

STUDY OF VARIABILITY IN EXECUTION TIME WITH VALUE FLOW MAP

Fraga, S.S.¹; Mendes, G. M.²

Graduandos, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

Rodrigues, P. B. F.³

Professora Ma., Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil

¹ suellensouto8@gmail.com; ² geangelaengcivil@outlook.com; ³ priscilla@pucgoias.edu.br

RESUMO: Para manter-se competitiva a indústria da construção civil deve ter um melhor desempenho, aumentando a produtividade e reduzindo o máximo de perdas e desperdícios. Portanto recomenda-se a aplicação de ferramentas que visam a diminuição das perdas, da mão de obra, dos recursos, das matérias prima e melhor organização do canteiro de obra, proporcionando uma melhora do fluxo de trabalho (FORMOSO, 2012). Logo esta pesquisa, apresenta como objetivo o estudo as causas de variabilidade no tempo de execução bem como a proposição de melhorias no processo produtivo da alvenaria de vedação a fim de aumentar a produtividade nos serviços analisados em um estudo de caso. Foi proposto o uso de ferramentas *Lean*, como Kanban, gestão visual entre outras para proporcionar uma melhor estabilidade e padronização no processo construtivo e ainda reduzir as atividades desnecessárias, contribuindo para diminuição do tempo das etapas do serviço e também dos estoques, contribuindo para redução de custos e do *lead time* e para o aumento da qualidade.

Palavras-chaves: perdas, produtividade, mapa fluxo de valor, ferramentas lean.

ABSTRACT: To remain competitive, the construction industry must perform better, increasing productivity and reducing as much loss and waste as possible. Therefore, it is recommended to apply tools that aim to reduce losses, manpower, resources, raw materials and better organization of the construction site, providing an improvement in the workflow (FORMOSO, 2012). Soon this research, presents as objective the study the causes of variability in the execution time as well as the proposal of improvements in the productive process of the masonry of sealing in order to increase the productivity in the services analyzed in a case study. The use of Lean tools, such as Kanban, visual management, among others, was proposed to provide better stability and standardization in the construction process and also to reduce unnecessary activities, contributing to the reduction of the time of the service stages and also of the inventories.

Keywords: losses, productivity, value stream map, tool lean.

Área de Concentração: 01 – Construção Civil

1. INTRODUÇÃO

Segundo Honorio (2002) o setor da construção civil é visto como elemento fundamental para colaborar com o crescimento econômico, diante disso adotar medidas que melhoram a produtividade e o desempenho é crucial. Para manter-se competitiva a indústria da construção civil deve ter um melhor desempenho, aperfeiçoando as técnicas e produtividade reduzindo o máximo de perdas e desperdícios.

Para continuar tendo resultados benéficos, todo o processo deve ser planejado, desde a compra da matéria prima até a entrega, sendo extremamente necessário o cumprimento dos prazos estabelecidos e analisa das atividades que não agregam valor e as que agregam, e ainda diminuir a variabilidade no processo produtivo (CAMOVA, 2005)

A variabilidade é uma forma de perda, tendo um grande impacto na produtividade, sendo ela um conjunto de ações que prejudica os processos executivos e o planejamento (WAMBEKE, 2011). Segundo Koskela (1992), para reduzir a variabilidade

deve se encontrar o que está ocasionando e eliminar as causas.

Portanto utiliza-se da aplicação de ferramentas que visam a diminuição das perdas, da mão de obra, dos recursos, das matérias prima e melhor organização do canteiro de obra, assim, aumentando a produtividade, proporcionando uma melhora do fluxo de trabalho desde a matéria-prima até ao produto final e consequentemente aumentando a competitividade (FORMOSO, 2012).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Toyotismo

Toyotismo método esse que busca ter uma organização para atender a demanda dos clientes em um menor período possível, com serviços de qualidade, de baixo custo e com menor *Lead Time* possível.

Então para que seja viável é necessário que se tenha a eliminação de desperdício, sustentada por dois pilares, que são o *Jidoka* e o *Just-in-Time*.

E também é viável que tenha diminuição do tempo de ciclo, sendo que é o tempo necessário para execução do processo ou atividade individual até o seu término. Calculado de acordo com Equação (1).

$$\text{Tempo de ciclo} = \frac{\text{tempo de produção}}{\text{quantidade produzida}} \quad (1)$$

O pilar *Just-in-Time* é responsável por buscar a precisão, produzir o produto correto, no tempo certo e eliminar o desperdício de matéria prima sendo fundamental o trabalho em equipe.

Sendo para a aplicação do JIT é necessário *Takt Time* é o tempo que levava para que um produto seja concluído, o tempo de venda e demanda do cliente. O Tempo *Takt* é um ritmo de produção calculado de acordo com a demanda do cliente e o tempo disponível para a produção, ou seja, orienta a quantidade mínima de estoques, calculado conforme a Equação (2), (IWAYAMA 1997).

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo de trabalho disponível por dia}}{\text{Demanda do cliente por dia}} \quad (2)$$

O outro Pilar do Toyotismo *Jidoka* é uma palavra japonesa, que significa Automação (“automatização com um toque humano”), que proporciona a parada das atividades assim que identificado um erro ou produto defeituoso como a finalidade e consertar imediatamente para seguir com um trabalho de qualidade com ações efetivas para que

o problema não ocorra novamente. (MONDEN, 1998).

Para implantação desses dois pilares é necessário estabilidade dos equipamentos, processos, qualidade e fornecedores proporcionando dessa maneira um fluxo de trabalho mais eficaz e uma melhoria contínua.

Ainda para fomentar a estabilidade do processo produtivo é necessário o nivelamento da produção para obter o equilíbrio entre as quantidades e os tipos de produtos, para que não falte material, evite sobrecarga de equipamentos, excesso de estoques e assim a manutenção fluxo contínuo e eficaz. Outro fator que colabora para a estabilidade da produção e a padronização das operações, levando em consideração a segurança, qualidade e o custo. - (WOMACK; JONES; ROSS, 1992).

Outro fator que contribui para a estabilidade da produção e consequentemente a implantação do JIT é melhoria contínua (*kaizen*), evitando os desperdícios, buscando a melhoria constantemente da produtividade e da segurança no local de trabalho trazendo melhoria de longo prazo. Calculando a produtividade de acordo com a Equação (3)

$$\text{Produtividade} = \frac{\text{quantidade produzida}}{\text{tempo de produção}} \quad (3)$$

2.2 Lean Construction

Segundo Koskela (1992), *Lean Construction* é uma de metodologia filosófica, que visa a minimização de desperdícios. Melhorando a produtividade, sendo constituída por atividades de conversão e de fluxo.

