

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DANIEL ROSA LIBERATO JUNIOR

**SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO
CIVIL: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO
KANBAN NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO EM
GOVERNADOR VALADARES/MG**

Governador Valadares

Novembro de 2018

DANIEL ROSA LIBERATO JUNIOR
daniel7liberato@hotmail.com.

**SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO
CIVIL: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO
KANBAN NA CONSTRUÇÃO DE UM EDIFÍCIO EM
GOVERNADOR VALADARES/MG**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Produção.

Orientador (a): Heitor Cardoso de Brito

Coorientador (a): Heriston Rodrigues

Governador Valadares

Novembro de 2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS
 CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
 COLEGIADO DE CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
 Av. Minas Gerais, nº 5.189, Ouro Verde, Governador Valadares, CEP: 35057-760, Estado de Minas Gerais



ANEXO V – ATA DE DEFESA

Aos 28 dias do mês de novembro de 2018, às 13:00, na Sala nº 12 deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso elaborado pelo aluno Daniel Rosa Liberato Junior, intitulado **Sistema Toyota de Produção na Construção Civil: aplicação do método *kanban* na construção de um edifício em Governador Valadares/MG**, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores Heitor Cardoso de Brito (orientador), Heriston Rodrigues (coorientador), Débora Rosa Nascimento e Ian Gavino Pereira de Oliveira.

A comissão examinadora deliberou pela **APROVAÇÃO** do aluno, com a nota 9,5.

Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo aluno.

Heitor Cardoso de Brito

Heitor Cardoso de Brito (orientador)

Heriston Rodrigues

Heriston Rodrigues (coorientador)

Débora Rosa Nascimento

Débora Rosa Nascimento (convidada)

Ian Gavino Pereira de Oliveira

Ian Gavino Pereira de Oliveira (convidado)

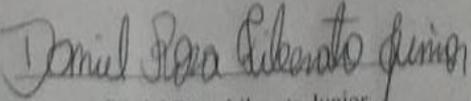
Daniel Rosa Liberato Junior

Daniel Rosa Liberato Junior (aluno)

TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do trabalho de conclusão de curso intitulado "Sistema Toyota de produção na construção civil: Uma sugestão de aplicação do método *kanban* na construção de um edifício em Governador Valadares/MG" é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

Governador Valadares, 12 de Novembro de 2018


Daniel Rosa Liberato Junior

Dedico esta conquista a Deus, que nunca me desamparou nos momentos difíceis, e aos meus pais e irmãos que sempre me apoiaram a correr atrás dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me proporcionou a oportunidade de cursar a faculdade que tanto almejava e por ter me dado força nesses cinco anos de vida acadêmica. A minha família por ter sido minha base, aos meus pais e irmãos que são minha inspiração, que sempre estiveram ao meu lado, me encorajando a ir além das minhas expectativas. A minha grande companheira Amanda por todo apoio.

Agradeço as amizades feitas nesse período da minha vida, com menção honrosa aos amigos: Shayder, Romulo, Dyennerson, Luís Fernando, Amarildo, Antoniel, dentre outros.

Ao meu orientador professor Heitor Cardoso de Brito e coorientador professor Heriston Rodrigues por ter disponibilizado tempo e paciência para me conduzir no comprimento desse trabalho. Agradeço também a todos os professores que contribuíram com minha formação acadêmica que dispuseram um ensino de qualidade durante todos esses anos.

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

Arthur Schopenhauer

RESUMO

LIBERATO, Daniel Rosa. Sistema Toyota de produção na construção civil: Uma sugestão de aplicação do método *kanban* na construção de um edifício em Governador Valadares/MG,2018. (Graduação em Engenharia de Produção). Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Governador Valadares.

O *Kanban* é uma ferramenta do sistema Toyota de produção que visa tornar mais ágil as atividades de programação da produção, propiciando em melhorias no sistema produtivo. E este trabalho é resultado de um estudo desenvolvido na etapa de alvenaria na construção de um edifício e seus objetivos resumem em uma sugestão de controle de estoques e ordens de serviço. Foram realizadas visitas técnicas e reuniões com colaboradores da construtora para verificar falhas no processo construtivo que geravam atrasos, posteriormente foi elaborada uma proposta de melhoria utilizando a metodologia *kanban* para controlar os estoques de materiais da alvenaria na construção civil e um levantamento de custos gerados pelos atrasos causados pela falta de materiais no canteiro de obras. Os resultados obtidos foram bem expressivos, mostrando que a organização necessitava de contratar um funcionário capaz de controlar os estoques e realização de pedidos de compra no tempo correto. Comprovou-se a importância da aplicação de ferramentas da gestão da produção que visam uma produção enxuta.

Palavras-chave: Sistema Toyota de produção; *Kanban*; Construção civil; Produção enxuta.

ABSTRACT

Kanban is a tool of the Toyota production system that aims to streamline production scheduling activities, propitiating improvements in the production system. And this work is the result of a study developed in the masonry stage in the construction of a building is its objectives summarize in a suggestion of inventory control and work orders. Technical visits and meetings were held with developers of the construction company to verify failures in the construction process that generated delays. Later, a proposal for improvement was elaborated using the kanban methodology to control the inventory of masonry materials in the construction industry and a survey of costs generated by delays caused by the lack of materials at the construction site. The results obtained were very expressive, showing that the organization needed to hire an employee able to control the inventories and make purchase orders at the correct time. The importance of the application of production management tools aimed at lean production has been proven.

Key-words: *Toyota production system; Kanban; Construction; Lean production.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Participação da construção civil no PIB (2000 – 2015)	21
Figura 2 - Processo de eliminação de desperdícios para a redução de custos	27
Figura 3 - Fluxo de planejamento, controle e funções	29
Figura 4 -Tipos de cartões <i>Kanban</i>	31
Figura 5 - Cartão <i>Kanban</i> de produção	32
Figura 6 - Cartão <i>Kanban</i> de movimentação.....	33
Figura 7 - Painel ou quadro porta- <i>Kanban</i>	34
Figura 8 - Programação Empurrada versus Programação Puxada	39
Figura 9 - Quadrantes de atuação do <i>Kanban</i>	40
Figura 10 - Metodologia utilizada para a realização do estudo de caso	44
Figura 11 - Organograma da empresa	49
Figura 12 - Disposição de cimento e cal.....	50
Figura 13 - Estoque de tijolos.....	51
Figura 14 - Fluxograma de abastecimento de estoques na alvenaria	53
Figura 15 - Guindaste utilizado no transporte dos materiais (a) e local no primeiro andar, e debaixo, onde o cabo aguarda o acoplamento da gaiola (b).....	54
Figura 16 - Betoneira.....	55
Figura 17 - Quadro de comunicação.....	56
Figura 18 - Quadro de comunicação de medidas da betoneira.....	56
Figura 19 - Estrutura analítica de projeto para alvenaria.....	57
Figura 20 - Alvenaria.....	58
Figura 21 - Construção de uma verga em cima de uma porta (A) e de uma contraverga debaixo de uma janela (B).....	59
Figura 22 - Enchunhamento	60
Figura 23 - Quadro <i>Kanban</i> betoneira	64
Figura 24 - Cartão <i>Kanban</i> de movimentação de argamassa.....	68
Figura 25 - Cartão <i>Kanban</i> de movimentação de materiais.....	68
Figura 26 - Níveis de cimento, cal ou tijolos.....	69
Figura 27 - Quadro de pedidos dos insumos da alvenaria.....	70
Figura 28 - Cartão de pedido cimento (A), cartão de pedido cal (B), Cartão de pedido tijolo (C).....	71

Figura 29 - Atual fluxo (A) e fluxo proposto (B).....	72
Figura 30 - Proposta de quadro de informações de traço (A) e modelo utilizado (B)	73
Figura 31 - Ponto de pedido estoque secundário.....	79
Figura 32 - Gráfico ponto de pedido cimento	80
Figura 33 - Ponto de pedido do estoque cal.....	81
Figura 34 - Ponto de reposição estoque secundário de tijolo	83
Figura 35 - Custos dos materiais na alvenaria.....	85
Figura 36 - Comparativo de atrasos e salários com encargos.....	88
Figura 37 - Custos totais na alvenaria	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição para materiais de alvenaria	73
Tabela 2 - Planejamento para consumo de materiais no processo de alvenaria de vedação	75
Tabela 3 - Consumo total dos insumos.....	74
Tabela 4 - Utilização do estoque	75
Tabela 5 - Total de paradas nos estoques secundários	77
Tabela 6 - Porcentagem entre preços.....	81
Tabela 7 - Custos na alvenaria (Cimento, cal e tijolos).....	82
Tabela 8 - Remunerações na empresa	84
Tabela 9 - Custo por hora de atraso dos estoques auxiliares de tijolo.....	86
Tabela 10 - Custos de atraso dos estoques principais.....	85
Tabela 11 - Custos totais na alvenaria	86

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Funções e regras Kanban.....	35
Quadro 2 - Postos de trabalho.....	47
Quadro 3 - Definição de porte de estabelecimentos segundo o numero de empregados	48
Quadro 4 - Composição verga TCPO 13.....	76

ABREVIATURAS, SIGLAS E CONVENÇÕES

STP	Sistema Toyota de Produção	19
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção	20
PIB	Produto Interno Bruto	20
JIT	<i>Just in Time</i>	28
PMP	Plano Mestre da Produção	39
PA	Produtos Acabados	39
MRP	Planejamento das Necessidades de Materiais	39
MS	<i>Microsoft Excel</i>	47
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas	49
TCPO	Tabela de Composição de Preços para Orçamentos	73
SETOP	Secretaria de Estado de Transporte e Obras Públicas	73
SINTICOM	Sindicato das Indústrias da Construção Civil	85

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Capacidade atual	26
------------------------------------	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Formulação do problema.....	20
1.2 Justificativa.....	21
1.3 Objetivos.....	22
1.3.1 Objetivo Geral	22
1.3.2 Objetivos Específicos	23
1.4 Estrutura do trabalho	23
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	25
2.1 Sistema Toyota de produção	25
2.1.1 Analise Total dos Desperdícios	25
2.1.2 Perdas por superprodução.....	28
2.1.3 Filosofia Just in Time	28
2.1.4 Sistema Toyota de Produção e o Kanban	29
2.2 A ferramenta <i>kanban</i>	30
2.2.1 Funcionamento prático do Kanban.....	31
2.2.2 Eliminação de desperdícios	35
2.2.3 Outros tipos de Kanban	36
2.2.4 Puxar ou empurrar a produção.....	38
2.2.4 Kanban x MRP	39
2.3 Construção enxuta	41
3 METODOLOGIA.....	43
3.1 Classificação da pesquisa	43
3.2 Metodologia do projeto de pesquisa.....	44
4 ESTUDO DE CASO	47
4.1 Caracterização da empresa	47

4.1.1 Organização da empresa.....	48
4.2 Abastecimento	49
4.3 Transporte interno de materiais	54
4.3.1 Comunicação de ordens de serviços.....	55
4.4 Processo de alvenaria.....	57
4.4.1 Alvenaria de vedação.....	57
4.4.2 Verga e contraverga.....	58
4.4.3 Encunhamento	59
4.5 Problemas encontrados e propostas de melhoria.....	60
4.5.1 Exploração dos problemas encontrados na produção.....	60
4.5.2 Proposta de melhoria	62
4.5.2.1 Kanban de movimentação de argamassa produzida pela betoneira	62
4.5.2.2 Kanbanpara Controle do estoque de cimento, cal e tijolos	69
4.5.2.3 Sugestão de melhoria no fluxo de reposição dos estoques.....	71
4.5.2.4 Sugestão de melhoria no quadro de informação e medidas de traço.....	73
5 RESULTADOS E ANÁLISES	74
5.1 Consumo na alvenaria de vedação (tijolos, cimento e cal).....	74
5.2 Consumo de cimento na construção de vergas e contravergas.....	76
5.3 Consumo total de tijolo, cal e cimento no processo de alvenaria da obra.....	76
5.4 Dimensionamento e reposição de materiais	77
5.4.1 Reposição do estoque secundário de tijolo.....	77
5.4.2 Ponto de reposição do cimento.....	80
5.4.3 Ponto de reposição da cal	81
5.4.4 Ponto de reposição do estoque principal de tijolo	82
5.5 Custos pelo atraso.....	83
5.5.1 Custos na alvenaria.....	83
5.5.2 Encargos sociais e trabalhistas	85

5.5.3 Encargos sociais e trabalhistas nos atrasos dos estoques secundários de tijolo	86
5.5.4 Encargos sociais e trabalhistas nos atrasos dos estoques de cimento, cal e tijolos	87
5.5.5 Custos totais de encargos sociais e trabalhistas gerados por atrasos na alvenaria	87
5.5.5 Custos totais gerados por atrasos na alvenaria	88
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	90
6.1 Alinhamento dos objetivos e proposta de melhoria.....	90
6.2 Recomendações	91
REFERÊNCIAS	93

1 INTRODUÇÃO

Em meados do século XX, no Japão, era desenvolvido pela Toyota Motor *Company* um sistema de produção totalmente inovador focado no aumento da produtividade e da eficiência, com a aplicabilidade e eficácia da filosofia *Just-in-Time* e do método *Kanban*. Entretanto, o sucesso do sistema Toyota de produção (STP) não advém de alguns métodos aplicados ou tecnologia; o bem sucedido STP é construído em um meio que agrupe todos os seus princípios, métodos e técnicas (GHINATO, 1995).

O STP revolucionou a indústria a nível mundial – com exceção dos japoneses o resto do mundo seguia o molde de operações fordista, criado no início do século XX, onde o foco era a produção em massa, com a geração de grandes volumes de materiais em estoque. Com uma mentalidade enxuta o sistema criado no Japão, prezava pela otimização e o aumento de produtividade (LIKER, 2005).

Ainda de acordo com Liker (2005), a necessidade de se repensar o modelo de como produzir produtos, se deu após o fim da Segunda Guerra Mundial, em meados da década de 40 do século passado. O Japão estava com grande parte do seu parque industrial destruído e, a ocupação dos países aliados (no caso, os Estados Unidos da América), percebeu-se que além de mão-de-obra, os japoneses precisariam produzir máquinas e automóveis em grande escala para atender a demanda da reconstrução das terras nipônicas. Ao citar a indústria automobilística, um dos principais fabricantes de veículos era a Toyota, porém, era preciso aumentar sua capacidade de produção e fazer diversos cortes financeiros em vários setores para evitar a falência empresarial.

Em 1950, Eiji Toyoda, engenheiro presidente da Toyota Motor Company, visitou por três meses as instalações do parque fabril *Rouge* da empresa automobilística norte-americana Ford, na cidade de Detroit. Seu objetivo era compreender melhor como o modelo de fabricação estadunidense conseguia produzir 7000 automóveis diariamente, enquanto a montadora japonesa atingia uma produção diária de apenas 2685 veículos. Tendo em vista tal cenário, Eiji constatou que era possível melhorar o sistema de produção da Toyota. No entanto, duplicar o sistema fordista utilizado naquela cidade se demonstrava um processo de grande complexidade naquele momento. Com o auxílio do colega de trabalho Taiichi Ohno, a equipe japonesa concluiu que implementar aquele sistema de produção em massa no Japão seria irreal, pois era preciso utilizar a capacidade produtiva para a montagem de mais de um veículo, uma vez que a situação do mercado era de baixa demanda para a produção em massa de apenas um modelo. Diante desse prólogo experimental, a organização veio a criar seu

próprio sistema produtivo – denominado sistema Toyota de produção, sistema este que delimitou os processos da produção enxuta (WOMACK e COL, 1992).

Após aplicação do STP a Toyota estava alcançando resultados surpreendentes, mesmo atravessando um período de crise que teve início em 1973, onde impactava diretamente as exportações devido às incertezas constantes nas refinarias de petróleo, o que afetaria toda a exportação de bens e matérias no mundo. As demais indústrias japonesas passavam dificuldades causadas pelo baixo crescimento econômico, onde gerentes de grandes manufaturas nipônicas notaram que a Toyota manteve seus bons resultados empregando um sistema produtivo próprio. Após conhecimento das possíveis aplicações deste sistema em outros setores industriais houve uma forte inserção da mentalidade enxuta por grande parte das áreas de bens e serviços (OHNO, 1997).

Contudo, este trabalho de conclusão de curso, utiliza ferramentas do STP adaptadas as demandas e necessidades da construção civil.

1.1 Formulação do problema

De acordo com Lantelme (1994), o fato das empresas possuírem grandes volumes de estoque de alguns materiais, pode promover maior competitividade no mercado, sendo uma tática frequente na construção. Entretanto, a mensuração dos níveis de estoque é bastante complexa, pois podem ocorrer erros nas datas que determinado lote será usado, causando atrasos e desperdícios.

Bell e Stukhart (1986) afirmam que as funções de gerenciamento de materiais são regularmente executadas de forma segmentada. Elas têm característica de baixa comunicação e sem responsabilidades e são diretamente atribuídas ao proprietário, engenheiro ou funcionário. As atividades de compra devem ser plenamente integradas no sistema de coordenação de matérias. Contudo, os materiais devem ser comprados em tempo hábil, mas a compra antecipada cria problemas de fluxo de caixa e o excesso de compras pode levar a desperdícios.

