas no V-AT, originando uma redução de 0,21% no atravessamento total e de aumento do tempo de agregação de valor em 4,54%, visto que a mudança de fluxo de processo contribuiu para uma distribuição eficiente.

Os resultados após a implantação do quadro Kanban foram significativos, havendo redução de etapas como visto anteriormente, dando origem a novas medidas de desempenho, sendo as mais significativas de rendimento e produtividade planejada com aumento de 90,59% e acréscimo de 11,4 unidades/ homem.hora para produtividade obtida. Para melhor visualização, foi elaborado um quadro comparativo com a situação anterior e posterior à implantação do plano de ação, conforme Figura 27.

Figura 27 – Quadro comparativo da situação anterior e posterior ao plano de ação

COMPARATIVO DE RESULTADOS OBTIDOS COM O PLANO DE AÇÃO				
FLUXOGRAMA DE PROCESSO				
Argamassa de reboco externo:				
Situação anterior ao plano de ação		Situação posterior ao plano de ação		Resultados obtidos
4 operações		3 operações		-25%
4 transporte		2 transporte		-50%
1 inspeção		0 inspeção		-100%
1 demora		1 demora		0%
3 estocagem		2 estocagem		-33,33%
Redução de 38,46% das etapas que não agregam valor				
Argamassa de reboco interno:				
Situação anterior ao plano de ação		Situação posterior ao plano de ação		Resultados obtidos
6 operações		6 operações		0%
4 transporte		2 transporte		-50%
1 inspeção		0 inspeção		-100%
2 demora		2 demora		0%
1 estocagem		1 estocagem		0%
Redução de 21,42% das etapas que não agregam valor				
MEDIDAS DESEMPENHO				
Situação anterior ao plano de ação		Situação posterior ao plano de ação		Resultados obtidos
CP=	136 horas/mês	CP=	6,664 horas/mês	-129,336 horas/mês
TO=	12,8 horas/mês	TO=	6,664 horas/mês	-6,136 horas/mês
TP=	12,8 horas/mês	TP=	6,664 horas/mês	-6,136 horas/mês
η =	9,41%	η =	100%	+90,59%
ξ =	100%	ξ =	100%	0%
Pp=	9,41%	Pp=	100%	+90,59%
Po=	0,60 unid/homem.hora	Po=	12 unid/homem.hora	+11,4 unid/homem.hora
MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR (VSM)				
Argamassa de reboco externo:				
Situação anterior ao plano de ação		Situação posterior ao plano de ação		Resultados obtidos
TTT=	0,41 horas	TTT=	0,23 horas	-0,18 horas
V-AT=	0,23 horas	V-AT=	0,13 horas	-0,10 horas
Redução de 43,90% no tempo do TTT.				
Redução de 43,47% no tempo do V-AT.				
Argamassa de reboco interno:				
Situação anterior ao plano de ação		Situação posterior ao plano de ação		Resultados obtidos
TTT=	24,81 horas	TTT=	24,75 horas	-0,05 horas
V-AT=	0,66 horas	V-AT=	0,63 horas	-0,03 horas
Redução de 0,21% no tempo do TTT.				
Redução de 4,54% no tempo do V-AT.				

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

5 CONCLUSÃO

5.1. Conclusões do trabalho

Partindo da visão global da engenharia de produção com ênfase na situação atual do país, nota-se a urgência de um planejamento e gerenciamento na indústria da construção civil, com a finalidade avaliar e de gerenciar os desperdícios nesse ramo. Baseando-se nesse contexto, foi possível evidenciar a dissipação de recursos, visto que o setor da construção civil possui um caráter nômade e que possui enfoque em projetos não se detém nas melhorias de processo, sendo que, as etapas não são interpretadas como processo e sim como metas a serem atingidas, gerando um grande impacto na de implantação de novas ferramentas.

Foram coletados os dados e informações dos colaboradores e encarregados, originando toda a documentação da operação e permitindo assim que fossem calculadas as medidas de desempenho. Destacou-se que a atividade de argamassa para reboco externo abrangia ao todo 13 etapas e a argamassa para reboco interno ao todo 14 etapas. Referente às medidas de desempenho foi constatado que o rendimento do setor de argamassa da obra civil, possuía a capacidade produtiva disponível de 136 horas/mês, o rendimento e produtividade planejada de 9,41% e a produtividade obtida de 0,60 unidades/homem.hora. Com relação a tempos de processo, para a argamassa de reboco externo o tempo de atravessamento total era de 0,41 horas e 0,23 horas de valor agregado, para a argamassa de reboco interno o TTT era de 24,81 horas e 0,66 horas de V-AT.