Tal filosofia tem como base onze princípios para o andamento dos fluxos de projetos, de construções e melhorias. Vários destes princípios estão ligados, mas não no mesmo nível. Os princípios para aplicação são:

- Redução de atividades que não agregam valor: segundo Formoso *et al.* (1996), é necessário diminuir as perdas, então deve se conhecer sua natureza, pois as atividades que agregam valores são aquelas que transformam o material em valor para o cliente.
- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente: De acordo com Koskela (1992). Explorar os requisitos de clientes até que alcance o contentamento.
- Reduzir a variabilidade: de acordo com Formoso (2000) é necessário a qualidade do produto final, analisando a matéria prima, máquinas e a mão de obra para eliminar as atividades sem necessidades que implicam em aumento dos prazos das etapas.

- Reduzir o tempo de ciclo: diminuir o tempo de todos os prazos necessários para a produção, inspeção, transporte, espera, movimentação, entre outros (FORMOSO, 2000).
- Simplificar na redução do número de etapas ou partes: segundo Bernardes (2001) a simplificação dos produtos e a redução de componentes desnecessários.
- Aumentar a flexibilidade de saída: Para Koskela (1992) este princípio está relacionado ao conceito de processo como gerador de valor, o aumento da flexibilidade de saída pode ser alcançado com redução do tamanho de lotes, simplificação de processos e customização, e com isso reduzir as dificuldades encontradas e proporcionar satisfação para cliente.
- Aumentar a transparência do processo: De acordo com Koskela (1992) com a transparência é possível observar e analisar o que se devem ser corrigidos através layout e sinalizações, utilização de controles visuais, redução da interdependência de unidades de produção, estabelecimento da manutenção básica do processo, entre outras.
- Foco no controle de todo o processo, para *Isatto, et al* (2000), este princípio busca a melhoria do processo como um todo e não apenas nas etapas do mesmo.
- Promover a Melhoria Contínua ao Processo: conhecer o processo na sua totalidade facilita tornar possível o reconhecimento dos resultados em geral da empresa e facilita propor soluções mais eficazes (KOSKELA, 1992).
- Balanceamento na melhoria dos fluxos e conversões do produto: de acordo com Resende *et al.* (2012), é observar os processos e analisar o que pode ser melhorado.
- Aprender com referências de ponta (*benchmarking*): para *Isatto et al.* (2000), consiste em conhecer e empresas que se destaca no ramo, melhorando práticas para que se tenha um processo de aprendizado e uma direção a seguir.

Adotando os 11 princípios da *Lean Construction*, pode se evitar as 7 perdas existentes na filosofia *Lean*, melhorando assim cada etapa do processo produtivo. (OHNO, 1988). O princípio de perdas na produção vem sendo considerado desde do início do século XX, pois ao considerá-las há uma melhora no processo de produção, com menos desperdício, mais eficiência e, por consequência, melhores resultados para as empresas. (KOSKELA; SACKS; ROOKE, 2012). Os sete tipos de perdas são:

a) Superprodução: Superprodução por quantidade, é a perda por gerar além do programado ou previsto sobram peças/produtos- (GHINATO,1996).

-Superprodução por antecipação, é a produção realizado antes do tempo previsto, sendo fabricado e ficando armazenado no estoque, sendo vendido/utilizado depois de um longo prazo- (GHINATO, 1996).

b) Transporte: é a movimentação excessivo de material ou informações, causada por estratégias não planejadas, gerando mais gastos. - (GHINATO, 1996).

c) Processamento: São partes no processamento de produção de um produto que podem ser eliminados sem prejudicar o resultado final- (GHINATO, 1996).

d) Defeitos: Quando o produto não se enquadra nos padrões de especificação de qualidade. Geralmente por falta de qualidade dos equipamentos, baixa qualificação de funcionários ou dos matérias (OHNO,1988).

e) Estoque: Os estoques são alvos a serem eliminados, o excesso de estoque acarreta matéria prima guardadas esperando algum tipo de utilização, esse tipo de perda causa: atraso na entrega, dificuldade na melhoria dos processos, uso de espaço desnecessários e entre outros (OISHI,1995).

f) Movimentação: Qualquer movimento inútil, que os colaboradores realizam durante um procedimento (LIKER, 2005). Para Oishi (1995) estes tipos de perda conduzem a: aumento da quantidade de trabalho, instabilidade e operações desnecessárias.

g) Espera: Há dois tipos de espera sendo a perda por espera do trabalhador, que permanecer junto a máquina acompanhando todas as etapas do processo. Perda por espera das máquinas, que é a espera matéria-prima- (GHINATO, 1996). De acordo com Oishi (1995) este tipo de perda resulta em: desperdícios de homens e máquinas e aumento de estoques intermediários.

O conhecimento sobre perdas na construção civil é necessário pois ocorre uma melhoria nas etapas, desde do custo até a entrega e também contribui para que reconheça os tipos de perdas e como impedi-las.

O termo *making-do* foi formulado por Koskela (2004) para definir um tipo de perda, que é quando começa uma determinada etapa sem as etapas estarem estrategicamente planejadas. E com isso acarreta diversos problemas devido aos imprevistos. De acordo com Sommer (2010), *making-do* significa improvisação, ou seja, realizar uma atividade com o que se tem disponível ou na linguagem mais informal “dar um jeitinho”.

Pois Segundo Fireman (2012), tem uma forte relação entre perdas *making-do* com as atividades que são realizadas na construção civil, visto que as atividades não planejadas e não implementação do elemento

Takt Time acarreta grandes quantidades de armazenamentos, defeitos e dentre outras.

Para se ter uma melhor qualidade e minimizar as perdas, deve-se utilizar as ferramentas tornando possível ajustar as etapas de acordo com o andamento da obra e aumentar a previsibilidade e se preparar para os imprevistos (FILHO, 2009).

2.3 Ferramentas

A *Lean Construction* utiliza diversas ferramentas para se ter uma melhor qualidade dos seus princípios, algumas delas que são aplicadas na construção civil: *Kanban*; Arranjo Físico; Operador Polivalente; Nivelamento da Produção ou *Heijunka*; Controle Visual do processo; *Kaizen*/Melhoria de atividades; Mapa de fluxo de valor, comentadas a seguir:

1- *Kanban*: consiste em dispor de cartões que registram a liberação de um serviço ou a retirada de materiais - (MOURA, 2007 apud CORREIA, 2007). Segundo Correia (2007) facilita a organização dos estoques, a distribuição das tarefas.