O referido trabalho teve como encorajamento o estudo das ferramentas presentes na disciplina Gestão da Produção II, onde o professor indicou que aprofundássemos nossos conhecimentos nas ferramentas do Sistema Toyota de Produção. Tal fato contribuiu para o aumento do interesse por suas aplicações e, ao observar com mais detalhes o processo de construção na residência do pesquisador, constatou-se a ocorrência de atrasos frequentes decorridos por falta de materiais. Em função desta deficiência em gestão de prazos e suprimentos, o pesquisador vislumbrou a oportunidade de aplicar na prática a teoria

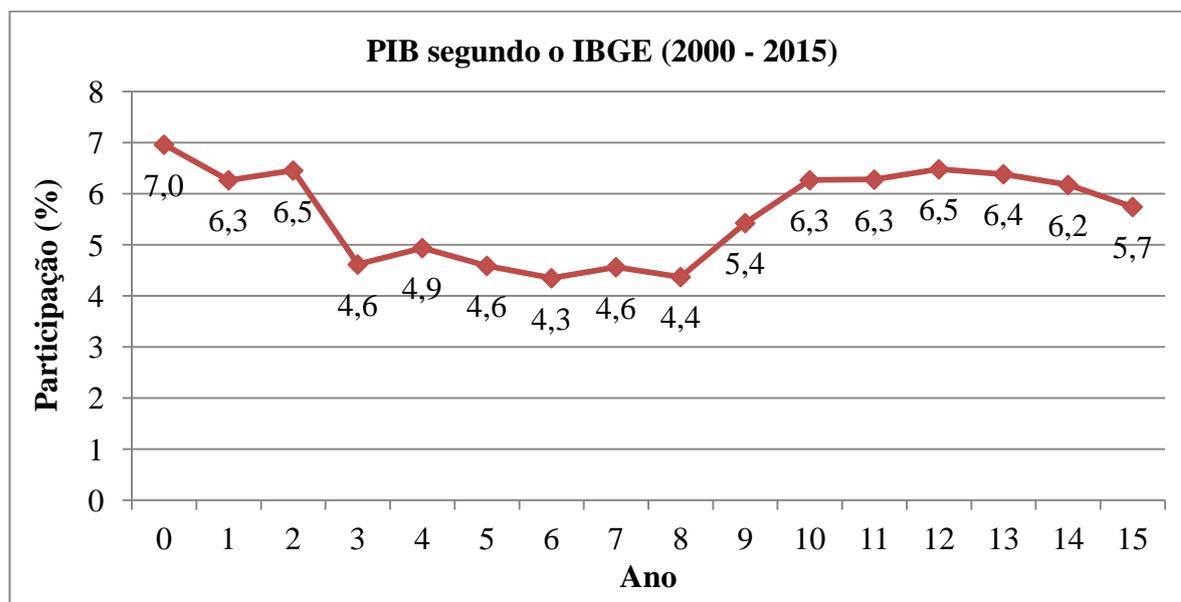
apresentada em sala de aula, podendo assim averiguar se os mesmos problemas aconteciam em construções de grande porte.

Diante da necessidade das empresas terem de se reinventar para manterem-se competitivas no mercado construtivo brasileiro, e da necessidade de antecipar estoques de forma racional, surge o seguinte problema de pesquisa: Como o engenheiro de Produção pode atuar na construção civil de forma a contribuir para a realização de um processo mais enxuto e otimizado?

1.2 Justificativa

A indústria da construção civil tem forte participação nas atividades econômicas do Brasil. De acordo com informações expostas pela câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e com base nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), constata-se que esse ramo alcançou em 2016 um índice de 6% de participação no produto interno bruto (PIB), figura 1. Entretanto, uma pesquisa exibida por esse mesmo órgão aponta queda de 3,6% do PIB nacional em relação ao ano de 2015 e de 5,1% na atividade de construção civil. A pesquisa destaca uma contração de 2,8% em sua força de trabalho.

Figura 1 - Participação da construção civil no PIB (2000 – 2015)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados IBGE (2018)

Na construção civil, o propósito primordial em condicionar estoques é reduzir o nível de insegurança entre fornecimento e demanda por materiais. Ou seja, costuma-se demandar

certo período de tempo entre a realização do pedido e a sua entrega e assim como em qualquer empresa é de fundamental importância dispor de matéria-prima para que a produção não fique parada.

A construção civil não se tipifica por manter grandes estoques. Seu conceito se fundamenta na produção puxada, em que os materiais chegam à obra de acordo com o que é produzido. Porém, há uma restrição quanto à quantidade de insumos que podem ser entregues no canteiro de obras, devido à capacidade de armazenamento dentro das dependências da construção e às restrições do volume de materiais que os veículos podem transportar (SZAJUBOK e COL, 2006).

Em um mercado competitivo, construtoras buscam a obtenção de diferenciais em sua produção visando otimizar recursos, tempo e custos para que perdas e prejuízos sejam minimizados. Kurek e col. (2013) afirma que um grande fluxo de materiais dentro do canteiro de obras pode acarretar em prejuízos financeiros e gerar desperdícios ou falta de materiais, como estoques mal dimensionados e falta de matéria prima para a execução de determinadas atividades.

O controle e gestão do sistema produtivo na construção civil foram implementados no início dos anos 90 com modelos baseados na produção enxuta. Oliveira e col. (2016) apontam que o *lean construction*, ou simplesmente construção enxuta – oriundo da produção enxuta – foi adaptado para a construção através dos esforços de Koskela em 1992. Contudo, muitos trabalhos vêm sendo realizados para complementar e inovar a forma de produção, desde a composição dos projetos até as suas execuções.

1.3 Objetivos

Este trabalho de conclusão de curso busca analisar as deficiências em gerenciamento de estoques em uma construtora de pequeno porte, observando o fluxo de atividades praticadas pela empresa para então propor melhorias advindas do conhecimento adquirido sobre o sistema Toyota de produção.

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral propor uma adaptação do método *kanban* para auxiliar o processo de alvenaria (tijolos, cal e cimento) da construção de um edifício na cidade

mineira de Governador Valadares, com a finalidade de reduzir o tempo de suas atividades e, em consequência, diminuir os custos no canteiro de obras.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos para este trabalho são:

- Identificar gargalos ocorridos nas etapas em análise no canteiro de obras;
- Identificar ociosidade de funcionários decorrente da falta de insumos;
- Fazer levantamento de como a produtividade e os custos referentes aos salários e encargos trabalhistas são afetados por atraso gerados por falta de material;
- Determinar níveis nos estoques de cimento, cal e tijolos para a realização da ordem de serviço no quadro *Kanban*;
- Propor a elaboração de porta-cartões *Kanban* para controle de serviços da betoneira;
- Propor melhorias para o fluxo de abastecimento dos estoques de alvenaria;
- Levantamento dos custos gerados por atrasos pela falta de material;
- Verificar a viabilidade de contratação de um profissional da Engenharia de Produção dedicado á fiscalização, controle de desperdícios e sugestões contínuas de melhorias no processo baseando-se na filosofia de produção enxuta.

1.4 Estrutura do trabalho

Esse trabalho encontra-se dividido em seis capítulos principais. O capítulo um retrata a introdução ao estudo que proporciona os fundamentos para formulação do problema, sua justificativa e motivos que influenciaram o desenvolvimento da referida pesquisa, além dos objetivos geral e específicos.

O capítulo dois traz a fundamentação teórica encontrada em trabalhos científicos, livros e outras fontes com o objetivo de aprofundar os conhecimentos a respeito do STP, *Just in time*, eliminação de desperdícios, produção enxuta e construção enxuta em particular sobre a aplicação da ferramenta *Kanban* na construção civil.

Já o capítulo três trata da metodologia da pesquisa utilizada no estudo de caso. O mesmo faz menções a respeito da classificação do estudo e retrata a sua natureza, tipo de abordagem, objetivo da pesquisa e procedimento técnico de acordo com os padrões validados por especialistas do assunto com o intuito de atingir os objetivos almejados no estudo.

O capítulo quatro, por sua vez, discorre a respeito do estudo de caso, mostrando as investigações realizadas na etapa de construção da alvenaria do edifício assim como o tratamento dos dados analisados.

O capítulo cinco apresenta os resultados alcançados com as análises realizadas no estudo de caso e, por fim, o capítulo seis que expõe as conclusões obtidas e recomendações para a confecção de trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo é apresentado à base teórica que delimitaram este estudo, proporcionando melhor compreensão a respeito do sistema Toyota de produção, destacando suas funcionalidades e definições técnicas ao estudo de caso na empresa analisada. Neste capítulo serão abordados ainda os principais conceitos acerca do método *kanban* e do *lean construction*.

2.1 Sistema Toyota de produção

Ohno (1997) afirma que o STP prosperou de uma imposição pela qual passava o Japão pós-guerra, onde restrições no mercado requeriam a produção em baixas quantidades e com elevada variedade de produtos. Essas imposições serviram como um teste para a indústria automobilística japonesa, onde se mediu a capacidade de se estabelecer e permanecer com a concorrência dos sistemas produtivos e vendas em massa, já consolidados na Europa e Estados Unidos. O autor ainda destaca que o foco central do STP é o aumento da eficiência da produção, decorrente da eliminação completa dos desperdícios.

Moden (2015) afirma que o sistema produtivo da Toyota é uma ferramenta possível de aplicação na fabricação de produtos, pois sua eficiência se destina a chegar a um objetivo final: o lucro. Para ter êxito, o foco principal do STP se fixa na redução de custos e aumento da produtividade. A relação destes é alcançada por meio de eliminações de desperdícios, como estoques excessivos e contratação demasiada de pessoal. A redução de custos no STP abrange não somente a linha de produção, mas também gastos de vendas, administrativos e de capital. A base do sistema, segundo o autor, é o autocontrole da superprodução, onde se assegura que todos os processos provenham em produtos de acordo com o ritmo que o mercado necessita.

O STP é um sistema fundamentado na eliminação de quaisquer tipos de perdas: sua composição é formada por 80% dos casos na eliminação das perdas, 15% focados em sistemas de produção e apenas 5% no método *Kanban* (SHINGO, 1996).

2.1.1 Analise Total dos Desperdícios

Todos os tipos de desperdícios dão-se quando buscamos a produção do mesmo item em grandes quantidades homogêneas. Após toda a produção, pode-se concluir que os custos

se elevam. E extremamente mais econômico a produção de cada produto de cada vez. Com isto fica evidente a diferença entre o primeiro método é o Sistema Ford em relação com o Sistema Toyota. O STP não é apenas um sistema produtivo e também um forte sistema gerencial que se adapta as necessidades dos mercados globais e sistemas computadorizados de excelência (OHNO, 1997).

Conforme Ohno (1997) a eliminação total dos desperdícios, é feita a análise nos consecutivos pontos:

- A expansão da eficiência tem uma logística ligada à redução de custos. Para chegar a este resultado é necessário produzir somente aquilo que e demandado, minimizando o uso de mão de obra.
- Deve ser feita uma análise sobre a eficiência de cada operador e de cada linha. Contudo e de suma importância analisar os operadores como uma equipe e em seguida a eficiência em toda linha produtiva. A eficiência deve ser otimizada em cada etapa, e ao mesmo tempo.

Conceituando somente o trabalho que é necessário como trabalho real e for definido o resto como desperdício, a Equação (1) a seguir será verdadeira, sejam considerados trabalhadores individuais ou a linha inteira (OHNO, 1997).

Equação 1 – Capacidade atual

$$\text{Capacidade Atual} = \text{Trabalho} + \text{Desperdício} \quad (1)$$

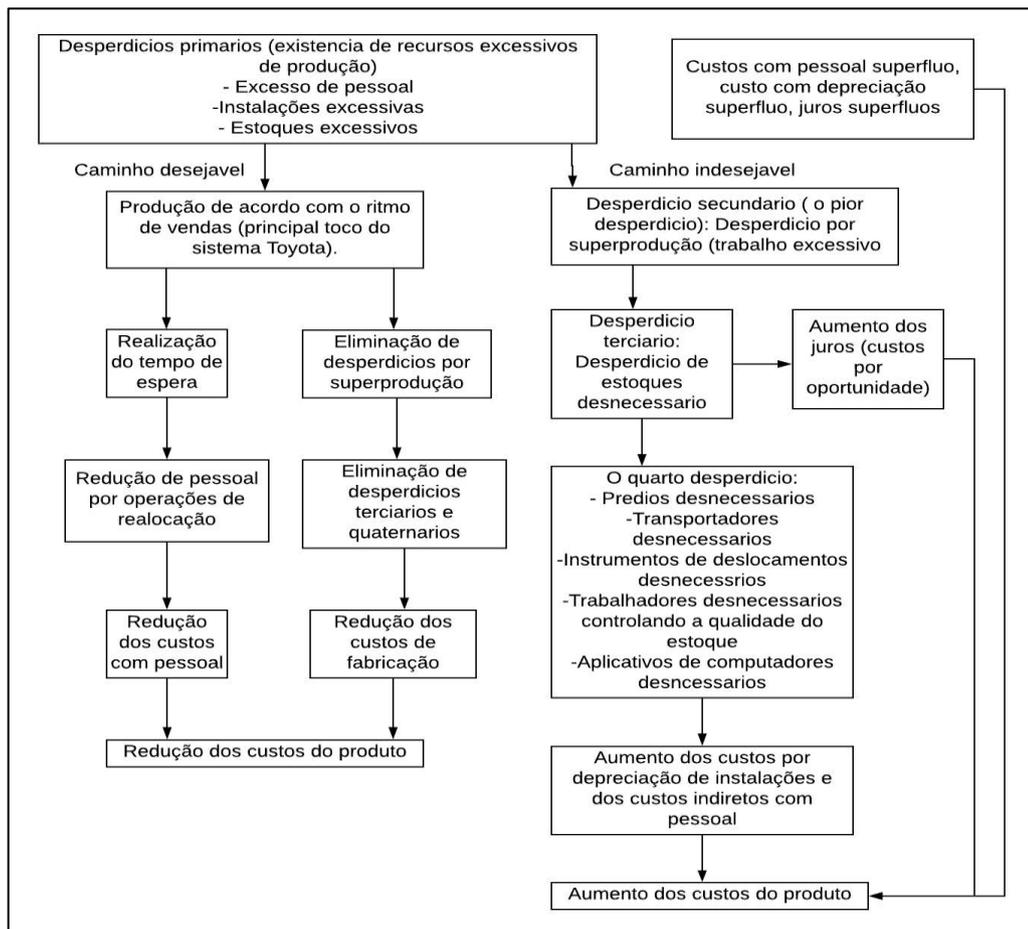
Ohno (1997) indica que a autentica melhoria na eficiência ergue-se quando produzirmos zero desperdício e alavancamos a capacidade de trabalho para 100%. Sendo que o STP produz somente o necessário, com isto a força de trabalho deve ser diminuída para otimizar a demasiada capacidade. Primordialmente para a execução do STP e necessário identificarem totalmente os desperdícios:

- Desperdício de superprodução;
- Desperdício de tempo disponível (espera);
- Desperdício em transporte;
- Desperdício do processamento em si;
- Desperdício de estoque disponível;
- Desperdício de movimento;
- Desperdício de produzir produtos defeituosos.

Para Moden (2015) primordialmente os desperdícios na manufatura decorre, sobretudo de excessos em recursos de produção que abrangem o excesso de pessoal, excesso de instalações e o excesso de estoques. Desperdícios na manufatura e classificado e 4 tipos o excesso de recursos de produção, a superprodução, o excesso de estoque e investimento desnecessário de capital.

Portanto quando há um aumento considerável destes elementos, além do necessário, estas grandes quantidades impróprias, aumentam o desembolso monetário e não agregam valor. Quando há excesso de pessoal é preciso levar em consideração que haverá custos dispensáveis com pessoal, assim como instalações que levam a custos desnecessários com depreciações, e com estoques excessivos, isso leva a desembolsos supérfluos com investimentos em estoques. Todos os 4 tipos de desperdícios acabam por elevar os custos com administração (MODEN, 2015).

Figura 2 - Processo de eliminação de desperdícios para a redução de custos



Fonte: Adaptado de Moden (2015)

O excesso de trabalhadores causa grande ociosidade nos postos de trabalho, para combater esta exorbitância e necessário que as atividades sejam realocadas, tendo como finalidade abater o número de colaboradores, apreciando como resultado a diminuição de custos com a mão de obra.

2.1.2 Perdas por superprodução

Shingo (1996) afirma que existem duas categorias de superprodução:

- Quantitativa – produzir além do necessário;
- Antecipada – produzir antes que o produto seja necessário.