Partindo das medidas de desempenho foi projetado um plano de ação, resultando em uma remodelação do processo pretendendo utilizar os recursos de mão-de-obra e de equipamentos de maneira competente, gerando, sistematicamente, a redução significativa das atividades que não agregavam valor. Chegando assim, numa redução de 5 atividades na argamassa para reboco externo, sendo 38,46% de redução, e de 3 atividades na argamassa para reboco interno, sendo 21,42% de redução. Decorrentes disso, originou a redução no custo e aumento de produtividade, incluindo como medidas de desempenho a redução da capacidade produtiva para 6,664 horas/mês, uma redução de 129,336 horas/mês visto que eram horas

desperdiçadas, o rendimento e a produtividade planejada atingiram 100%, um aumento de 90,59%, e a produtividade obtida passou a ser 12 unidades/ homem.hora, sendo um aumento de 11,4 unidades/ homem.hora. Com todas as modificações, foi possível chegar à redução de 43,90% do tempo de atravessamento total e 43,47% do tempo de valor agregado da argamassa de reboco externo, e a redução de 0,10% do V-AT da argamassa de reboco externo e de 0,18% do TTT.

Pode-se considerar que os objetivos específicos foram atingidos, de forma a concretizar tudo o que foi estipulado. Utilizando os métodos de Produção Lean aplicados na obra civil, principalmente pelo engenheiro de produção, trazendo contribuições para os processos gerenciais e avaliação de desperdícios, favorecendo o uso eficiente dos recursos disponíveis. Nota-se que há possibilidade de tornar a construção civil um setor que seja voltado para a otimização. Quebrando assim um antigo paradigma: o qual se dá que o ramo da construção civil é um setor com má produtividade e desperdícios excessivos. Conforme a filosofia Lean busca trazer para a empresa em estudo mais competitividade com lucratividade, qualidade, produtividade e menor custo.

5.2. Recomendações para trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, poderá ser apontada a aplicação do sistema Kanban em todos os setores, utilizando-o para argamassa e outras matérias-primas, como também em outras atividades, tornando a solicitação e distribuição dos materiais eficiente e contínua.

Outra sugestão viável é o uso de um software de controle, visando cumprimento de prazos, controle de estoque, previsão de demandas, tornando a gestão da obra civil mais fácil. Para essa aplicação, é fundamental inicialmente, um estudo preliminar de qual seria a ferramenta que melhor atenderia as demandas citadas, suprimindo as necessidades descritas anteriormente. Posteriormente pode ser utilizado um software que traga a visão simulada da produção, fazendo com que fique fácil a identificação dos itens que tem maior criticidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSALTER, Maria Alice Soares. **Elaboração de Projetos: Da introdução à conclusão.** Curitiba: Ibpex, 2011.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 1994.

GHINATO, Paulo. Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: ALMEIDA, Adiel T. De; SOUZA, Fernando M. C. (Edit.). **Produção & Competitividade: Aplicações e Inovações.** Recife: UFPE, 2000.

HALPIN, Daniel W.; WOODHEAD, Ronald W. **Administração da Construção Civil.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ltc Livros Técnicos e Científicos, 2004.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 08 mai. 2021.

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

JUNQUEIRA, Luis. **Lean Construction na prática.** 2009. Disponível em: <<https://leanconstruction.wordpress.com/historico-lean-construction/>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

KUREK, Juliana. **Introdução dos princípios da filosofia da construção enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo – RS. 2005.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2005.

LEAN ENTERPRISE INSTITUTE (Comp.). **Léxico Lean: Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean.** São Paulo: Lean Enterprise Institute, 2003.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. **O Modelo Toyota: manual de aplicação.** São Paulo: Artmed, 2007.

LOBO, Renato Nogueiro. **Gestão da Qualidade: As 7 ferramentas da Qualidade.** 6. ed. São Paulo: Érica, 2010

MILITO, José Antonio de. **Técnicas da Construção Civil e Construção de Edifícios.** Campinas: Puc, 2009. Disponível em: <<http://demilito.com.br/apostila.html>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Cengage Learning, 2008.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PICCHI, Flavio Augusto. Oportunidades de aplicação do lean thinking na construção. **Revista da Antac: Ambiente Construído**, São Paulo, v. 3, n. 1, p.7-23, mar. 2003. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/viewFile/3439/1853>>. Acesso em: 29 mai. 2021.

RITZMAN, Larry P.; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

SAURIN, Tarcisio Abreu; FORMOSO, Carlos Torres. **Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos**. Porto Alegre: Programa de Tecnologia da Habitação (Habitare), 2006.

SHINGO, Shigeo. **Sistema Toyota de Produção** - do ponto-de-vista da Engenharia de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SCATENA, Maria Inês Caserta. **Ferramentas para a moderna gestão empresarial: teoria, implementação e prática**. Curitiba: Ibpex, 2010.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas S.a., 2009.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a eficiência da mão-de-obra: manual de gestão da produtividade na construção civil**. São Paulo: Pini, 2006.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10. ed. São Paulo: Pini, 2009.