2- Arranjo Físico: Tem como objetivo a organização dos procedimentos que será utilizado, como máquinas e mão de obra. - (PISKE, 2008). Sendo necessário fazer layout do canteiro de obra, para que se tenha uma melhor organização e qualidades nos processos um e controle no tempo gasto (MIYAKE, 2002 apud FILHO, 2011).

3- Operador Polivalente: Consiste em treinar o funcionário para realizar diversas tarefas, em vez de qualificar esse profissional em apenas uma tarefa específica, e com isso tendo uma equipe multiqualificada (WOMACK e JONES, 1998).

4- Nivelamento da Produção/*Heijunka*: Essa ferramenta permite o fluxo contínuo das atividades e produzir em pequenos lotes e com isso diminuir os estoques. (GHINATO, 2000).

5- Controle Visual do Processo: Consiste em relatar todos os objetivos a serem alcançados de todo o processo e com isso apresentar os resultados e as etapas para que todos tenha acesso, então tenha uma agilidade nos processos (WOMACK e JONES, 1998).

6-*Kaizen*/Melhoria de atividades: Segundo Ghinato (2000), é um aprimoramento constante de uma atividade, que consiste em determinar onde está ocorrendo as perdas nas etapas do processo, após identificar quais são essas perdas tem objetivo de corrigir a fim de eliminar os desperdícios.

7- Mapa de fluxo de valor: De acordo com Rother e Shook (2003) tem como objetivo delimitar o que é necessário para realizar determinada atividade em

todas as etapas da produção, levando em consideração o que agrega ou não valor.

De acordo com Hines (2004) as atividades podem ser classificadas de acordo com perspectiva do cliente final da seguinte forma:

a) Atividades que agregam valor: são as que tornam produto ou serviço em matérias ou informações em que o cliente deseja e está disposto a pagar, ou seja, pagam por elas porque enxergam valor;

b) Atividades necessárias que não agregam valor: não geram valor, porém são necessárias, ou seja, consomem recursos não contribui diretamente para o produto ou serviço porém são necessárias nas operações;

c) Atividades que não agregam valor: atividades desnecessárias que consome recursos, tempos e espaços porém não contribui para o produto ou serviço que o cliente almeja e com isso podem ser eliminadas sem comprometer o resultado final;

Com isso percebe, que deve buscar aumentar as atividades que geram valor agregado, tentando reduzir aquelas que são necessárias, já que não podem ser eliminadas, e eliminar os desperdícios, visto que esses não acrescentam em nada ao produto, pelo contrário, consomem recursos que poderiam ser dedicados a outras etapas.

Visto que todo o conjunto de ferramentas e ideias aplicadas dentro da Toyota, torna-se possível um novo modelo de controle de produtividade e tendo grandes êxitos na qualidade dos serviços prestados e rapidez em atender a demanda de serviços.

O Mapa de fluxo de valor (MFV), deve conter: os fornecedores, clientes, estoques, movimentação de matéria prima e todas as informações necessárias. Com esse fluxo desenhado na técnica é possível constatar os desperdícios, ou seja, as atividades que não agregam valor (SHOOK,2003). A legenda dos símbolos usados no mapa fluxo de valor de acordo com o Anexos 1.

Os componentes de um diagrama do MFV são: O processo de controle global; Fornecedores e os métodos de entrega; Insumos dos fornecedores; Os processos de trabalho (incluindo estoque) através do qual os materiais se movimentam; Desperdícios e saídas; Os clientes e os métodos de entrega; O fluxo de informação que coordena as etapas de processo; Os tempos médios necessários em cada processo: tempo real de trabalho; A quantidade de pessoas envolvidas no trabalho.

A técnica MFV pode ser dividida nos seguintes passos (SILVEIRA, 2013):

a) Identificar o processo a ser mapeado: Identificar claramente o processo que realmente é importante mapear.

b) Desenhar o processo atual: Identificar as etapas envolvidas, pontos de início e fim do processo, informações de fornecedores, clientes externos, tempos envolvidos, etc.

c) Avaliar o fluxo de valor atual: Nesta avaliação, deve-se responder algumas perguntas: Esta etapa do processo agrega valor ao cliente? Quais desperdícios estão sendo gerados? Quanto e quais recursos estão sendo utilizados? Qual é o tempo de espera entre os processos de fabricação? Como posso eliminar ou reduzir os gargalos dentro do processo? Como podemos implementar mudanças?

d) Criar o estado futuro do mapa do fluxo de valor: O objetivo é fazer o produto fluir melhor reduzindo a quantidade de inventário ou de espera entre etapas. Esta fase é onde deve-se criar o fluxo de valor ideal de trabalho.

e) Criar um plano de ação: Podem ser utilizadas as ferramentas para que haja uma transição do estado atual para o estado desejado.

Assim a técnica MFV, facilita identificar as ações que devem ser implantadas para obter o resultado final de qualidade, levando sempre em consideração um desenvolvimento contínuo no nível do fluxo de valor (ROTHER E SHOOK, 2003).

3. METODOLOGIA

Logo está pesquisa, apresenta como objetivo o estudo as causas de variabilidade no tempo de execução bem como a propositura de melhorias no processo produtivo a fim de aumentar a produtividade nos serviços analisados em um estudo de caso.

Para tal foi necessário mapear o processo dos serviços analisados e classificar as perdas, segundo os princípios da filosofia *Lean* no fluxo de trabalho analisado.

O estudo de caso é uma pesquisa que utiliza, geralmente, dados qualitativos, coletados a partir de dados reais, com a intenção de relatar acontecimentos atuais inseridos em seu próprio contexto (EISENHARDT, 1989; YIN, 2009).

Este estudo de caso, analisou construções residenciais na cidade de Inhumas-Goiás. Composto das três etapas propostas por Sommer (2010), sendo elas: fase exploratória, fase de desenvolvimento e fase de consolidação, conforme a Figura 1.

Figura 1: Fases da metodologia.



Fonte: Próprio autor (2022).

A pesquisa bibliográfica foi feita através de artigos, dissertações, monografias e teses, em periódicos relevantes dos buscadores da Capes, Google acadêmico dentre outros.