Um número considerável de gerentes atenta-se somente em impedir a superprodução quantitativa e não dão relevância se um inventário de 20 dias tem de ser mantido e administrado, desde que os itens estejam produzidos dentro do limite de prazo estabelecido. Na Toyota Motors é inaceitável tolerar a superprodução. A ferramenta aplicada para excluí-la é a produção Just in time.

2.1.3 Filosofia Just in Time

Em japonês as palavras para *Just in Time* significam “no momento certo”, [...] In Time, em inglês significa “a tempo”, ou seja, “não exatamente no momento estabelecido, mas um pouco antes, com certa folga” (SHINGO, 1996, p. 103).

Ainda conforme o autor o termo *Just in Time* (JIT) propõe além do que concentrar o tempo na entrega, em vista disso, poderia alimentar a superprodução antecipada, resultando em atrasos desnecessários. O STP realiza sua produção com estoque, ou sem estoque, cada processamento deve ser munido de produtos necessários, na quantidade necessária, no momento necessário, sem gerar estoque.

Ao integrar o JIT, é importantíssimo que os gestores demonstrem aos colaboradores a real necessidade de se empregar os métodos do STP, com empenho nesta tarefa, a alta gerência estará demonstrando o seu total apoio a implementação da nova metodologia de produção (MODEN, 2015).

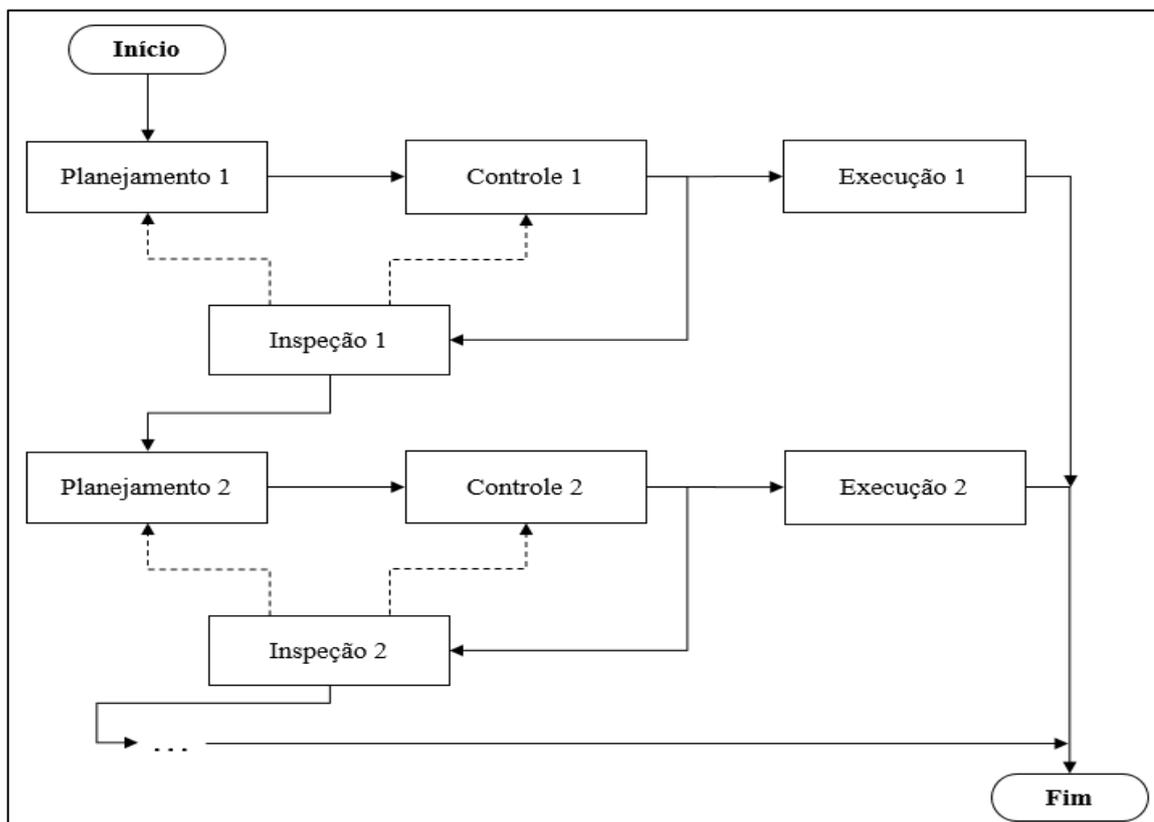
Para Ghinato (1995) o componente mais estudado na administração moderna do que o JIT. Sendo considerado revolucionário e uma mudança de paradigma, fica evidente sua influencia sobre os métodos de gestão. JIT significa que cada item ou produto deve ser abastecido no momento e quantidade correta; No lugar e tempo certo. Entretanto mesmo com

abundancia de informações sobre o tema, nota-se que existe contradição entre os conceitos elaborados. Por conseguinte, definir JIT com a perícia que um trabalho que um trabalho científico exige, denota-se como uma empreitada delicada. É preocupante o fato de existir informações desencontradas em relação ao JIT, STP e *Kanban*, evidenciando muitas vezes o STP como sendo o JIT, demonstrando o não entendimento da essência do STP. É de suma importância que se compreenda que o JIT é somente um meio de obter o verdadeiro foco do STP, que é o de maximizar os lucros, através da eliminação de perdas.

2.1.4 Sistema Toyota de Produção e o Kanban

Conforme aponta Shingo (1996), a distorções da real relação entre o STP e o *Kanban*, onde o STP é um princípio de produção e o *Kanban* é uma técnica para o auxílio na execução desse princípio. Uma regra significativa da ferramenta requer que todos os materiais e produtos necessitam ser acompanhados por um cartão; Outra destaca que os produtos com defeito não devem prosseguir aos processos seguintes. Todavia, esse ultimo preceito não é devidamente uma função *Kanban*, mas sim um dos princípios do STP.

Figura 3 - Fluxo de planejamento, controle e funções



Fonte: Adaptado de Shingo (1996)

Para melhor distinção é possível consideramos nos termos das três funções administrativas:

- Planejamento – Estabelece o sistema de objetivos, como por exemplo, o layout da planta, operações-padrão;
- Controle – Garante a execução devida do plano;
- Inspeção – Compara a execução ao plano de maneira que um ou outro problema possa ser corrigido ou ajustado, se necessário.

2.2 A ferramenta *kanban*

De acordo com Ohno (1997) o *Kanban* é uma ferramenta do STP. È frequentemente usada em forma de cartões retangulares. Podendo ser dividida em três classes:

- Informação de coleta;
- Informação de transferência;
- Informação de Produção.

O *Kanban* transporta dados vertical e lateralmente dentro da Toyota e entres outras empresas auxiliares. Foi idealizado sobre a mecânica que estabelece o funcionamento de um supermercado. Com esta analogia é possível analisar as etapas de funcionamento dessa ferramenta. Em um mercado as mercadorias são compradas por clientes, com a baixa de mercadorias no estoque cartões com informações sobre quantidade consumidas são direcionados ao departamento de compras, onde o mesmo emite ordens de serviços para que estas mercadorias sejam repostas (OHNO, 1997).

Ohno (1997) ainda afirma que o sistema de supermercado foi implantado na etapa produtiva da Toyota em 1953 e introduzido em toda fabrica em 1962. Anotava-se em um pedaço de papel que continha o número do componente da peça e variadas informações associadas à usinagem. Esses pedaços de papel receberam o nome de *Kanban*. No STP a referida ferramenta é uma importante metodologia para impedir a superprodução. Portanto, não se faz necessário o uso de estoque extra.

Para Peinado (2007) o foco deste método é tornar mais genuínas e ágeis as atividades de programação da produção. O sistema *Kanban* visa movimentar e conceder os elementos de produção, de acordo com o consumo estabelecido, de forma a puxar o processo. Dessa forma, nenhum posto de trabalho será abastecido antes de requisitar o processo anterior. O preceito capital do *Kanban* foi inspirado no sistema aparente de estabelecimento de um supermercado.

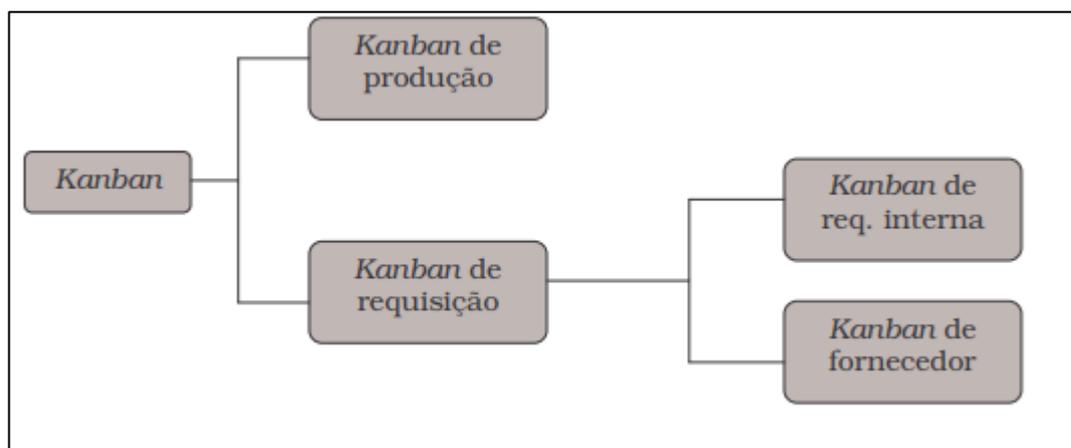
O fornecimento sucede de acordo em que os itens são consumidos e a prateleiras em que estão depositados se esvaem. O espaço vazio que se cria determina a necessidade de reabastecimento.

Na maior parte dos casos, a sinalização é realizada por intermédio de cartões em painéis e quadros. A existência de um cartão no quadro significa que um recipiente de material foi consumido e precisa de reposição. A prioridade de reposição de estoque é caracterizada pelas cores verde, amarela e vermelha. O cálculo para determinar o número de cartões *Kanban* para cada item leva em consideração o *Lead Time* de reabastecimento, a demanda média, o estoque de segurança e o volume de peças no contentor. Entretanto, é descabido confundir os conceitos de *Kanban* e *Jit*. O primeiro é uma ferramenta do STP que busca identificar e combater desperdícios na produção, para assim, alcançar o segundo. Ainda que a palavra *Kanban* signifique cartão, o sistema de controle visual pode ser realizado através de sinais luminosos, faixas pintadas, dentre outros.

2.2.1 Funcionamento prático do Kanban

Peinado (2007) esclarece que o fornecimento de provisões aos estoques no sistema é moderado pela forma visual, com a aplicação de diversos tipos de sinalização. Geralmente, a sinalização visual é realizada por intermédio de cartões Kanban e seus painéis ou quadros. Podem-se categorizar os cartões em dois tipos, os de produção, que autorizam a produção de determinado produto, e de requisição, que possibilitam o deslocamento de lotes entre clientes e fornecedores, respectivamente. Esses têm potencial para serem cartões de requisição interna ou externa, entre empresa e fornecedor.

Figura 4 -Tipos de cartões *Kanban*



Fonte: Tubino (1999)

Peinado (2007) expressa que o cartão *Kanban* é encarregado pela comunicação em todo o sistema. Os estoques são separados e realocados em contentores. Com isto, os estoques passam a ser controladores e dimensionadores, com uma capacidade máxima de abastecimento. Cada contentor é munido de um cartão, ou seja, é como se cada cartão fosse um contentor de material. Em cada um deles é descrito informações pertinentes a produção, como o código, a descrição do produto, a capacidade, o nome do fornecedor externo e o setor interno responsável pela fabricação.

Tubino (2009) explica que os cartões têm o objetivo de substituir as ordens de produção, montagem e movimentação. Em cada um desses momentos é indispensável o uso de algumas informações pertinentes a produção. Os cartões *Kanban* terão suas atividades limitadas a sua conexão com os fornecedores internos ou externos. Geralmente, eles são padronizados e elaborados com materiais de alta durabilidade, para sujeitarem-se ao intenso manuseio, devido aos giros constantes entre estoque e fornecedor.

Entretanto, quando a organização precisa de um alto fluxo produtivo, a mesma pode optar por informatizar o sistema. Dessa forma, o uso de cartões físicos pode ser descartado. Os cartões *Kanban* de montagem ou produção são utilizados de modo que permitam a fabricação ou a montagem de determinado produto, contendo as seguintes informações: especificação do processo e fornecedor, descrição do produto e seu código, tamanho do lote a ser produzido, número de emissão e relação de materiais (TUBINO, 2009). A figura 5 retrata as informações que os compõem.

Figura 5 - Cartão *Kanban* de produção

Processo		Centro de trabalho		
Codigo do item				Número de prateleira e estocagem
Nome do item				
Materiais necessarios		Tamanho do lote	Numero de emissão	Tipo de contenedor
Codigo do item	Locação			

Fonte: Adaptado de Tubino (2009)

Tubino (2009) ainda afirma que cada organização ao implementar o sistema deve elaborá-lo de acordo com suas necessidades. Estes cartões deverão ser afixados em um quadro *Kanban*, é recomendado que esse seja equipado com itens que favoreçam a aderência dos

cartões. Um segundo modelo é o de movimentação. Ele é conhecido como cartão *Kanban* de transporte, retirada ou requisição, que autoriza movimentações de itens dentro a fábrica. Da mesma forma que o cartão de produção, o de movimentação deve ser munido de informações que facilitem seu uso. A figura 6 representa os dados constantes nesse tipo de cartão.

Figura 6 - Cartão *Kanban* de movimentação

Codigo do Item			Centro de trabalho do fornecedor
Nome do Item			
			Localização do estoque
Tamanho do lote	Nº de emissão	Tipo de contenedor	Centro de trabalho cliente
			Localização do estoque

Fonte: Adaptado de Tubino (2009)

Quando é possível elaborar uma parceria com fornecedores externos o sistema puxado de produção para processar reposições facilita e simplifica todas as atividades empregadas pela logística de reposição, conforme os fornecedores são autorizados a repor os lotes a partir do recebimento dos cartões. Para operacionalizar o sistema *Kanban* com fornecedores sua aplicação deve ser análoga ao sistema de fornecimento interno. Assim, os fornecedores terão um ponto para coleta dentro do chão de fábrica, munido de quadro *Kanban*, onde recolham os cartões destinados aos fornecedores externos, permitindo a reposição do material demandado dentro de intervalos de tempo pré-estabelecidos. Entretanto, com a evolução tecnológica, o cartão *Kanban* de fornecedor está sendo substituído por softwares capazes de disparar automaticamente ordens de reposição (TUBINO, 2009).

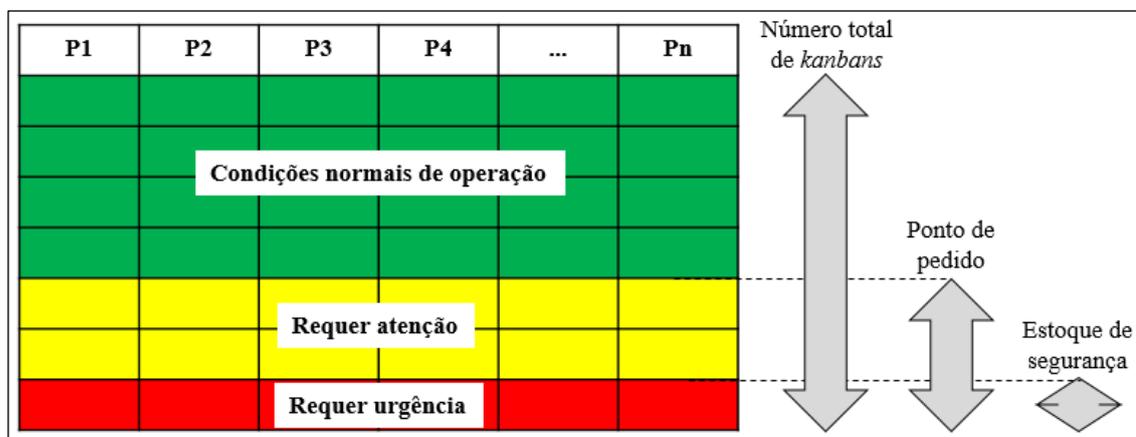
Peinado (2007) explica que tradicionalmente o sistema utiliza painéis ou quadros de sinalização em pontos estratégicos de armazenamento espalhados pela fábrica. O quadro reflete visualmente o estoque, pois, por intermédio dele é viável saber como estão os níveis do mesmo. Com monitoramento constante vários benefícios podem ser alcançados, otimizando os estoques.

Conforme Tubino (2009) aponta o quadro *Kanban* é utilizado junto com o cartão, sinalizando e sequenciando as necessidades de reposições. No quadro é projetada uma coluna para cada item presente no concorrente supermercado. As colunas são divididas em linhas ou células onde são colocados os cartões. É comum que dependendo do processo empregado

algumas colunas ou células possam não ser usadas. O quadro é sinalizado por três faixas de cores: vermelha, amarela e verde. A primeira é para cartões que constituem o estoque de segurança. A segunda estabelece o *lead time* de reposição, onde são fixados os cartões referentes às quantidades de itens capazes de abastecer a solicitação do cliente, esta quantidade somada ao estoque de segurança constitui o ponto de pedido. A terceira está disponível para alocar os demais cartões estimados para o item. Essas três faixas são empregadas para sequenciar de modo a repor visualmente os supermercados, assim ao se aproximar da faixa vermelha mais urgente é a reposição.