A primeira fase, exploratória, tem como objetivo a observação das construções unifamiliares em execução e escolha da obra e dos serviços os quais serão acompanhados. A escolha foi norteada em função das seguintes variáveis importância do serviço, seja ela financeira ou atividade que faz parte do caminho crítico, facilidade de acesso as informações e ainda da aceitação por parte do engenheiro responsável com relação à pesquisa. Nesta etapa foram utilizadas como fonte de evidências registros fotográficos, entrevistas não estruturadas com os cooperadores da obra além da observação das pesquisadoras.

Foi escolhido ainda nesta fase o serviço de alvenaria de vedação, a escolha se deu devido a importância do serviço e perdas visíveis à primeira vista e ainda pela boa recepção do engenheiro responsável e o cliente na análise desta edificação.

Já na fase de desenvolvimento, após ter escolhido o objeto de pesquisa, foi realizado o acompanhamento dos serviços durante os meses de fevereiro a abril afim de identificar as perdas da *Lean Construction* e as variabilidades na execução. Utilizou se a ferramenta Mapa Fluxo de Valor (MFV), para descrever o estado atual do serviço, onde foi levantado a produtividade, e o tempo de ciclo do processo, bem como a observação do fluxo de materiais na execução da tarefa, foi utilizada nessa etapa como fonte de evidências registros de medição, análise do diário de obras, cronograma e planejamento.

A partir da análise do mapa fluxo de valor do estado atual foi possível identificar onde e quais as

variabilidades que ocorrem e ainda diferenciar as atividades que agregam ou não agregam valor.

Seguindo a técnica de MFV, calculou-se o *takt time* e com isso o tempo de ciclo e a produtividade ideal para o cumprimento do cronograma o que culmina no mapa fluxo de valor do estado futuro.

Na fase de consolidação, foi apresentado um plano de ação para melhoria da execução dos serviços analisados, com o uso de algumas ferramentas *Lean*, com objetivo de obter uma menor variabilidade na execução, ou seja, buscar a diminuição das perdas e assim aumentar a produtividade, melhorando o fluxo contínuo das etapas da obra, consequentemente aumentar a produtividade e vários outros benefícios, como, redução de custos e *lead time*.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fase de exploração foram primeiramente observadas 5 construções unifamiliares, dentre essas foi escolhida uma obra que aqui será denominada obras “A” pela boa recepção do engenheiro responsável e do cliente na análise desta edificação. Na obra “A”, tem padrão de acabamento popular, a área total do terreno 360,00 m² e, área edificada 154,12 m², onde a construção foi feita através de empreita, ou seja, a remuneração no valor de sessenta mil para a entrega total dos serviços, a execução prevista é de aproximadamente 5 meses.

O serviço escolhido foi de alvenaria de vedação, devido a importância do serviço e perdas visíveis.

Para esse serviço foi observado as seguintes equipes: marcação e 1^o fiada uma equipe fixa formada por 1 pedreiro e 1 servente. Já para a etapa de elevação 1 e elevação 2 formada por 2 pedreiros e 1 servente. Foram disponibilizados para análise os seguintes projetos: arquitetônico, elétrico, hidrossanitário, estrutural, porém não possui projeto de paginação de alvenaria. E ainda a obra não possui um cronograma formal.

Analisando a planilha de medição e verificando o serviço já executado por essa equipe é possível calcular a produtividade utilizando a quantidade de serviço pago e as horas trabalhadas no mesmo período por essa equipe.

Outro ponto que pode interferir na produtividade bem como na variabilidade do serviço é a falta ou excesso de material portanto, foi também verificado o fluxo das informações para a requisição de materiais do serviço analisado.

O processo de pedidos de material para construção, é realizado de forma manual e informal, quando o mestre de obra percebe que a matéria prima está perto

de acabar. Os pedidos são entregues em grandes quantidades, de acordo com engenheiro responsável a entrega do material tem qualidade e com poucas ocorrências de atraso, porém não é exigido nenhum tipo de ensaio de qualidade nos materiais adquiridos.

Após a observação e acompanhamento da execução de alguns trechos da alvenaria foi possível elaborar o fluxo das atividades que antecedem a execução bem como a execução e os serviços subsequentes a elevação da alvenaria.

Os dados coletados foram analisados separadamente por atividades, analisando os tempo de ciclo e a produtividade, com o objetivo de identificar as atividades que não agregam valor.

Antes de iniciar a execução da alvenaria, se faz necessária a conclusão das etapas, sendo elas locação de obra, marcação dos pilares, viga baldrame e levantamento dos pilares.

Sendo que a execução analisada do serviço de alvenaria de vedação, foi executada primeiro e as formas de pilares foram feitas com tábuas em apenas duas faces, ou seja, quando a execução de pilares e vigas é feita após alvenaria, usando a parede como fechamento para os pilares e apoio para vigas. Conforme a Figura 2:

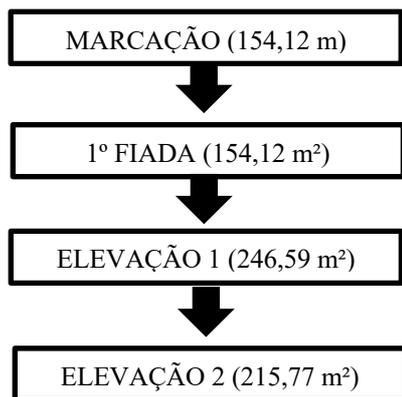
Figura 2: Alvenaria e elementos estruturais.



Fonte: Próprio autor (2022).

As etapas observadas na obra para o serviço de alvenaria de vedação são realizadas em 4 etapas, sendo elas marcação, 1^o fiada, elevação 1 e elevação 2, de acordo com Fluxograma 1.

Fluxograma 1: Fluxograma das etapas do serviço de elevação de alvenaria.



Fonte: Próprio autor (2022).

A marcação é feita de toda área construtiva, posteriormente e feita a primeira fiada e após definida e executada, começa o processo de elevação das paredes, sendo que a elevação 1 realizada até altura de 1,60 m e elevação 2 até a última fiada.

Ainda foi levantado para cada uma dessas atividades a produtividade e o tempo de ciclo expressos no Quadro 1.

Quadro 1: Produtividade e tempo de ciclo.

	<i>Tempo de serviço</i>	<i>Produtividade</i>	<i>TC</i>
<i>Marcação</i>	2 dias	9,63 m/h	0,10 h/m
<i>1º Fiada</i>	1 dia	19,27 m ² /h	0,05 h/m ²
<i>Elevação 1</i>	3 semanas	1,03 m ² /h	0,97h/m ²
<i>Elevação 2</i>	4 semanas	0,67 m ² /h	1,48h/m ²

Fonte: Próprio autor (2022).

Com a observação do fluxo do trabalho e entrevistas com os engenheiros e colaboradores foi possível elaborar um mapa fluxo de valor atual do serviço de alvenaria de vedação, obteve-se os dados necessários para identificar o processo da execução, duração, estoques e com isso se tornou possível identificar as etapas que não agregam valor. O MFV atual que encontra-se no Apêndice 1.

Para realização da alvenaria é iniciado com pedido da matéria prima básica, sendo o cimento, areia e bloco cerâmico. Na maioria das vezes estes materiais são pedidos em grande quantidade, por exemplo, a areia é lotes de 14m³ e o 10.000 unidades de bloco cerâmico de unidades. Sendo os fornecedores distantes do local de execução.

A produção de argamassa é realizada conforme autorização do mestre de obras e ocorre diariamente.

Observando a execução das quatro atividades que compõe o serviço de alvenaria foi possível identificar as perdas mais comuns, grande quantidade de estoques, movimentação excessiva do trabalhadores

e desperdício de bloco devido à quebra. E ainda possível notar problemas que ocorre é devido à falta de planejamento, como desperdício de argamassa e falta de material.

Com o mapa fluxo de valor foi possível notar as perdas no processo produtivo, as principais perdas existentes são de transporte, estoque, processamento, conforme Mapa Fluxo Valor Atual conforme no Apêndice 1.

A falta de *layout* do canteiro de obra ocasiona um excessivo manuseio da matéria prima, como por exemplo, a fabricação de argamassa e a distância ao local de aplicação, contribuindo para uma movimentação excessiva dos trabalhadores bem como do transporte de material. Acarretando o desperdício de tempo na atividades que não agrega valor pois a o consumo de tempo no transporte de materias entre o local de estocagem e o de transformação. Também foi notado que a construtora só compra blocos inteiros, não tendo aquisição de meio bloco e blocos seccionáveis o que ocasiona uma grande perda dos blocos. Ocasionalmente grandes perdas de insumos, tempos, hora/homem devido o retrabalho da quebra do blocos e a elevação de custo. Também não tem um lugar adequado para armazenamento acarretando a quebra de tijolos ao serem movimentados. O mesmo ocorre com a estocagem de areia e cimento que não possuem locais adequados ocasionando muita perda de matéria prima.

E devido à falta de um projeto de paginação, a execução de alvenaria era executada de acordo com experiência do engenheiro e dos cooperadores da equipe. E também não é feita a inspeção de qualidade dos matérias no momento do recebimento o que contribui para perda de material quando o mesmo não atende as especificações, então pode ocasionar o retrabalho e redução de desempenho do produto final. Após analisar o MFV do estado atual e tornar visível as perdas e as atividades que não agregam valor que são a de argamassa, marcação e primeira fiada porém são atividades inerentes ao serviço e não podem ser eliminadas. Torna-se possível propor melhorias para aumentar a produtividade e diminuir a variabilidade no tempo de execução.

Para a construção do Estado futuro encontra-se no Apêndice 3 foi necessário balancear as atividades ajustando o tempo de ciclo (TC) ao *takt time* (TK). Para o cálculo do *takt time* foi utilizado o índice da composição unitária do sinapi para alvenaria de vedação, conforme Anexo 2. Logo chegou-se a um valor de 0,59 h/m para ritmo de entrega ideal por m². Sendo que foi considerado somente o índice do pedreiro, pois o servente irá somente auxiliar o pedreiro na execução do serviço, limpeza e transporte manual de material.

Pode-se observar que o tempo de ciclo da atividade que agregam valor, elevação 1 e elevação 2 está muito superior ao *takt time* mostrando-se que é necessário adotar medidas que diminuam o tempo de cada atividade melhorando a produtividade do serviço. Para a diminuição do *lead time* também é necessário que se diminua a quantidade de estoques entre as atividades.

Para tal foram propostas as seguintes ferramentas:

a) *Kanban*: quadros que registra a liberação dos materiais utilizados. O quadros *kanban* deve possuir a relação aos estoques, dividido em três níveis, sendo eles: crítico (vermelho), alerta (amarelo) e de segurança (verde) conforme Apêndice 3. Para garantir um melhor controle da matéria prima e com isso possibilitar a diminuição estoques um maior comprometimento de toda equipe, que antes era só do mestre obra pois assim torna fácil visualização de quais materias possui em obra e qual deve ser pedido e pode ser controlado por todos. Com adoção do *kanban* pretende-se a diminuição dos estoques bem como a manutenção do fluxo contínuo entre as atividades envolvidas, o local de adoção dos cartões pode ser observados no Apêndice 2 do mapa fluxo de valor futuro.

b) Arranjo físico: um projeto e aplicação de um canteiro de obra organizado e fluido melhora a produtividade do trabalho, como por exemplo, tendo um menor manuseio de matéria prima, e também diminui o desperdício e com isso tendo uma obra mais eficiente, economizando e facilitando o cumprimento do cronograma. Também irá minimizar os percursos dentro do canteiro de obra, como por exemplo, a fabricação de argamassa em um local mais perto de onde será sua aplicação, diminuindo a movimentação dos trabalhadores. Na busca por um fluxo reduzido, o layout de canteiro de obra antecipa a logística de recebimento, armazenamento, transporte e estoque de segurança na construção.

c) Kaizen/Melhoria de atividades- adotar medidas de melhoria a fim de eliminar o desperdício, como por exemplo, a aquisição de blocos cerâmicos seccionáveis, elimina o desperdício gerado pela quebra proposital de blocos (verificada no estado atual). O objetivo desta filosofia é reduzir os desperdícios, melhorando a eficiência do processo, redução do tempo ocioso e de atividades que não agregam valor.

Também é sugerido que tenha a junção de duas atividades que não agregam valor, porém são inerentes ao processo sendo elas marcação e 1º fiada, pois são atividades com o tempo de ciclo menor que o *takt time* e ainda elimina um estoque entre uma atividade e outra contribuindo para redução do *lead time*.

No processo de elevação 2 sugere-se que o andaime seja montado pelo servente antes do início e feito o

transporte dos blocos cerâmicos adequadamente de forma antecipada para que tenha um menor tempo de ciclo nessa atividade.

É muito importante que a empresa elabore um cronograma e um planejamento antecipadamente.