Para gerir esse sequenciamento, sempre que forem consumidos os materiais do estoque, o quadro *Kanban* deve ser atualizado, de forma que sejam afixados da faixa verde para a vermelha. É de suma importância evitar que os cartões cheguem à faixa vermelha. Se chegarem, deve-se atuar de forma rápida para que o estoque seja repostado antes dos processos produtivos demandarem os itens controlados (TUBINO, 2009). A figura 7 mostra uma representação de um quadro *Kanban*.

Figura 7 - Painel ou quadro porta-*Kanban*



Fonte: Adaptado de Tubino (2009).

Ohno (1997) esclarece que o *Kanban* se usado de forma correta gera para a organização grandes resultados. Entretanto, o seu mau uso pode gerar problemas graves no sistema produtivo. Para a utilização correta se faz necessário impor regras e entender a fundo o seu propósito. A finalidade do *Kanban* é alcançar o JIT. Com esse sistema do STP fica evidente os papéis que os gerentes devem desempenhar na linha de produção. Com isso, é incontestável a promoção de melhorias nas tarefas e equipamentos.

2.2.2 Eliminação de desperdícios

Para Ohno (1997) a eliminação de desperdícios é uma das metas centrais da metodologia dos cartões. Sua aplicação evidencia de imediato o que é desperdício, com isso, abre-se espaço para propostas de melhorias. O *Kanban* tem papel de destaque no sistema produtivo para impedir panes, eliminar defeitos e reduzir o estoque e mão de obra. O quadro 1 mostra as funções e regras utilizadas.

Quadro 1- Funções e regras Kanban

Funções do <i>Kanban</i>	Regras para utilização
1- Fornecer informações sobre apanhar ou transportar.	1- O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>Kanban</i> no processo precedentes.
2- Fornecer informações sobre a produção.	2- O processo inicial produz itens na quantidade e sequencia indicadas pelo <i>Kanban</i> .
3- Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	3- Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>Kanban</i> .
4- Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	4- Serve para afixar um <i>Kanban</i> as mercadorias.
5- Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo.	5- Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livres de defeito.
7- Revelar problemas existentes e manter o controle de estoques	6- Reduzir o número de <i>Kanbans</i> aumenta a sua sensibilidade aos problemas.

Fonte: Adaptado de OHNO (1997)

A primeira regra destaca que o sistema posterior deve buscar produtos no sistema anterior. Essa regra surgiu da carência de observar o processo de um ponto de vista contrário. Para realizar essa primeira regra não é suficiente uma percepção breve. A direção deve mudar suas ações e ter o compromisso em reverter o fluxo convencional produtivo, transparência e entrega. Entretanto, uma nova metodologia irá encontrar resistência, o que exige coragem dos gestores para que a implementação do sistema seja efetiva. Para que o sistema posterior retire

o que precise do sistema anterior é necessário um alto nível de dedicação e comprometimento do núcleo gestor, condição para que a primeira regra seja aplicada corretamente (OHNO, 1997).

Para a segunda regra seja efetiva os postos de trabalho e aparatos em cada célula de produção devem estar organizados, em sua totalidade, para produzir o necessário no momento em que for demandado. Contudo, se o processo subsequente necessitar realizar retiradas desconformes em relação ao planejado, o processo precedente deve estar preparado para absorver as necessidades requeridas. Portanto, para evitar tal acontecimento no STP o processo primário deve reduzir os picos e aumentar os vales na produção o quanto for necessário, estabelecendo um fluxo suave. No STP este processo é conhecido como nivelamento de produção, uma forma de evitar impactos negativos sobre todos os processos seguintes (OHNO, 1997).

Conforme indica Ohno (1997) em relação à primeira e a segunda regra, o *Kanban* funciona como um pedido de retirada, de transporte ou de entrega. A terceira regra inibe que sejam realizadas retiradas de materiais ou que se produza algum item sem um *Kanban*. A quarta regra estabelece que um *Kanban* seja fixo aos produtos. A quinta requer que 100% dos produtos sejam livres de defeitos, portanto, não enviando peças defeituosas para os processos seguintes. Finalizando, a regra seis determina a diminuição do número de *Kanbans*. Quando estas seis regras são postas em prática rigorosamente, o ofício da metodologia abordada se amplia. O sistema dos cartões é sempre conduzido simultaneamente com as mercadorias necessárias, com isto, se torna uma ordem de produção. Conseqüentemente, o *Kanban* pode evitar a superprodução, que é a maior perda no sistema produtivo.

2.2.3 Outros tipos de Kanban

Moden (2015) afirma que um *Kanban* é um método para alcançar o JIT. É um cartão retangular, destacando os mais utilizados que são os de retirada e os de produção.

Para Moden (2015) um *Kanban* é expedido quando há necessidade de uma peça que está em falta. Assim, o de retirada e o de produção existe com a mesma finalidade. Contudo, o *Kanban* expresso é emitido somente em situações excepcionais e deve ser retirado após o uso.

Um cartão de emergência será expedido provisoriamente quando houver a necessidade de utilização de determinado estoque para equilibrar alguma parte que se encontra defeituosa, algum problema com maquinário, exceções extras ou uma produção relâmpago. Este tipo de

Kanban atribui às especificações de um de retirada ou de produção, é necessário o seu recolhimento após ser utilizado (MODEN, 2015).

De acordo com Moden (2015), os cartões mencionados anteriormente são executados na linha de produção, um *Kanban* de encomenda de tarefa é organizado para uma linha produtiva com encomenda de tarefas, sendo enviado para cada posto de trabalho em que foi solicitado.

Se dois ou mais processos estiverem conectados, não é necessário realizar a troca de *Kanban* entre processos próximos. Em casos assim, um cartão comum é utilizado por estes processos. Ele é conhecido como *Kanban* de baldeação. Esse pode ser usado em plantas de processos como tratamento térmico, galvanoplastia ou pintura (MODEN, 2015).

O *Kanban* de produção pode ser utilizado como o de retirada somente se o espaço entre dois processos for bem pequeno e se o mesmo supervisor for o gestor dos dois processos. Os transportadores dos processos seguintes movimentam as caixas vazias e o cartão comum até um depósito do processo precedente. Logo após, leva-se o *Kanban* até o posto de coleta mais próximo. Entretanto, não é necessário realizar o transporte entre os cartões no armazém (MODEN, 2015).

Para Tubino (2009), o sistema *Kanban* atua fundamentado no uso de sinalizações para acionar a produção, na compra e na movimentação de produtos pela fábrica. As sinalizações são rotineiramente elaboradas por intermédio de cartões e quadros. Entretanto, é possível a utilização de outros meios que restringem o uso de cartões, mas mantém a mentalidade do sistema. Entre outras formas diferentes de execução do sistema *Kanban* estão:

- *Kanban* Contenedor: em circunstâncias em que existem contenedores próprios para todo item se torna viável a substituição dos cartões *Kanban* por um único cartão afixado no contenedor, composto por informações essenciais para que a movimentação seja realizada. Ao ser consumido, o recipiente ficará vazio, imediatamente autorizando o fornecedor a realizar sua reposição.
- Quadrado *Kanban*: é utilizado para sinalizar no chão de fábrica, um espaço específico próximo ao centro de trabalho habitualmente linhas de montagem com capacidade pré-estabelecida. Sendo repostado na medida em que o quadrado *Kanban* fica vazio. Esta abordagem é extremamente útil para peças grandes, como quadros de motocicletas por exemplo.
- Painel eletrônico: O emprego de painéis eletrônicos como lâmpadas coloridas (verdes, amarelas e vermelhas), para cada item, próximos aos pontos de trabalho podem ser executado para agilizar o fluxo de informações comparado

ao tradicional uso de cartões *Kanban*, essencialmente quando o local de aquisição dos itens for distante do local de reposição. Computacionalmente o controle é efetivado de maneira tal em que na medida em que os estoques são utilizados as luzes são acesas.

- *Kanban* informatizado: em sistemas em que o volume de itens é muito grande o uso de cartão de sinalização visual no chão de fábrica é inviável, devido ao grande acúmulo de itens em produção, sendo necessária a utilização de grandes espaços. Para a resolução deste problema, elabora-se toda uma lógica de programação por meio do computador. Assim, o quadro *Kanban* é acessado virtualmente.

2.2.4 Puxar ou empurrar a produção

Conforme indica Moden (2015), o STP é revolucionário na forma em que os processos seguintes retiram as peças nos sistemas posteriores, um método reconhecido como sistema de puxar a produção. Para manter a produção em ritmo constante, o processo seguinte busca ao sistema precedente para obter os itens na quantidade e momento certo. Dessa maneira, não é necessário elaborar a programação de produção para todo um período estabelecido de tempo. Todavia, para conseguir informar todos os processos a respeito do ritmo de produção, a Toyota utiliza o sistema *Kanban*.

Empurrar a produção retrata que o plano mestre de produção estabelece periodicamente um programa de produção, transmitindo ordens de compra e de fabricação. O período subsequente de programação pondera os estoques restantes, incorporando-os naturalmente. Desta forma, os estoques empurram a produção. Portanto, no sistema *Kanban*, os estoques somente são acionados de maneira que as etapas posteriores consigam absolver. De maneira tal, em que os estoques sejam puxados pela produção (PEINADO, 2007).

Tubino (2009) esclarece que na programação empurrada as carências nos setores de compras e de produção são alcançadas primordialmente a partir da isenção da previsão de demanda dos diversos itens acabados do planejamento mestre da produção (PMP), que habitualmente concebe as necessidades de produtos acabados (PA). Essas necessidades são enviadas para o sistema de planejamento das necessidades de materiais (MRP) que as calculam, conforme a estrutura dos produtos. Em contrapartida, a programação puxada funciona a partir da previsão da procura habitualmente o PMP e sequencialmente o MRP irão calcular, de acordo com a disposição dos produtos prováveis que serão empregados, como

previsão de demanda para a delimitação dos níveis de estoques localizados nos supermercados e no chão de fábrica. Neste instante, se nos níveis dos estoques planejados ocorrer uma variação para baixo ou para cima o planejamento da produção deve prover reposicionamentos, emitindo cartões *Kanban*.

Figura 8 - Programação Empurrada versus Programação Puxada



Fonte: Tubino (2009)

Onde:

OC – ordem de compra

OF – ordem de fabricação

OM – ordem de montagem

APS – sistema de planejamento avançado

SM – supermercado

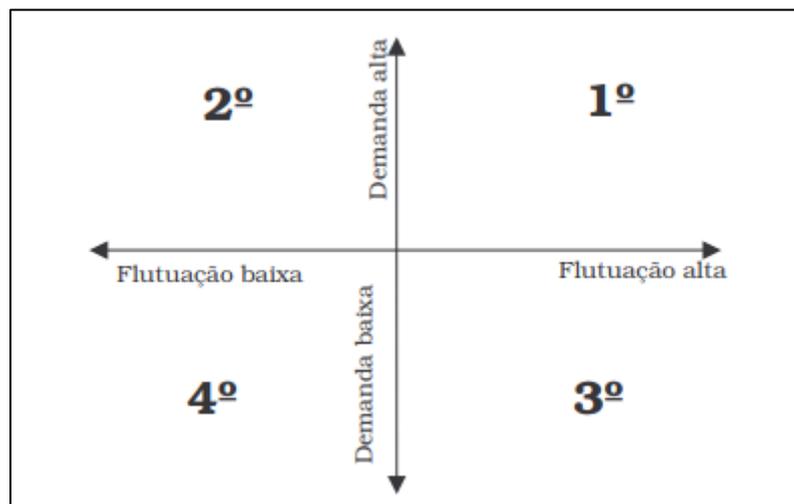
Tubino (2009) afirma que no planejamento da programação empurrada, como descrito na figura 8, para obter o programa de produção é necessário incluir a demanda de diversos itens produzidos no PMP, que forma as carências de PA. Essas necessidades são transportadas para o cálculo do MRP para serem disparadas as ordens de compra, de fabricação e de montagem. Porém, a programação puxada basear-se em previsões de demanda para o levantamento de estoques ou supermercados, que ficam a disposição até a sua utilização.

2.2.4 *Kanban x MRP*

Conforme indicado por Peinado (1997), apesar das filosofias empregadas no MRP e no *Kanban* serem essencialmente opostas, tendo em vista que o último incentiva um sistema

de produção puxado e o primeiro por outro lado emprega um sistema empurrado, as duas metodologias podem e deve concorrer no mesmo sistema produtivo, com a condição de que suas vantagens sejam preservadas. Os dois sistemas ostentam vantagens e desvantagens. De acordo com o volume e variação da demanda, pode ser interessante utilizar um ou outro. È indicado usufruir as vantagens que cada método dispõe. Com isso, é preciso apontar com clareza quando utilizar o sistema *Kanban* ou MRP para determinado processo.

Figura 9 - Quadrantes de atuação do Kanban



Fonte: Peinado (1997)

Ainda conforme o autor, a figura 9 representa no eixo vertical o volume da demanda, enquanto o eixo horizontal representa a flutuação que a essa, demonstrada verticalmente, apresenta. Quanto menor a flutuação mais contínua é a demanda no decorrer do tempo. No primeiro quadrante estão dispostos os produtos que possuem uma alta procura, cujas características indicam o possível uso do *Kanban*, entretanto com uma alta flutuação que é uma particularidade relacionada ao MRP. Assim, os produtos presentes nestes quadrantes devem ser avaliados caso a caso, determinando o melhor tipo de abastecimento. No segundo quadrante são apresentados os itens que possuem altas procura e baixa flutuação, é evidente que se trata de um item que é demasiado utilizado. Neste caso, o sistema indicado é o *Kanban*, por ser uma metodologia que deve ser aplicada em um ambiente que autorize entregas frequentes, em pequenos lotes, no mínimo uma vez por dia. No o terceiro quadrante encontram-se os produtos que possuem baixas demandas, favorável a aplicação do MRP, mas com flutuação baixa, que condiz com a utilização do *Kanban*. Desta forma, é necessário, assim como no primeiro quadrante, realizar um estudo analisando cada caso e adotando o sistema que venha ser o mais viável. Finalizando, o quarto quadrante denota itens que

possuem baixa demanda com alta flutuação, indicado para produtos pouco utilizados e somente às vezes. Portanto, neste quadrante o sistema a ser adotado é o MRP.

2.3 Construção enxuta

O finlandês Koskela de posse de bibliografias produzidas através do aclamado STP formulou uma tese de aplicações destes princípios na construção civil, baseando-se no JIT e qualidade total. Consequentemente, os fluxos e processos da engenharia civil são atualizados com base na mentalidade enxuta (SANTOS 2017).

Para que ocorra a otimização em um empreendimento é necessário empregar metodologias de gerenciamentos das etapas produtivas. A construção enxuta é um nome originário do termo inglês *Lean construction* oriundo de estudos realizados por Koskela (1992).

A filosofia empregada na construção enxuta define a construção civil como sendo um setor da economia movido por um sistema de produção que atua temporariamente, buscando certos objetivos, como a entrega do produto final, maximizando os lucros e minimizando os desperdícios (BALLARD E HOWELL, 2003).

De acordo com Koskela (1992), para implementar a mentalidade enxuta na construção civil é necessário a aplicabilidade dos seguintes princípios:

- Diminuição do número de atividades que não agregam valor ao sistema produtivo;
- Acréscimo do valor nos produtos acabados, levando em consideração os requisitos finais do cliente;
- Diminuição da variabilidade na produção;
- Minimizar etapas entre as atividades;
- Maximizar as saídas dos processos;
- Transparência entre os processos;
- Controle embasado no processo produtivo, descartando o foco em processos secundários isolados;
- Melhoria contínua no processo;
- Balanceamento;
- Adoção da prática do *Benchmarking*.

Para Koskela e Col (1997), o projeto na construção civil é um processo de alta complexibilidade, formado por um grande número de incertezas, originadas em grande parte pelos desejos e anseios dos clientes ou legislações vigentes, com alta cobrança para que as entregas sejam realizadas em determinados períodos de tempo. As inúmeras variáveis do processo são as maiores responsáveis por um produto acabado defeituoso.

De acordo com Vivian e Col (2010), projetos com um alto nível de detalhes, em que são evidenciadas as atividades de produção, representam uma ferramenta impar para que os objetivos da construção enxuta sejam alcançados. Desta forma, o gerenciamento começaria no princípio das etapas, levando a metodologia para os demais processos construtivos.

Baseado na definição explícita por Koskela, de que a melhoria contínua dos sistemas produtivos engloba o aumento de eficiência e também a elaboração dos fluxos de produção, a otimização é essencial nas atividades de fluxo deve ser extintas. Contudo, as atividades secundárias podem ser difíceis de eliminar, pois para que isto ocorra de forma eficaz é necessário diminuir a influência sobre a produção (MACHADO, 2015).