O planejamento e o cronograma irá trazer diversos benefícios, como um layout adequado do canteiro de obras, desenvolvimento de um projeto de paginação da alvenaria, planejamento e metas semanais, definição de um tempo de ciclo adequado para todas as atividades bem como definição da melhor equipe a ser adotada além de implantação de indicadores de qualidade e produtividade. Todos esses benefícios contribuem para uma visão do todo e não apenas das partes proporcionando uma estabilidade na produção e consequentemente estabelecendo um fluxo contínuo de trabalho.

O projeto de paginação de alvenaria evita desperdício de material uma vez que não há necessidade de quebra do bloco e colaborando para diminuir o tempo de ciclo da atividade que agrega valor (elevação 1 e elevação 2).

Ainda é de suma importância adotar uma programação dos pedidos de materias de acordo com fluxo de produção e o cronograma, uma vez que que pedidos são feitos somente em grandes lotes o que contribui para formação de grandes estoques e o que aumenta o *lead time* do serviço.

Já o projeto do *layout* do canteiro de obras que atende as exigências do tipo e tamanho da obra leva a minimização do percurso dentro do canteiro diminuindo ou até mesmo eliminando as perdas do tipo transporte e movimentação excessiva. Outra sugestão é o treinamento regular dos funcionários para diminuir a variabilidade na execução do serviço e aumentar a qualidade das entregas, pois é de grande relevância haver padronização das etapas o que traz um aumento significativo na produtividade uma vez que evita o trabalho.

A gestão visual é uma técnica bastante utilizada na *Lean Construction*, para que tenha um entendimento rápido do processo atual, por exemplo colocar o traço da argamassa com desenhos das quantidades dos componentes. Pode-se ainda colocar os padrões de qualidade requeridos para a qualidade aceita pela obra. Este controle visual auxiliara os funcionários a realizar as atividades e identificar se está ocorrendo algum desvio em relação aos padrões exigidos, tem objetivo de identificar os problemas para uma rápida tomada de decisão de maneira acessível a todos, facilitando no dia-a-dia.

Através da gestão visão irá desenvolver rotinas padronizadas e um melhor controle na execução das atividades, onde na fase planejamento irá estabelecer todos os insumos necessários e como será as etapas da execução na qual será feito um mapeamento das atividades, com a finalidade de facilitar a compressão

dos processos e do fluxos de trabalho através de ilustrações com relação entre etapas que deveriam ser executadas, informações e matérias envolvidos tendo a minimização de perdas e atividades que não agrega valor devendo o aprimoramento e alinhamento entre os funcionários.

Vale ressaltar que essa proposta não foi implantada o que impossibilita de fazer a medição do tempo de ciclo de cada uma das atividades que compõe o serviço de alvenaria de vedação, observado neste trabalho. Porém a adoção de tais medidas, padroniza a operação das atividades, diminui a variabilidade, reduz a quantidade de estoque o que estabiliza o processo, propiciando o fluxo contínuo do trabalho e diminui o tempo de ciclo das atividades, bem como o *lead time* uma vez que tais medidas tem um olhar holístico do processo e não focado apenas nas atividades isoladamente.

5. CONCLUSÃO

O estudo de caso realizado neste trabalho foi propor melhorias aplicando os princípios da *Lean Construction* através da identificação das perdas na alvenaria de vedação com a aplicação do mapa fluxo de valor. O Mapa fluxo de valor é uma ferramenta que consiste em analisar o funcionamento do processo, através de visão sistemática facilitando a identificação dos desperdícios e perdas no processo, e a partir disso criar propostas de oportunidades de melhorias para o procedimento.

Com o mapa fluxo de valor atual foi possível identificar as perdas existentes no processo produtivo, e também observou-se que as condições de trabalho, tanto da equipe quanto da organização do canteiro de obra, estão distantes a serem consideradas ideias, pois percebe-se que não há treinamento dos colaboradores e também a falta de um planejamento para que possa evitar as falhas e os retrabalhos para que seja possível proporcionar um melhor qualidade, ou seja, identificou-se a falta de estratégias que melhore o processo, os prazos e os desperdícios gerados.

Sendo que foi observado que planejamento é fundamental para a minimização das variabilidades e identificação das atividades que não agregam valor. Com a elaboração do mapa fluxo de valor futuro foi possível notar que com a aplicação das ferramentas e dos princípios da *Lean* pode-se proporcionar diversas melhorias, como uma melhor estabilidade e padronização no processo construtivo e redução das atividades desnecessárias contribuindo para diminuição do tempo etapas de serviço e dos estoques e isso implica um aumento de qualidade do serviço e consequentemente a redução de custos.

Através do mapa fluxo valor do estado futuro, teve como finalidade propor as melhorias para o serviço de alvenaria de vedação e também expor sugestões como utilizar as ferramentas e princípios da *Lean Construction* nas atividades na construção civil. Sendo que no estado futuro teve como objetivo diminuição das perdas, mais de forma que o mapeamento seja aplicável e não algo ilusório.

Sendo que essas soluções propostas podem ser aplicadas, e na maioria da vezes sem aplicação de custos adicionais. Pelo o contrário, pois geralmente irá aumentar as atividades que agregam valor e a redução das atividades que não são necessários então proporcionara diminuição nos custos de produção e tendo uma melhor execução do trabalho aumentando a produtividade e melhorando a capacidade técnica e competitividade da empresa executora e evitando os possíveis contratempos.

6. AGRADECIMENTOS

Primeiramente queremos agradecer a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo das nossas vidas, não somente nestes anos como universitárias, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer. Também gostaremos de agradecer aos professores, especialmente a nossa orientadora Prof.^aMsc. Priscila Borges pelo compartilhamento dos seus conhecimento, tempo e motivação e aos membros da banca examinadora por terem aceitado ao convite para desempenhar este papel, dispondo de seu tempo e conhecimento para analisar este trabalho.

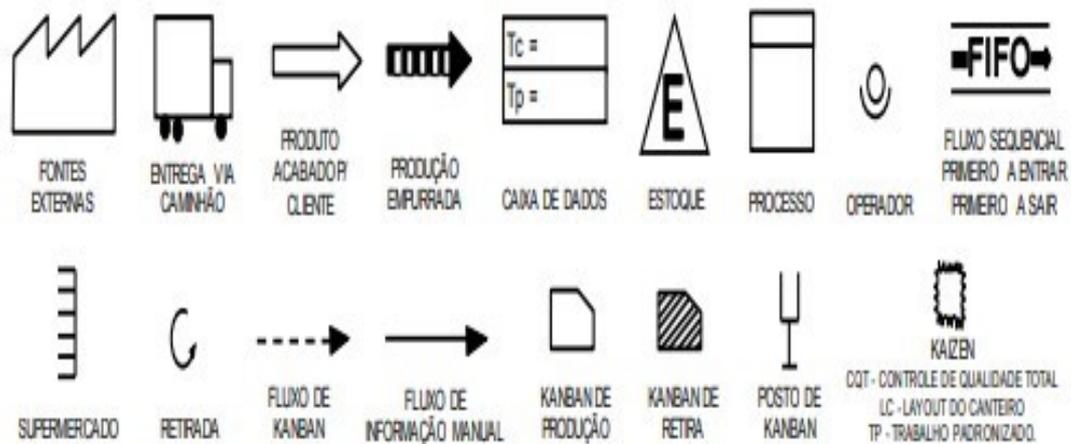
Eu Suéllen, quero agradecer a minha família por ser meu apoio sempre, especialmente ao meus pais por amor incondicional e presença em minha vida, gostaria de agradecer minha Tia Simone por sempre acreditar e me motivar e também a minha filha Luéllen por ser minha maior força e meu incentivo para nunca desistir dos meus objetivos agradecer a meu esposo e a minha mãe por terem suprido minhas privações e ausências em relação a minha filha e por terem aguentando meus estresse em diversos momentos. E à minha avó Leartino (*i memorian*) pois sua lembrança que me inspira e me faz persistir.

Eu Geângela, quero agradecer aos meus pais a minha família que me incentivaram nos momentos mais difíceis, e que também compreenderam minha ausência enquanto me dedicava nesse trabalho, e quero agradecer minha dupla por todo esse tempo maravilho juntas adquirindo conhecimentos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDES, M.M.S. Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle de produção para micro e

- pequenas empresas de construção. A tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001.
- CANOVA, F. 2005. A aplicação da mentalidade enxuta numa indústria de pré-fabricados de concreto. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT).
- CORREIA, BRUNO M. Estudo sobre a implantação de sistema *kanban* em obras de construção civil de pequeno porte. 2007. 68 f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação). Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2007.
- FILHO, ADALICIO B. F. Aplicação de melhorias baseadas na construção enxuta: materiais, equipamentos e métodos construtivos inovadores em um canteiro de obras em Aracaju. 2009. 71 f. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2009.
- FIREMAN, M. C. T. Proposta de método integrado da produção e qualidade, com ênfase na medição de perdas por making-do e retrabalho. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) -Núcleo Orientado Para Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2012.
- FORMOSO, Carlos T. *Lean Construction: Princípios básicos e exemplos. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação.* Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Disponível em: Acesso em: abr. 2012.
- FORMOSO, C.T. *Lean Construction: Princípios Básicos e exemplos.* Universidade Federal do Rio Grande do Sul- Núcleo orientado para Inovação de Edificação. RS,2000.
- GHINATO, PAULO. Produção e Competitividade: Aplicação e Inovações. Tradução: Adiel Almeida e Fernando Souza. Recife: UFPE, 2000.
- HINES, P. et al. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. *International Journal of Operations & Production Management*, Reino Unido, v.24, n.10, p.994-1012, 2004.
- HONORIO, D.E. A qualidade de vida do operário da construção civil e sua importância na qualidade e produtividade em obras. Dissertação (mestrado) – UFSC, Centro, Tecnológico, Programa de Pós graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2002.
- ISATTO, EDUARDO LUIZ et al. *Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o controle de perdas na Construção Civil.* 1º Ed. Porto Alegre: SEBRAE/RS,2000.
- IWAYAMA, H.: Basic Concept of Just-in-time System, mimeo, IBQP-PR, Curitiba, PR, 1997.
- KOSKELA, LAURI. Making-do – the eighth category of waste. 2004. Em: 12ª Conferência Anual de Grupo Internacional da Construção Enxuta. University of Salford Manchester, Manchester, 2004.
- KOSKELA, L. Application of the New Production Philosophy to Construction. CIFE Technical Report, Stanford University, n.72. setembro 1992.
- KOSKELA, L.; SACKS, R.; ROOKE J. A Brief History of the Concepts of Waste in Production. In: Annual Conference Of The International Group For Lean Construction, 20., San Diego, 2012. Proceedings... San Diego, 2012.
- GHINATO, PAULO. Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just-in-time. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão da maior fabricante do mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2005.
- MIYAKE, Dario I. Melhorando o processo: Seis Sigma e Sistema de Produção Lean. In ROTONDARO et al. Seis Sigma – Estratégia Gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- MONDEN, YASUHIRO. TOYOTA Production System – na integrated approach to Just-In-Time. Norcross – Georgia, EMP Books, 1998.
- OISHI, MICHITOSHI. TIPS: Técnicas Integradas na Produção e Serviços: Como Planejar, Treinar, Integrar e Produzir para ser Competitivo: Teoria e Prática. 1. ed. São Paulo: Pioneira, 1995.
- OHNO, T. TOYOTA Production System: beyond Large-Scale Production. Productivity Press: Cambridge, Mass. 1988.
- PISKE, FELIPE B. A influência do arranjo físico nos desperdícios de uma fábrica de máquinas para implementos agrícolas. 2008. Monografia de Conclusão de Curso (Graduação). Engenharia Mecânica. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2008.
- REZENDE, JULINANA S.; DOMINGUES, STELLA M P SÁ; MANO, ALINE P. Identificação das práticas da filosofia *lean construction* em construtora de médio porte na cidade de Itabuna (BA) Enregista 14, 2012.
- ROTHER, MIKE; SHOOK, J. Aprendendo a enxergar. Traduzido por José Roberto Ferro e Telma Rodriguez. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.
- SILVEIRA, Cristiano B. Os sete desperdícios da produção. 02 de ago. 2013 (a). Disponível em: <<http://www.banasqualidade.com.br/2012/PORTAL/conteudo.asp?codigo=16987&secao=Artigos>>. Acesso em 30 ago. 2013.
- SOMMER, L. Contribuições para um Método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Núcleo Orientado Para Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em engenharia civil, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2010.
- WAMBEKE, B.W. Identifying, Prioritizing, and Reducing Variation of Construction Related Tasks. 2011. 174p. Dissertação (Doutor da Filosofia). North Carolina State University, 2011.
- WOMACK, J. P.; JONES, D.T., ROOS, D. A Máquina que mudou o mundo. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 360 p.



1998.

8.
 ANEXOS
 E

APÊNDICES

Anexo1: Simbologia mapa fluxo de valor.