A construção enxuta sugere que o processo seja analisado de forma diferente. Primordialmente, a construção civil deve ser enxergada como um conglomerado de atividades de fluxo e de processos. As principais ações são: projeto e construção. Na etapa de projetos são elaborados o detalhamento e os parâmetros, enquanto os problemas são sanados. Na etapa de construção ocorrem os principais fluxos de materiais e mão de obra. Entretanto, com os processos principais coexistem os processos secundários, entre esses está o gerenciamento do projeto e da obra (CORREA, 2018).

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem a aplicação de discorrer sobre a forma pela qual a pesquisa foi desenvolvida, destacando a classificação e metodologia adotada pelo pesquisador.

3.1 Classificação da pesquisa

Conforme indica Marconi e Lakatos (1992), a pesquisa é um processo formal, com procedimento de compreensão reflexivo, que requisita um tratamento científico concebendo um caminho para analisar verdades parciais.

Para Gil (2007) a elaboração de uma pesquisa pode ser classificada nos seguintes pontos: Natureza (básica ou aplicada), abordagem (qualitativo ou quantitativo), objetivos (exploratória, descritiva e explicativa), procedimentos técnicos (bibliográfica, experimental, documental, pesquisa de campo, *ex-post-facto*, de levantamento, *survey*, estudo de caso, participante, pesquisa-ação, etnográfica e etnometodológica).

Do ponto de vista da sua natureza a pesquisa foi classificada como aplicada, pois o pesquisador aplicou conhecimentos adquiridos através de pesquisa de livros e artigos acadêmicos para propor melhorias referentes à falta de matérias, por meio da utilização de *Kanbans* na etapa de alvenaria na construção do edifício em estudo. A pesquisa é considerada aplicada quando seu foco é a aplicabilidade de conhecimentos adquiridos para a resolução de problemas específicos (MORESI, 2003).

No que concerne à abordagem do problema, esta pesquisa se classifica como sendo quantitativa visto que, para o desenvolvimento do estudo, fez-se necessário a coleta e manipulação de dados para construção de gráficos e tabelas. Para Gil (2007), a abordagem qualitativa é uma sequência de atividades, que envolve a redução dos dados, a categorização desses dados, sua interpretação e a redação do relatório.

Quanto aos objetivos da pesquisa, este estudo se classifica como exploratório. Gil (2007) diz que a pesquisa exploratória tem como base outros estudos do mesmo tema, buscando se aproximar com o problema proposto, visando esclarecer o aperfeiçoamento de ideias e descobrimento de intuições. Portanto, essa pesquisa buscará maior vinculação com problemas de planejamento de estoques na construção civil, levantando informações através de entrevistas com o engenheiro, encarregado de obras e estagiaria da construtora.

Inicialmente o primeiro procedimento técnico utilizado foi à pesquisa bibliográfica. Gil (2007) diz que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado,

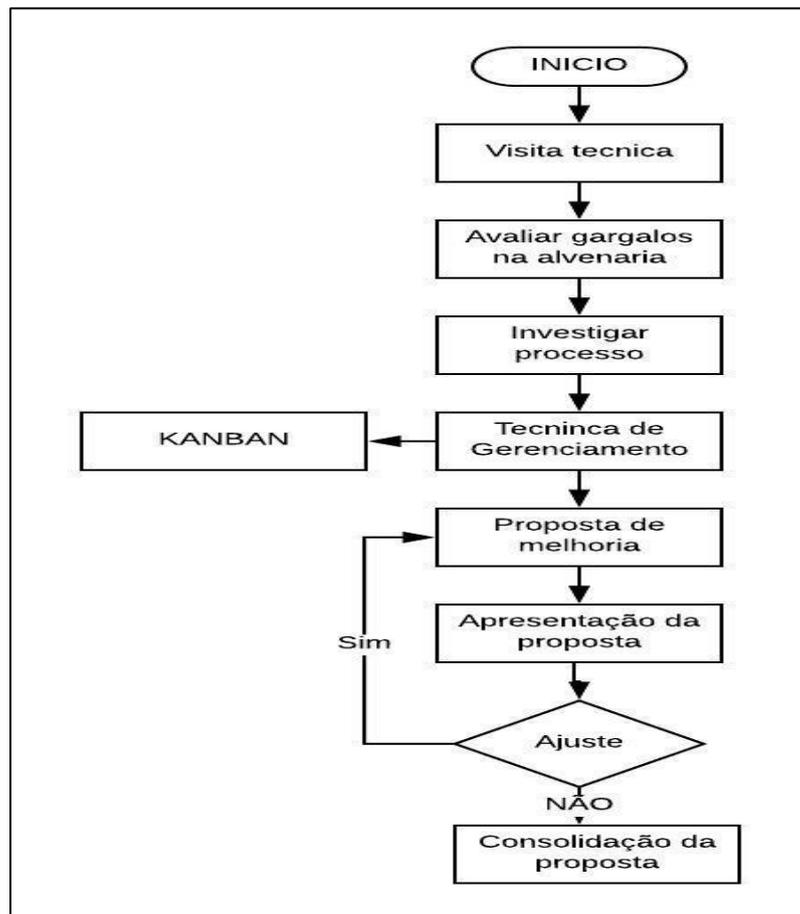
constituído principalmente de livros e artigos científicos. Desta forma, a pesquisa deste trabalho de conclusão de curso utilizou-se de fontes de conhecimento expressas em livros, artigos, dissertações, revistas dentre outros, elaborados por diversos autores com foco no STP, *Kanban* e na construção civil.

Por fim a pesquisa a pesquisa também se classifica como estudo de caso, pois através de visitas técnicas constantes e entrevistas com colaboradores da construtora foi possível tomar conhecimento da realidade da produção do canteiro de obras, analisar falhas na etapa de alvenaria e propor soluções. Gil (2007) afirma que o estudo de caso é algo que precisa ter mais esforço e empenho do pesquisador, por ser um estudo profundo e exaustivo, necessitando de um conhecimento mais detalhado.

3.2 Metodologia do projeto de pesquisa

As etapas realizadas no estudo de caso são mostradas em forma de fluxograma na Figura 10.

Figura 10 - Metodologia utilizada para a realização do estudo de caso



Fonte: Autoria própria (2018)

Realizou-se inicialmente, conforme mostra a Figura 10, uma série de visitas ao empreendimento com o objetivo de conhecer o funcionamento do fluxo de trabalho e de materiais dentro da obra. As visitas tiveram início em setembro de 2017, sendo elas conduzidas pelo encarregado da construção e pela estagiária em engenharia Civil.

As visitas sempre ocorreram nos períodos da tarde. No processo de visita foi possível compreender como seria realizado o estoque de materiais para alvenaria dentro da obra uma vez que a construção naquele momento se encontrava no estágio inicial. O início do processo de alvenaria se deu em meados de novembro.

Por aproximadamente três meses de visitas foi possível compreender melhor o funcionamento das fases da construção civil e discutir sobre gargalos que os processos criavam, paralisando a produção. Neste período, em conversas informais realizadas com a estagiária, o encarregado da construção e o pesquisador, constatou-se que grande parte dos atrasos e conseqüente geração de gargalos se davam pela falta de estoque e fluxo de materiais dentro da produção. Cita-se, como exemplo, que o cimento só era solicitado ao fornecedor quando todo o material se esvaía, e o prazo de entrega desse material demorava cerca um dia.

Essa troca de experiência foi de suma importância para elaboração da metodologia *Kanban*. O estudo de caso deveria, então, trazer uma solução com base nas diretrizes do sistema Toyota de produção por meio da ferramenta de gestão *Kanban*.

No mês de março de 2018 foi dado início ao processo de reboco. O engenheiro (proprietário) da construtora optou por contratar uma empresa terceirizada para realizar essa etapa e a de colocação do piso. Por se tratar de atividades realizadas por outra companhia, optou-se por não realizar os estudos a respeito de estocagem de materiais como cimento e cal pela mesma. Vale a pena ressaltar que os materiais por ela utilizados foram o concreto usinado e pisos projetados.

Em função da escassez de tempo por parte do pesquisador pelo fato de o mesmo ter que dividir sua disponibilidade de tempo entre trabalho e faculdade, e pelo fato que o período de alvenaria estava sendo realizado entre o final de período letivo e início das férias, houve colaboração da estagiária em transmitir informações como a produtividade dos pedreiros, a remuneração dos sete colaboradores e informações de relevância para elaboração desta pesquisa. A mesma também passou dados semanais quanto ao andamento da construção até que as atividades do pesquisador voltassem à rotina normalmente.

Como proposta de melhoria foi proposto um modelo de quadro *Kanban* que ficaria próximo à betoneira para auxiliar nas ordens de produção e transporte interno de argamassa e tijolos.

Outra sugestão foi o controle dos estoques de cimento, cal e tijolos através de adaptações do uso do *Kanban* (elaboração com o auxílio do *software Microsoft Office (MS) Excel 2007*), respeitando as particularidades do empreendimento. A proposta foi apresentada à equipe gerencial da construtora composta pelo engenheiro, ajudante e encarregado. Conquanto, o capítulo posterior dará informações precisas sobre as especificidades deste referido processo.

4 ESTUDO DE CASO

Esse capítulo aborda o ambiente de estudo, as características dos processos estudados e as técnicas utilizadas para alcançar os objetivos propostos. Para tal, será inicialmente reproduzido o estudo de caso, seguido pelas sugestões de melhoria. A análise final será descrita no capítulo 5.

4.1 Caracterização da empresa

A empresa de construção e incorporação imobiliária em estudo iniciou suas atividades na cidade mineira de Governador Valadares em 2016. Os projetos são elaborados com foco no segmento da população de classe média. O quadro funcional da organização é composto por um engenheiro sócio-proprietário, um encarregado de obras, uma estagiária, três pedreiros e dois ajudantes. O quadro 2 mostra um resumo dos postos de trabalhos, atividades principais que foram efetuadas e o número efetivo de colaboradores.

Quadro 2 - Postos de trabalho

Posto de trabalho	Atividade principal	Efetivo
Engenharia	Tarefas ligadas diretamente à engenharia e gerenciamento da obra	2
Encarregado	Acompanhamento e fiscalização	1
Pedreiro	Atividades operacionais	3
Ajudante	Auxiliares dos pedreiros	2

Fonte: Autoria Própria (2018)

A direção da construtora opta pela realização de algumas etapas do projeto por empresas terceirizadas, podendo assim aumentar o número de trabalhadores envolvidos no projeto.

Para classificação do porte da empresa foi utilizado os critérios mostrado no quadro 3:

Quadro 3 - Definição de porte de estabelecimentos segundo o numero de empregados

Porte	Comercio e serviços	Indústria
Microempresa	Até 9 empregados	Até 19 empregados
Empresa de pequeno porte	De 10 a 49 empregados	De 20 a 99 empregados
Empresa de médio porte	De 50 a 99 empregados	De 100 a 499 empregados
Grande empresa	100 ou mais empregados	500 ou mais empregados

Fonte; Adaptado SEBRAE (2018)

Conforme mostra o quadro 3, em relação à quantidade de efetivo, a empresa se enquadra como sendo de pequeno porte, através de dados do Serviço Brasileiro de apoio a micro e pequenas empresas (SEBRAE).

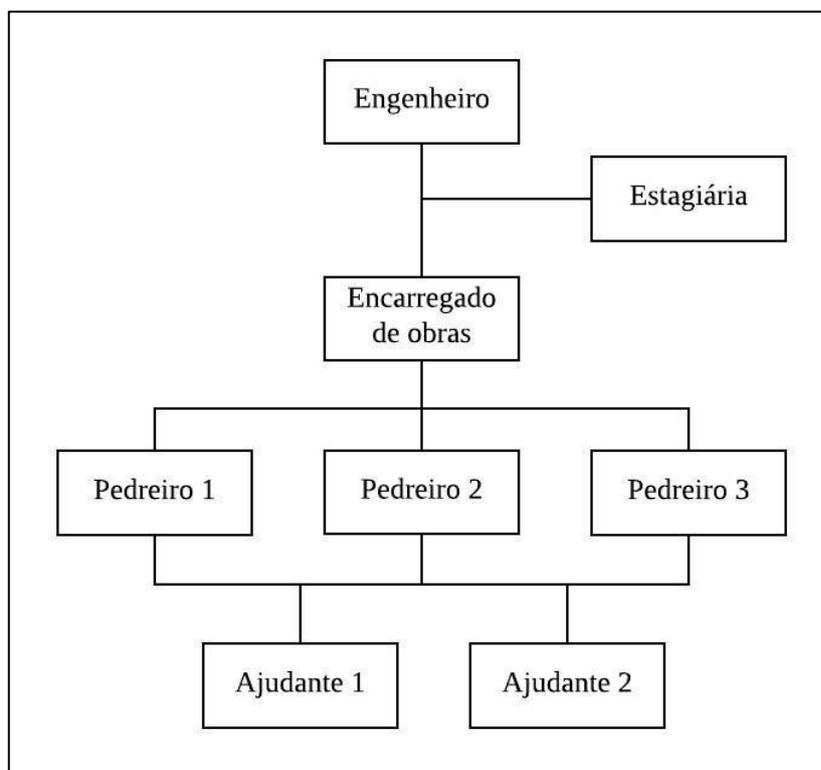
A construção do edifício em questão operava entre os horários de 07h00m às 17h00m de segunda-feira a quinta-feira; já às sextas-feiras o horário era modificado para 07h00m às 16h00m, totalizando 44 horas de trabalho semanais. A edificação em análise contém três pavimentos com seis apartamentos de dois ou três quartos, cada um com áreas de 65 e 81 metros quadrados respectivamente. O processo de alvenaria teve início no dia 16/11/2017 e foi concluído em 18/01/2018.

A construção do edifício foi elaborada com base no sistema construtivo convencional, formado por uma infraestrutura composta principalmente de materiais de vedação e blocos cerâmicos. Para a sustentação do edifício não se comprometesse por ações de agentes externos, foi projetado uma estrutura de sustentação e fundações que atuaram efetivamente sob as forças físicas presentes na construção do edifício.

4.1.1 Organização da empresa

Muitos dos gargalos produtivos são frutos do gerenciamento incorreto no canteiro de obras. Contudo, para que os problemas sejam identificados, explanar-se-ão algumas observações sobre os níveis do organograma mostrado na Figura 11, deixando explícito o modelo organizacional adotado pela empresa. De posse desse levantamento foi possível destacar os problemas presentes na etapa de alvenaria de forma mais abrangente. Desta maneira, com uma perspectiva tangível do contexto organizacional, foi definida a ferramenta mais adequada proveniente do STP destinadas à mitigação dos problemas causados na produção.

Figura 11 - Organograma da empresa



Fonte: Elaboração própria

No primeiro nível do organograma da empresa encontra-se o engenheiro Civil e proprietário da construtora que é auxiliado por uma estagiária em engenharia Civil.

O segundo nível tem o seu foco na organização, fiscalização e emissão de ordens de serviços a serem realizados no canteiro de obra da empresa. Neste nível da hierarquia, o encarregado se responsabiliza por fiscalizar e acompanhar todos os processos efetuados por seus subordinados.

Uma tarefa comum entre o encarregado de obras e a estagiária é a averiguação dos níveis dos estoques, onde as informações são transmitidas ao engenheiro.

Em sequência o terceiro nível, preenchido pelos pedreiros e ajudantes, profissionais estes ligados diretamente à linha de produção da empresa.

4.2 Abastecimento

A produção necessitava de um estoque considerável de cimento, cal, tijolos, insumos esses estocados e posicionados dentro do canteiro de obras de acordo com determinações do engenheiro. Em relação ao cimento e à cal, os pedidos realizados ao fornecedor tinham que

ser feitos em lotes de 50 e 100 sacos, respectivamente, a capacidade de estoque dos materiais analisados tem o mesmo tamanho do pedido de compra. Para este estudo não foi analisado o insumo areia por ser um material com difícil controle de estoque. A Figura 12 mostra o acondicionamento desses insumos dentro do canteiro de obras.

Figura 12 - Disposição de cimento e cal



Fonte: Autoria própria (2018)

Com os estoques de cimento e cal foi preciso tomar algumas medidas preventivas, como lonas para proteção de chuvas torrenciais. Outra preocupação da construtora referente aos estoques era da possibilidade de furtos de materiais em horários fora do expediente.

Os reabastecimentos dos estoques eram feitos à medida que os produtos iam se acabando ou em função de análises superficiais e sem o auxílio de nenhum tipo de ferramenta gerencial.

Os tijolos eram estocados em uma área diferente do cimento e cal como mostrado na figura 13, pois necessitava maior espaço devido a grande quantidade consumida. Cada pedido junto ao fornecedor direto era de 7000 unidades.

Figura 13 - Estoque de tijolos



Fonte: Autoria própria (2018)

Pelo fato de necessitar de um espaço maior, os tijolos ficavam estocados distante dos demais estoques, bem como do guindaste hidráulico para transporte de materiais e argamassa.