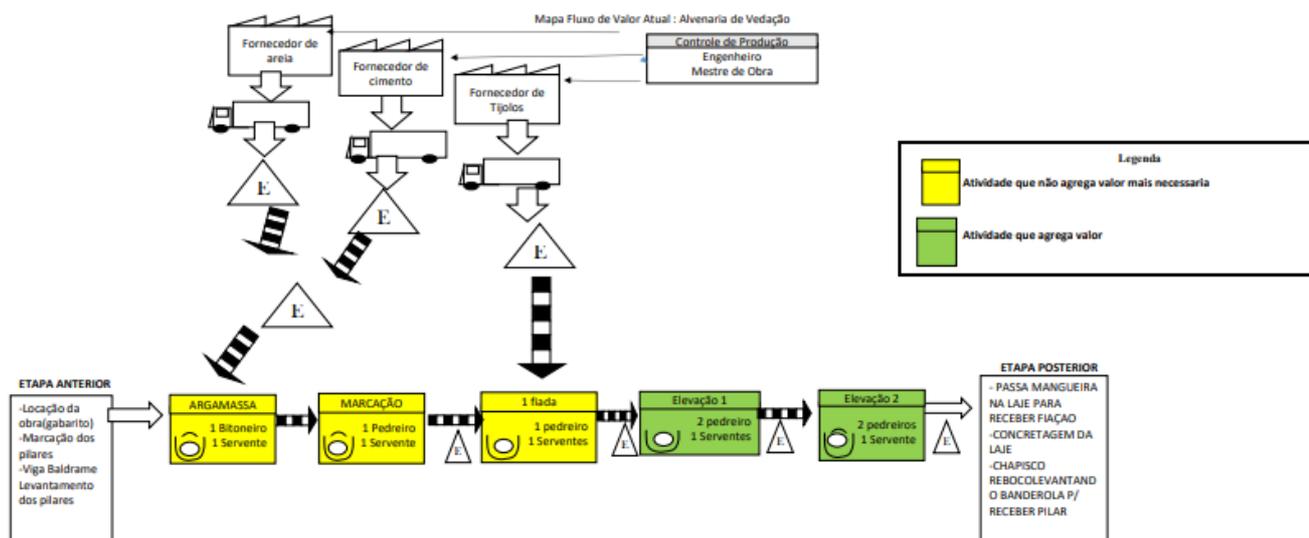
Fonte: Adaptado de Lean Institute Brasil (2018).

Anexo 2: Composição Sinapi para alvenaria de vedação.

103322	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS FURADOS NA VERTICAL DE 9X19X39 CM (ESPESSURA 9 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	M2	
34557	TELA DE AÇO SOLDADA GALVANIZADA/ZINCADA PARA ALVENARIA, FIO D = *1,20 A 1,70* MM, MALHA 15 X 15 MM, (C X L) *50 X 7,5* CM	M	0,4200000
37395	PINO DE AÇO COM FURO, HASTE = 27 MM (AÇAO DIRETA)	CENTO	0,0050000
37592	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO, FUROS NA VERTICAL,, 9 X 19 X 39 CM (NBR 15270)	UN	13,6000000
87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	M3	0,0104000
88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,5900000
88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,2950000

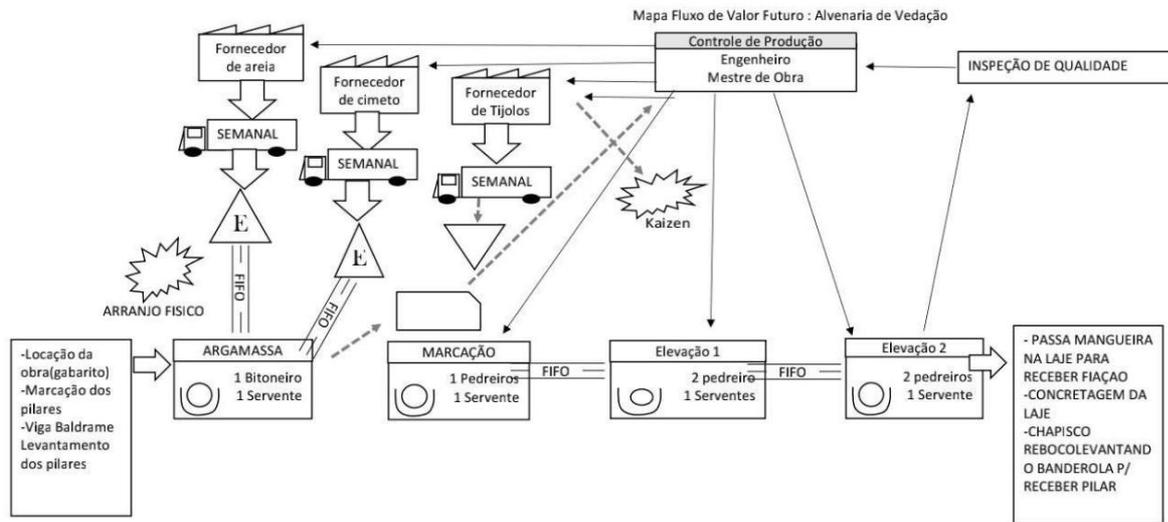
Fonte: SINAPI (2022).

Apêndice 1: Mapa Fluxo de Valor Atual.



Fonte: Próprio autor (2022).

Apêndice 2: Mapa Fluxo de Valor Futuro.



Fonte: Próprio autor (2022).

Apêndice 3: Registro e liberação de materiais.

Faixa verde – Os estoques estão abastecidos. Não necessidade de produzir e nem pedir matérias
Faixa amarela- alerta para preparação, e preciso produzir item ou pedir material.
Faixa vermelha- ordem de produção ou pedido de material, a margem de segurança está sendo utilizada.

Fonte: Próprio autor (2022).



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
GABINETE DO REITOR

Av. Universitária, 1069 • Setor Universitário
Caixa Postal 86 • CEP 74605-010
Goiânia • Goiás • Brasil
Fone: (62) 3946.1000
www.pucgoias.edu.br • reitoria@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante Suéllen Souto Fraga do Curso de Engenharia Civil, matrícula 20161002503465, telefone: 62 9 86246624 e-mail: suellensouto8@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Estudo de caso: Causas da Variabilidade no tempo de execução, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 13 de Março de 2022.

Assinatura do autor:

Nome completo do autor: Suéllen Souto Fraga

Assinatura do professor-orientador:

Nome completo do professor-orientador: Priscilla Borges de Freitas Rodrigues