De posse das informações acima, observou-se que os insumos que causavam maior transtorno à produção eram o cimento, cale tijolos. Era muito comum a realização de pedidos desses insumos a partir do momento em que os mesmos atingissem o esgotamento, culminando em paradas na produção por falta de matéria-prima e na ocorrência de gargalos quando os produtos chegavam (ex. preparação de argamassa, onde é feita a mistura de cimento, cal, água e areia).

Os pedidos feitos no fornecedor atacadista tinham um prazo mínimo de entrega estipulados em, no mínimo, de vinte e quatro horas.

Dessa forma, constatada a falta de produtos no estoque e para evitar a perda do dia de trabalho por escassez de material, o engenheiro optou por abrir uma conta em um depósito (fornecedor indireto) local, próximo ao empreendimento, onde ele mesmo passou a se deslocar e a disponibilizar o seu próprio veículo para efetuar o transporte dos insumos ali

adquiridos para o canteiro de modo a dar continuidade à produção até o momento em que o estoque fosse reestabelecido em função da chegada do fornecimento 'oficial'.

Atenta-se para este fato que o engenheiro não permanecia o dia todo nessa obra; por também participar de outros empreendimentos, muitas vezes o mesmo era acionado pelo celular, e parando suas atividades para se deslocar rapidamente com o objetivo de solucionar essas pendências em critério de emergência. O depósito escolhido se encontra a um quilometro de distância do canteiro de obras.

O motivo de o transporte ser feito pelo próprio engenheiro se dá pelo fato de o depósito também não fazer entregas de pequenos lotes de cimento ou cal. Para os estoques de tijolos, o fornecedor indireto só realizava entrega de lotes de 1000 unidades.

O fato de se realizar compras emergenciais, além de gerar perdas de tempo do engenheiro e desperdícios pela falta de produção, também impacta no desembolso financeiro. Cada unidade de saco de cimento utilizado para alvenaria e adquirido no atacado (fornecedor direto) custava, em novembro de 2017, o valor de R\$ 15,00. Já nas compras emergenciais, realizadas no varejo (fornecedor indireto), o mesmo era adquirido a um preço de R\$ 18,50 a unidade isto é, um acréscimo de 23,33% no custo unitário de cimento.

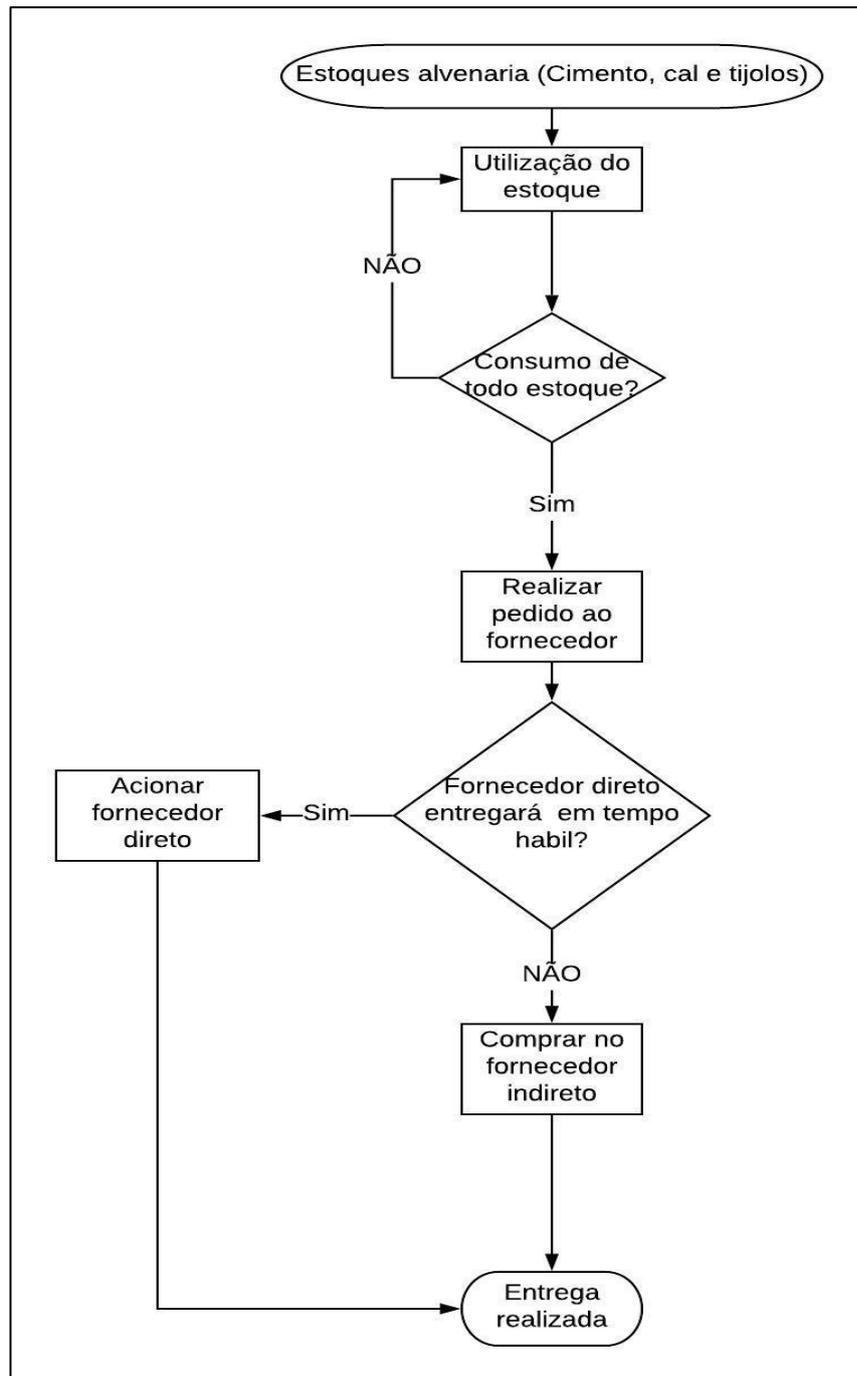
Para os tijolos o custo no fornecedor direto custava R\$ 0,90 a unidade. Para o fornecimento indireto o custo unitário era de R\$ 1,00, tendo um aumento de 11,11% no custo unitário do tijolo.

A cal seguia o mesmo raciocínio. Enquanto o preço atacadista era de R\$ 7,00, esse produto podia ser adquirido no depósito varejista próximo ao empreendimento por R\$ 10,00 um acréscimo de 42,85% a cada unidade adquirida.

O abastecimento de areia segue a lógica do abastecimento dos tijolos; há também um espaço maior para o condicionamento desse insumo e o fator clima não causa interferências em sua estrutura e qualidade.

Pôde-se, assim, elaborar um fluxograma básico referente ao atual processo de abastecimento dos estoques de alvenaria. A Figura 14 mostra o procedimento atualmente praticado pela empresa.

Figura 14 - Fluxograma de abastecimento de estoques na alvenaria



Fonte: Autoria própria (2018)

Os pedidos de compras só eram disparados quando os estoques estavam próximos ao fim ou totalmente esgotados, gerando paralisações na etapa de alvenaria. A proposta de melhoria desse fluxo será mostrada no capítulo 5.

4.3 Transporte interno de materiais

Os materiais ficavam dispostos uns próximos aos outros no andar térreo. Segundo a estagiária, a produtividade diária média era de 13 m² para cada pedreiro. O transporte de materiais do térreo para o primeiro andar era feito com o auxílio de um guindaste hidráulico (FIG. 15-a e 15-b); os mesmos eram acondicionados em uma espécie de gaiola, onde o funcionário acionava o mecanismo do térreo.

Figura 15 - Guindaste utilizado no transporte dos materiais (a) e local no primeiro andar, e debaixo, onde o cabo aguarda o acoplamento da gaiola (b)



Fonte: Autoria própria (2018)

O transporte vertical de materiais na atividade operacional destinada à alvenaria era realizado por um dos ajudantes. Argamassa (Mistura de cimento, cal, água e areia) era preparada na betoneira. Com o auxílio de um balde, era transportada através do guindaste para os andares que solicitavam abastecimento.

- ✓ Para cada andar existia um estoque secundário de 100 tijolos, que eram abastecidos quando o pedreiro solicitava ao ajudante que operava a betoneira. Os tijolos eram transportados do térreo para o andar que solicitou abastecimento em uma gaiola com capacidade para comportar até 30 tijolos por vez.

Os estoques de cimento e cal ficavam ao lado do guindaste, entretanto, a betoneira era localizada a 10 metros, bem como o estoque de tijolos que era de aproximadamente 15 metros, levando o operador da betoneira se deslocar várias vezes ao dia para abastecer os andares.

Figura 16 - Betoneira



Fonte: Aatoria própria (2018)

É importante ressaltar que a forma de comunicação entre os funcionários nos andares era feita de forma muito precária. Ou seja, não havia rádio ou qualquer outro equipamento semelhante; as comunicações eram feitas por chamados e em voz alta. Como exemplo, cita-se o fato de o encarregado de obras se aproximar da janela e solicitar ao operador da betoneira o envio de argamassa ou tijolos.

Pela difícil mensuração da elaboração do nível de argamassa transportada para os andares, o controle do nível de estoques secundários do referido insumo não foi levado em consideração no estudo.

4.3.1 Comunicação de ordens de serviços

A construção seguia seus próprios padrões de planejamento e controle da produção. Reuniões quinzenais eram realizadas entre o engenheiro, a estagiária e o mestre de obras. Após o acontecimento das mesmas, o mestre de obras retransmitia as ordens de serviço de maneira informal aos pedreiros e ajudantes.

Algumas informações importantes, como metas destinadas ao encarregado da obra e seus colaboradores e demais avisos eram escritos em um quadro negro (FIG. 17) localizado entre o local de estoque de ferramentas e a área de recreação destinada ao café da tarde dos colaboradores.

Figura 17 - Quadro de comunicação

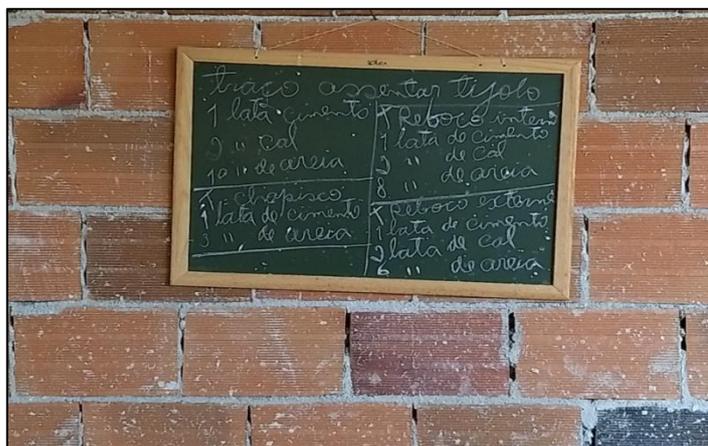


Fonte: Autorial própria (2018)

Esse local era de pouco acesso aos funcionários no dia-a-dia, e em nenhum outro apartamento ou posto de trabalho havia outro quadro de comunicação. Consta-se, dessa forma, que mau posicionamento desse quadro dificultava a transmissão das ordens de serviço a serem realizadas em cada dia da semana.

Próximo à betoneira, era exposta em um quadro o traço (medida para mistura de cimento, cal e areia que compõe a argamassa) para assentar tijolo, chapisco, reboco interno e externo. Entretanto, por ser um quadro negro, as informações poderiam ser facilmente apagadas, a maneira em que eram organizadas poderia induzir um colaborador de baixa escolaridade ou com problema de visão se confundir.

Figura 18 - Quadro de comunicação de medidas da betoneira



Fonte: Autorial própria (2018)

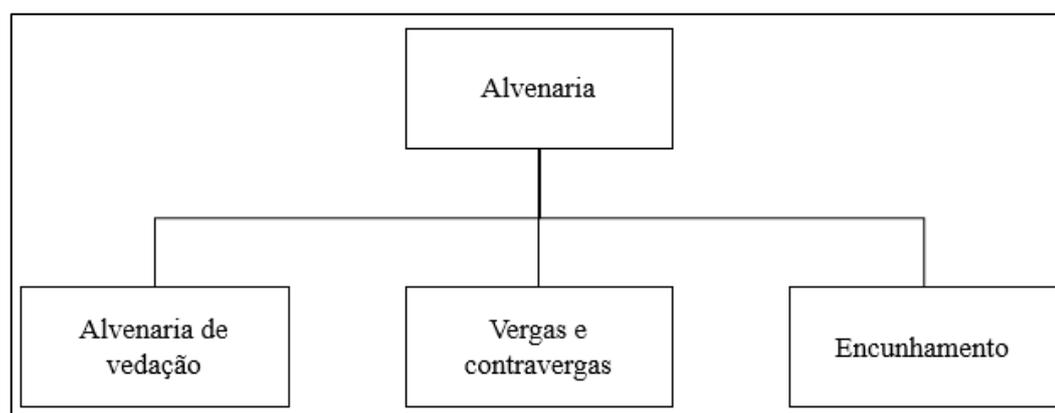
No capítulo 5 será mostrado um modelo de proposta para o quadro de comunicação de medidas da betoneira.

4.4 Processo de alvenaria

A alvenaria pode ser determinada por meio da atividade construtiva em paredes constituída por pedras ou blocos cerâmicos (popularmente conhecidos como tijolos), sendo ligadas ou não por argamassa. Toda alvenaria deve ter como base obter uma boa durabilidade, resistência e impermeabilidade, com foco principal de vedar e separar os ambientes (LOPES, 2018).

A etapa de alvenaria da construção em estudo tinha 3 fases como mostra a figura 19.

Figura 19 - Estrutura analítica de projeto para alvenaria



Fonte: Autoria própria (2018)

A etapa de alvenaria tem início com a alvenaria de vedação, com o avanço da produção é possível começar a fase de colocação de verga e contraverga é após a finalização dessas etapas tem-se início a parte destinada ao encunhamento. A figura A será detalhada nos capítulos 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3.

4.4.1 Alvenaria de vedação

As funções da alvenaria de vedação são para proteger os ambientes internos de ações da natureza como chuvas e tempestades, e trazer conforto e segurança aos empreendimentos (SANTOS JUNIOR, 2014). O processo em questão mostrado na figura 19, não tem a função

estrutural no projeto (isto é, ele não contribui para oferecer resistência física ao prédio e sim para apenas separar os ambientes).

Figura 20 - Alvenaria



Fonte: Autoria própria (2018)

No presente estudo, os pedreiros formavam grupos de trabalho em pontos distintos dos andares, ficava um servente para auxiliá-los no andar e outro ficava a postos na betoneira para transporte dos materiais pelo guindaste. Os principais insumos demandados são argamassa e tijolos, corriqueiramente outro tipo de material era consumido.

4.4.2 Verga e contraverga

Conforme explica Sampaio (2010), regiões que possuem aberturas como janelas e portas sofrem tensões naturais da estrutura. As tensões de tração e de cisalhamento em atividades nessas regiões podem causar rachaduras ou fissuras. Dessa forma, as funções das vergas e contravergas são de atuar sobre essas forças, distribuindo as tensões existentes. As Figuras 21-a e 21-b mostram paredes de alvenaria contendo as vergas e contravergas.

Figura 21 - Construção de uma verga em cima de uma porta (A) e de uma contraverga debaixo de uma janela (B).



Fonte: Autoria própria (2018)

De acordo com a Figura 21 (A), observa-se que as vergas se encontram instaladas sobre as portas e janelas, espalhando assim as forças atuantes naquelas regiões de forma a evitar o surgimento de fissuras. Já a contraverga mostrada na figura 21 (B), se situam na base das janelas, também prevenindo o surgimento de fissuras.

As vergas e contravergas eram construídas da seguinte maneira: as suas dimensões foram inicialmente projetadas pelo engenheiro, levando-se em consideração seus tamanhos e espessuras; à medida que a alvenaria de vedação era construída, uma equipe de trabalho se responsabilizava pela construção das mesmas e o trabalho era posteriormente fiscalizado pelo encarregado de obras.

4.4.3 Encunhamento

Logo após a construção das vergas e contravergas, na medida em que a alvenaria de vedação avança – elevando as fileiras das paredes – faz-se necessário a aplicação de outro processo, o encunhamento. Conforme Muci e col (2014), para que o peso da estrutura não se desloque sobre a alvenaria causando rachaduras, deixa-se um espaço de 2 centímetros entre a última fileira de tijolos e o teto, sendo este vão posteriormente preenchido com argamassa. A Figura 22 mostra a construção dessa etapa.

Figura 22 - Enchunhamento



Fonte: A autoria própria (2018)

O enchunhamento compreende a última fileira de tijolos mostrada na Figura 22. Contudo, na construção em estudo, esta etapa não se deu por meio da colocação de tijolos e argamassa e sim pelo preenchimento de espuma de poliuretano expansivo.

Ao finalizar o enchunhamento de cada parede, fazia-se a medição do espaço existente entre a espuma de poliuretano expansivo e o teto para verificar se o mesmo se encontrava dentro da margem permitida (até 2 centímetros, no caso). Logo após a aprovação pelo mestre de obras, fazia-se o preenchimento do vão com argamassa.

4.5 Problemas encontrados e propostas de melhoria

A sugestão de mudança realizada junto à equipe técnica da construção em estudo foi realizada em três etapas: A etapa de exploração do problema, etapa de sugestão de mudança, e etapa de avaliação.

4.5.1 Exploração dos problemas encontrados na produção

O estudo de caso abordado nesse trabalho de conclusão de curso envolve a possibilidade de aplicação do sistema *Kanban* e suas diversas formas de aplicabilidade em um sistema produtivo.

Um dos objetivos desse trabalho é adaptar o uso dessa ferramenta – oriunda do sistema Toyota de produção no processo de construção de um edifício. Uma das finalidades do autor desse trabalho é com a utilização do método *kanban* na construção civil, reduzir o tempo demandado em sua edificação e, em consequência, aumentar a produtividade no canteiro de obras.

A adaptação da ferramenta sugerida para uso no empreendimento se deu da seguinte forma:

- Realização de entrevistas informais com o engenheiro;
- Agendamento de reuniões semanais com a estagiária e o encarregado de obra
- Acesso a algumas informações a respeito do canteiro de obras como, por exemplo, volume de estoque, preços semanais praticados, tempos gastos entre as solicitações e as entregas dos pedidos, dentre outros;
- Trocas constantes de informações entre o autor desse trabalho e o corpo gestor da obra, tendo como base as observações analisadas dentro do sistema construtivo e a realização de propostas de melhoria.

Constatou-se, na primeira reunião realizada entre o pesquisador e o engenheiro, a nítida preocupação do mesmo em buscar continuamente alternativas que pudessem melhorar o processo produtivo ou outras formas de reduzir os custos gerais das obras. Entretanto, nas demais reuniões as expectativas na aplicação da melhoria proposta não foram atendidas, pois foi escolhido seguir com as atividades que a equipe de trabalho já estava acostumada.

Para incentivar a produção e evitar a ocorrência de atrasos na entrega da obra, o engenheiro chegou a oferecer gratificações extras aos funcionários que obtivessem êxito em atingir determinadas metas semanais planejadas para a construção. Também foi constatada a ocorrência de pouquíssima comunicação entre os funcionários uma vez que os mesmos ficavam isolados nos andares. Dada a necessidade de trocar informações constantemente, os colaboradores tinham que parar de produzir e se deslocar entre as células de produção como, por exemplo:

- ✓ Encarregado ou pedreiro ter que se deslocar do posto de trabalho até a janela mais próxima para solicitar ao ajudante que está no térreo o abastecimento de argamassa ou tijolos.
- ✓ O encarregado fiscalizava 3 pedreiros, posicionados em lugares diferentes. O que facilitava o isolamento e falta de comunicação.
- ✓ O pedreiro deixava a argamassa e tijolos acabarem no seu posto de trabalho para só assim informar ao encarregado, que logo disparava uma ordem de transporte interna de materiais ao operador da betoneira.

Notou-se também a presença de uma forte cultura de repreensão a apresentação de novos métodos, o que dificultava a efetivação de qualquer ferramenta desconhecida pelos funcionários do núcleo operacional.

4.5.2 Proposta de melhoria

A primeira sugestão de melhoria foi a utilização de rádios para comunicação em todo canteiro de obras e que a betoneira ficasse próxima ao o guindaste de transporte de materiais. A implementação dessa ferramenta facilitaria a comunicação entre o encarregado e os pedreiros e entre encarregado e o ajudante operador da betoneira, reduzindo assim o tempo de acionamento para transporte de materiais.

Em relação à metodologia *kanban*, houve uma adequação de seus conceitos com base nos conhecimentos adquiridos de autores expostos nessa pesquisa.

Dada a resistência por parte do engenheiro em realizar mudanças em seu planejamento na etapa de alvenaria para o uso dos princípios do STP, o pesquisador optou por adotar uma nova estratégia e passou a tratar o problema sob a ótica de apenas fazer sugestões de melhoria para a produção na construção civil.

O engenheiro já havia decidido que iria focar na questão de oferecimento de premiações por produtividade alcançada e por achar que os funcionários não se adaptariam à nova cultura exigida pelo sistema enxuto de produção.

Desta forma, o pesquisador passou a tratar o problema de uma ótica em que fosse levada apenas em conta uma proposta de melhoria para a produção na construção civil. Foram criados conceitos estratégicos de quadros e cartões *Kanban* para que se adequassem ao empreendimento, aos seus tempos de espera e sua produção.

4.5.2.1 Kanban de movimentação de argamassa produzida pela betoneira

A estratégia escolhida pela pesquisa foi a de coordenar todas as ordens de serviços realizadas (transportes e preparação de argamassa e transporte de tijolo) pelo ajudante operador da betoneira no térreo em uma proposta de quadro *Kanban* mostrado na Figura (23). O objetivo desse quadro era proporcionar ao encarregado, engenheiro e estagiaria a visualização do processo de produção e o controle visual do andamento das atividades. O quadro também proporcionará uma fácil visualização do operador da betoneira das atividades

que precisariam ser dispostas, sem precisar se locomover para debaixo do guindaste para pedir orientações do que deveria ser feito.

Os níveis da proposta de quadro *kanban* foram divididos nas cores verde, amarelo e vermelho. Tendo seu funcionamento da seguinte forma:

- ✓ O nível verde delibera sobre as atividades que já foram realizadas durante o dia;
- ✓ O nível amarelo é para atividades que estejam em andamento;
- ✓ O nível vermelho é para as atividades que ainda não foram realizadas ou esteja atrasada tendo prioridade.

Figura 23 - Quadro Kanban betoneira

Quadro <i>Kanban</i> Betoneira														
Estoque Secundário de Tijolo			Traço Assentamento de tijolo			Traço Reboco Interno			Traço Chapisco			Reboco Externo		
1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar
1			1			1			1			1		
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
6			6			6			6			6		
1			1			1			1			1		
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
1			1			1			1			1		
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		

Fonte: Elaboração própria (2018)

Figura 24 - Quadro Kanban betoneira (Utilização 1)

Quadro <i>Kanban</i> Betoneira														
Estoque Secundário de Tijolo			Traço Assentamento de tijolo			Traço Reboco Interno			Traço Chapisco			Reboco Externo		
1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar
1	▢		1			1			1			1		
2		▢	2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4	▢		4			4			4		
5			5		▢	5			5			5		
6			6			6		▢	6			6		
1			1			1			1			1		
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		
5			5			5			5			5		
1			1			1			1			1		
2			2			2			2			2		
3			3			3			3			3		
4			4			4			4			4		

Fonte: Elaboração própria (2018)

Figura 25 - Quadro Kanban betoneira (Utilização 2)

Quadro <i>Kanban</i> Betoneira															
Estoque Secundário de Tijolo			Traço Assentamento de tijolo			Traço Reboco Interno			Traço Chapisco			Reboco Externo			
1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	1° Andar	2° Andar	3° Andar	
1			1			1			1			1			
2	█		2			2			2			2			
3		█	3			3			3			3			
4			4	█		4			4			4			
5			5		█	5			5			5			
6			6			6	█		6			6			
1	█		1			1			1			1			
2			2			2			2			2			
3			3			3			3			3			
4			4			4			4			4			
5			5			5			5			5			
1			1			1			1			1			
2			2			2			2			2			
3			3			3			3			3			
4			4			4			4			4			

Fonte: Elaboração própria (2018)

A palavra ‘traço’, disposta na Figura 23, refere-se à quantidade de material a ser entregue ao solicitante. A operacionalização do quadro *kanban* mostrado demandará uma forte fiscalização por parte do encarregado de obras sobre o andamento das ordens de serviços especificadas em cada nível do quadro. O número de porta-kanbans para cada nível poderá variar em função da necessidade de produção. A leitura daquele quadro deverá ser feita da seguinte forma:

- ✓ Os cartões *Kanban* mostrados nas figuras 23 e 24 demonstram as ordens de serviços e a necessidade de entrega de material;
- ✓ Os cartões deverão ser colocados inicialmente no nível vermelho que é destinado para tarefas que ainda não foram realizadas, obedecendo ao conceito de fila (primeiro que entra, primeiro que sai);
- ✓ Quando um cartão já estiver na posição número 1 de determinada atividade, nenhuma outra ordem de pedido ou serviço deve ser fixada no primeiro nível do quadro até que a tarefa solicitada primeira seja concluída, As demais tarefas devem ser dispostas nos demais níveis seguindo a ordem crescente, dando sequencia lógica.
- ✓ Após o operador de betoneira começar a realizar a ordem de serviço o mesmo deverá transportar o cartão *Kanban* para o nível amarelo que é atribuído as tarefas que estão em andamento no dia;
- ✓ Concluída a tarefa, o cartão deve ser depositado no nível verde, que é destinado para as tarefas que foram concluídas durante a produção diária.

Contudo os cartões expressos para esse quadro serão os cartões de transporte de tijolos e argamassa para os serviços compostos na alvenaria, tendo a ordem de serviço exposta de modo que facilite o entendimento do operador conforme exposto na (FIG. 24), as informações contidas nele podem ser escritas à mão ou impressa, ficando a critério do engenheiro.

Figura 26 - Cartão Kanban de movimentação de argamassa

<p>Equipe Betoneira Tipo de traço: Numero de Traços : Andar : Responsável:</p>

Fonte: Elaboração própria (2018)

Para determinar o momento certo que o cartão *kanban* mostrado na figura 24 deve ser disposto no quadro da (FIG. 23), deve ser estudado posteriormente, adaptando a argamassa em um recipiente capaz de medir o nível de consumo em metros cúbicos.

Foi sugerido à implementação de um segundo cartão *Kanban* para movimentação interna de materiais (FIG.25), tendo foco em tijolos, pois são os insumos que mais demandam em quantidade e transporte do térreo para os andares subsequentes.

Figura 27 - Cartão Kanban de movimentação de materiais

<p>Equipe Betoneira Tipo de material: Quantidade: Andar : Responsável:</p>

Fonte: Elaboração própria (2018)

Os cartões mostrados nas figuras 24 e 25 devem ser preenchidos todos os dias pela manhã, determinando as ordens de serviços que devem ser passadas para o ajudante operador da betoneira durante o dia.

O momento em que o cartão mostrado na (FIG.25) deve ser posicionado no nível vermelho da figura 22, deve ser calculado de acordo com as informações mostradas na figura 32.

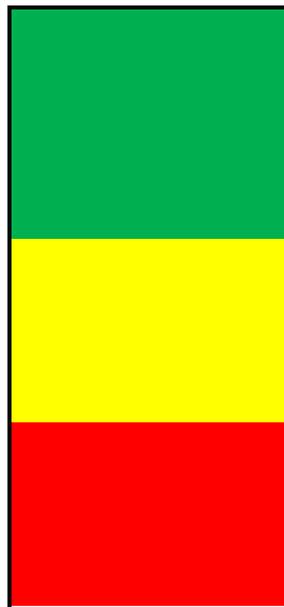
Da forma que as informações para preparo de argamassa para assentamento de tijolos estava exposta na figura 19 dificultava a visualização por parte do operador, o propósito da (FIG.24) é de deixar as informações dinâmicas e de fácil entendimento.

4.5.2.2 Kanban para Controle do estoque de cimento, cal e tijolos

Para definir o momento mais indicado à realização dos pedidos de insumos junto ao fornecedor atacadista, apresentou-se como proposta a confecção de uma espécie de régua que apontasse o nível de estoque de cada material. Assim, se determinado insumo atingisse o nível previamente definido pela régua, este seria o sinal visual para que o responsável realize o pedido de compra do produto.

Funcionalmente, as régua deverão apresentar as cores verde, amarelo e vermelho como mostrado na (FIG. 26), para identificar as situações de estoque alto, médio e baixo de cada produto. Essa visualização permitirá aos gestores uma melhor base de cálculo de pontos de pedido diferentes, pois são materiais que apresentam consumidos de maneiras distintas.

Figura 28 - Níveis de cimento, cal ou tijolos



Fonte: Autoria própria (2018)

A régua mostrada na Figura 25 deve ser colocada ao lado dos estoques dos produtos para que não haja dúvida em sua mensuração. Ainda, esse quadro *kanban* em forma de régua deve ser operado da seguinte maneira:

- ✓ Se o nível do insumo (cimento, cal ou tijolo) se encontrar na cor verde, significa que os estoques são suficientes para a realização das atividades sem risco de paralisação da obra por falta de insumos;

- ✓ Se o mesmo se encontrar no nível amarelo, o encarregado ou estagiária deve fazer o pedido ao fornecedor principal uma vez que o tempo para entrega é de 24 horas tanto para cimento e a cal, como para os tijolos;
- ✓ Se a quantidade do estoque se encontrar na cor vermelha, o fato indica grande possibilidade ocorrência de interrupção da obra por falta de materiais. Caso isso ocorra, a empresa terá prejuízos e estes levarão em conta os custos horários (salários e encargos governamentais) que cada um dos funcionários gera para a firma além dos custos rateados referentes ao aluguel de máquinas e ferramentas.

Vale ressaltar que os tijolos eram transportados para os andares acima, estabelecendo-se um estoque secundário. Porém, os pedreiros esperavam os insumos acabarem para então fazer o pedido ao ajudante, acarretando em perdas de tempo. Para acabar com esta situação, indicou-se o uso do mesmo *Kanban* utilizado nos estoques de cimento, cal e tijolos primários para os estoques secundários. O funcionamento deste mecanismo de pedido interno se daria da mesma forma que os demais para este fim, ou seja, ao atingir o nível amarelo dar-se-ia a ordem de reposição do estoque.

Na sala de reuniões deverá haver outro quadro *kanban*, como mostrado na (FIG. 27), com o nome de cada insumo e o cartão de pedido afixado de acordo com o nível de estoque aferido pela régua em vistoria realizada no início da manhã e da tarde de cada dia.

Figura 29 - Quadro de pedidos dos insumos da alvenaria

CIMENTO	CAL	TIJOLO

Fonte: A autoria própria (2018)

O quadro de pedidos deve está em um local de fácil visualização de toda equipe de trabalho.

Os cartões de pedidos expostos na figura 28 deverão ser posicionados de acordo com os pontos de pedidos calculados no capítulo 5.4.

Figura 30 - Cartão de pedido cimento (A), cartão de pedido cal (B), Cartão de pedido tijolo (C)

<p>Nome do fornecedor : Tipo do cimento : Quantidade de cimento : Nome do Responsavel : A</p>	<p>Nome do fornecedor : Tipo da cal : Quantidade de cal : Nome do Responsavel : B</p>	<p>Nome do fornecedor : Tipo de tijolo : Tamanho do lote : Nome do Responsavel : C</p>
---	---	--

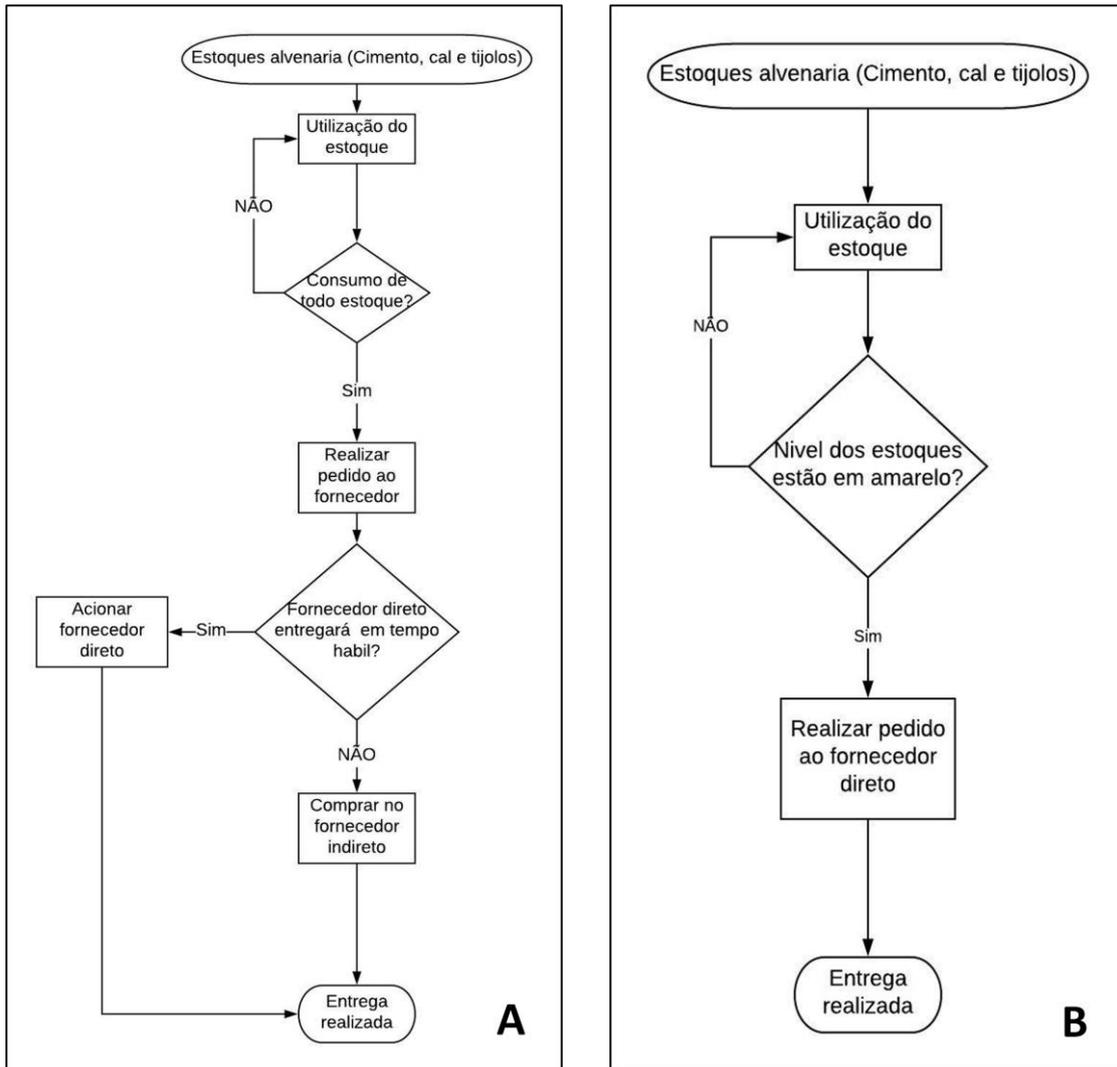
Fonte: Autoria própria (2018)

Os cartões devem ser preenchidos pelo mesmo colaborador responsável por fiscalizar os materiais, na obra em estudo os mais indicados seriam a estagiária e o encarregado de obras. E de suma importância ter fornecedores de confiança onde o prazo de entrega seja o mais curto possível.

4.5.2.3 Sugestão de melhoria no fluxo de reposição dos estoques

Como será mostrado no capítulo 5 dessa pesquisa, o atual fluxo de reposição empregado pela construtora acaba sendo bastante oneroso possibilitando que paradas na produção não projetadas aconteçam. A figura mostra o atual fluxo e o fluxo proposto.

Figura 31 - Atual fluxo (A) e fluxo proposto (B)



Fonte: Autoria própria (2018)

Com o fluxo atual utilizado pela construtora é demandado compra em dois fornecedores, gerando estoques desnecessários, pois o mesmo material será comprado duas vezes.

Entretanto, o fluxo proposto controla os estoques com a metodologia *Kanban*, quando os níveis de estoque estiverem na tarja amarela será o momento de realizar o pedido junto ao fornecedor, evitando assim custos com a aquisição de materiais em outros fornecedores de preços diferentes, buscando a diminuição de estoques empregando a mentalidade enxuta.

4.5.2.4 Sugestão de melhoria no quadro de informação e medidas de traço

Sugeriu-se também que fosse instalado um novo quadro de comunicação ao lado do quadro *Kanban* (FIG. 30). As informações contidas nesse quadro deixavam de forma clara e explícita as medidas dos traços a serem feitos pela equipe da betoneira durante todo o período de alvenaria padronizando assim a troca de informações e evitando a ocorrência de erros que culminassem em perdas de material.

Figura 32 - Proposta de quadro de informações de traço (A) e modelo utilizado (B)



Fonte: Elaboração própria (2018)

A sugestão de expor um novo quadro para informar às quantidades que levará o traço felicitara o a visualização das informações junto ao ajudante de betoneira, reduzindo assim a possibilidade errar as medidas. Todas as sugestões de melhorias serão implementadas por um engenheiro de produção, que treinará a equipe de trabalho para que utilizem as ferramentas de forma correta, podendo assim serem utilizadas em outros empreendimentos da construtora.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados e análises serão realizados baseados nos seguintes aspectos:

- Consumo de alvenaria de vedação: cálculo do total de materiais gastos na alvenaria levando-se em consideração o uso do cimento, cal e tijolos;
- Falta de materiais: demonstrar através da tabela de composição de preços para orçamentos (TCPO) e da secretaria de estado de transporte e obras públicas (SETOP) o momento em que a construção consome todo o estoque; Ponto de reposição do estoque: calcular a data mais assertiva para solicitar a reposição dos insumos analisados;
- Custos gerados por atrasos: calcular o valor aproximado gasto pela organização em função dos atrasos gerados, levando-se em conta custos como encargos trabalhistas e aluguel de equipamentos.

Essas análises foram feitas semanalmente – e não diariamente – em função da falta de disponibilidade de tempo para acompanhar o trabalho devido outras atividades realizadas pelo autor. O detalhamento dessas análises é dado nos tópicos a seguir.

5.1 Consumo na alvenaria de vedação (tijolos, cimento e cal)

Pela falta de informações por parte da construtora sobre consumo diário de cimento, cal e tijolo o pesquisador optou por fazer o levantamento das quantidades consumidas com base na tabela de composição de preços para orçamentos (TCPO 13) e SETOP, que traz com detalhes cada uma das etapas do processo da construção civil bem como as quantidades produzidas e consumidas e de acordo com as normas regulamentadoras.

A construtora utilizou essas tabelas para poder elaborar o orçamento de construção dentre outras ferramentas para composição de preços e orçamentos utilizada na construção civil. O item ALV-TIJ-030 da SETOP discorre a respeito da alvenaria de vedação, para tijolos com dimensões de 14x19x29 centímetros, argamassa, pedreiro e servente. Já a TCPO 13 através do item 04211.8.2 mostra o consumo para cimento e cal, as referidas tabelas mostram os seguintes valores:

Tabela 1 - Composição para materiais de alvenaria

Código	Componente	Unidade	Consumo para 1m ² de área construída
AUX-ARG-030	Argamassa (cimento, cal, areia)	m ³	0,0159
MAO-OFC-075	Pedreiro	H	0,7000
MAO-AJD-040	Servente de pedreiro	H	0,7000
99900.3.31	Tijolo 14x19x29	Un.	17,0000
02065.3.2.1	Cal	Kg	2,8938
02065.3.5.1	Cimento	Kg	2,8938

Fonte: Adaptado TCPO 13 e SETOP (2018)

Os valores mostrados na tabela1 devem ser analisados como grandezas para cada metro quadrado (m²) produzido. De acordo com os dados obtidos com a estagiária da construtora, o edifício possui, somente para o levantamento de paredes de 14 centímetros (cm) – isto é, alvenaria de vedação, uma área total de 1.455,42 m².

Em relação às informações referentes ao canteiro de obras, a estagiária informou que a produção média empregada pelos pedreiros e seus auxiliares era de 13 m² por pedreiro ao dia, perfazendo um total de 39m²/dia.

De posse dessas informações, calculou-se o consumo de cimento, cal e tijolos para uma jornada de um dia de trabalho. Os valores são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2 - Planejamento para consumo de materiais no processo de alvenaria de vedação

Material	Consumo de materiais por área construída		Produtividade diária (3 pedreiros)	Consumo total na alvenaria de vedação ⁽¹⁾	Unidades/lotes necessários ⁽²⁾
	1m ²	13m ²			
Tijolo (un)	17,0000	221,0000	663,0000	26.520,0000	3,79 ≈ 4
Cal (kg)	2,8938	37,6194	112,8582	4.514,3280	225,71 ≈ 226
Cimento (kg)	2,8938	37,6194	112,8582	4.514,3280	90,29 ≈ 91

Fonte: Autoria própria (2018)

(1) O processo de alvenaria de vedação foi concluído em 40 dias de trabalho

(2) Os cimentos são comercializados em lotes de 7.000 unidades. Já a cal é comercializada em sacos de 20 kg e o cimento em sacos de 50 kg.

Assim, conforme mostrado na Tabela 2, o planejamento de aquisições para o processo de alvenaria de vedação demandará 4 lotes de tijolos, 226 sacos de cal e 91 sacos de cimento.

Ressalta-se que essas quantidades não levam em conta o material usado na construção de vergas e contravergas. O cálculo dessas quantidades é mostrado no tópico a seguir.

5.2 Consumo de cimento na construção de vergas e contravergas

O item 04085.8.1.1 da TCPO 13 discorre sobre alvenaria de vedação com foco na disposição de verga e contraverga, com unidade de medição em metros cúbicos (m³). A descrição do consumo de cimento para ambas é mostrado no quadro 4.

Quadro 4 - Composição verga TCPO 13

Código	Componente	Unidade	Consumo
02065.3.5.1	Cimento	Kg	268,00

Fonte: Adaptado TCPO 13

Observa-se no Quadro x que a quantidade necessária para se preparar um volume de 1m³ de cimento é de 268 kg. Da mesma forma citada no tópico anterior, o valor mostrado no referido quadro também deve ser analisado como grandeza para cada metro cúbico de verga e contraverga construída.

Novamente, de acordo com os dados fornecidos pela estagiária da obra, o volume de cimento planejamento para a construção de todas as vergas e contravergas é de 2,97 m³. Dessa forma, a quantidade necessária de cimento a ser adquirida para atender a essa etapa da construção é de aproximadamente 796 kg desse produto. Ou seja, a empresa deverá adquirir 16 sacos do referido insumo.

5.3 Consumo total de tijolo, cal e cimento no processo de alvenaria da obra

O processo de encunhamento (conforme mencionado anteriormente) ficou sob-responsabilidade de uma empresa terceirizada (não levantando, dessa forma, as necessidades de planejamento para a mesma). Assim, o consumo total dos insumos necessários à conclusão da etapa de alvenaria somada ao total matéria-prima planejada para o consumo no processo de construção de vergas e contravergas é mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Consumo total dos insumos

Material	Consumo			Unidade/lotes necessários
	Alvenaria de vedação	Vergas e contravergas	Total	
Tijolo (un.)	26.520,0000	-	26.520,0000	3,79 ≈ 4
Cal (kg)	4.514,3280	-	4.514,3280	225,71 ≈ 226
Cimento (kg)	4.514,3280	795,9600	5.310,2880	106,21 ≈ 107

Fonte: Autoria própria (2018)

Observa-se nessa tabela um aumento do consumo de cimento em função da construção das vergas e contravergas.

5.4 Dimensionamento e reposição de materiais

Para calcular o tempo de abastecimento mostrado na tabela 4 foi necessário:

- ✓ Definir o consumo diário e total mostrado na (TAB. 3);
- ✓ Considerar o tamanho dos estoques citados no capítulo 4.2;
- ✓ De posse da capacidade dos estoques, definir a quantidade de ressuprimentos necessários para abastecer a demanda dos insumos analisados.

Tabela 4 - Utilização do estoque

Material	Consumo diário (Kg)	Consumo total em 40 dias	Capacidade do Estoque (un.)	Número de ressuprimentos*
Tijolo (un.)	663,0000	26.520,0000	7.000	4
Cal (kg)	112,8582	4.514,3280	100	2
Cimento (kg)	112,8582	5.310,2880	50	2

Fonte: Autoria própria (2018)

* Considerando todos os abastecimentos desde o início da alvenaria

Levando-se em consideração as informações mostradas na Tabela 4, constata-se que a previsão do consumo de todo o estoque de cimento era composto por 50 unidades, com utilização diária de 112,8582 kg – 3 sacos diários consumindo toda provisão em 22,2 dias. O estoque da cal tem capacidade para 100 unidades, o uso diário pela equipe de trabalho é de 112,8582 kg – 6 sacos serão gastos em 17,7 dias. Para o emprego de tijolos o estoque era de 7.000 unidades, já o aproveitamento diário era de 663 unidades por dia, desta forma os estoques se esgotavam em 10,6 dias.

A construtora disparou ordens de compra de estoques de cimento, cal e tijolos antes de começar a etapa de alvenaria, no dia de início (16/11/2017) todos os reservatórios dos insumos citados estavam abastecidos.

5.4.1 Reposição do estoque secundário de tijolo

Em relação aos tijolos que transportados por guindaste para os andares acima, se verificou que o carregamento máximo realizado pela gaiola consistia em 30 unidades. Já os estoques secundários em cada andar eram feitos com até 120 unidades, uma vez que os

excessos poderiam dificultar o trânsito dentro dos apartamentos e causar possíveis acidentes de trabalho. Cada pedreiro ficava em um posto de trabalho, tendo seu próprio estoque a disposição.

Observou-se, também, que o tempo médio de reposição do pedido de tijolos (30 unidades por vez) pela equipe da betoneira, associado ao tempo de acionamento do guindaste, era de 5 minutos, totalizando assim aproximadamente de 20 minutos para abastecer todo estoque secundário.

Em função do tempo médio de trabalho (consumo dos blocos para 'levantamento' de paredes), estipulou-se que a régua de apontamento do nível desses insumos estocados nos andares atingiria a tarja amarela em uma quantidade de 30 unidades, devendo a operação ser feita por, no máximo, quatro vezes a cada solicitação.

O tempo de consumo do estoque secundário de tijolo se deu da seguinte forma:

- Em um dia de serviço cada pedreiro consumia cerca de 221 tijolos como mostra a Tabela 2;
- Tendo em vista que os estoques secundários são compostos por 120 unidades, cada um deles precisará ser repostado pelo menos uma vez ao dia, levando em conta que já estavam abastecidos no início do dia;
- Como informado no capítulo 5.1, os pedreiros têm um produtividade de 13 m² para uma jornada de 8 horas diárias. A Tabela 1 aponta que para cada m² utilizava-se 17 unidades de tijolo.
- Dividindo a produtividade diária pela jornada é encontrado o valor de 1,63 m², valor correspondente à produção em m² para uma hora de serviço prestado;
- Multiplicando a produtividade de 1,63 m², para uma hora, pelo valor gasto para produção por m² de tijolos de 17 unidades, temos que cada pedreiro consome 28 tijolos por hora;
- Desta forma será preciso abastecer os estoques secundários de cada pedreiro em média a cada 4 horas;
- Como eram três pedreiros, cada um com seu próprio estoque, se tornava necessário a reposição, no mínimo, dos três estoques uma vez por dia;
- A reposição se dava da seguinte maneira: o ajudante que operava a betoneira também operava o guindaste mandando material para o andar solicitado, onde o segundo ajudante recebia esse material e o entregava no destino final;

- Todo dia de manhã os estoques eram repostos pelos ajudantes, e os mesmos chegavam mais cedo para realizar essa tarefa.

A produção no andar parava nessas ocasiões, pois os pedreiros não tinham controle do volume de estoque disponível. Assim, rotineiramente os colaboradores esperavam acabar o material para solicitar a reposição.

Como a etapa de alvenaria durou 40 dias, descontados os recessos de Natal e ano novo, os pedreiros ficaram parados neste caso específico por 120 oportunidades de acordo com a tabela 5:

Tabela 5 - Total de paradas nos estoques secundários

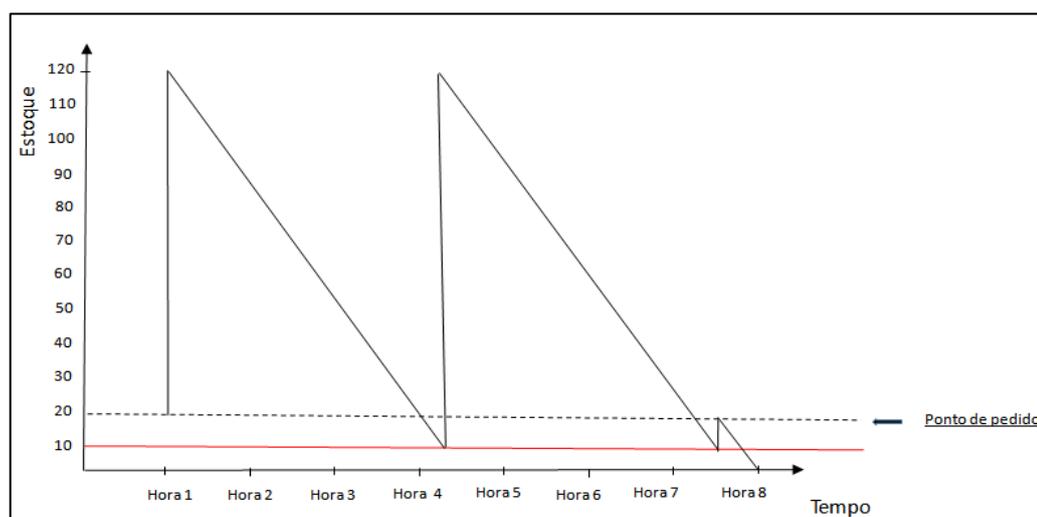
Material	Necessidade de reposições diárias	Dias de produção	Número total de paradas
Tijolos	3	40	120

Fonte: Autoria própria (2018)

Vale ressaltar que a produção por andar parava por cerca de 5 minutos, como mostrado no início desse capítulo, pois era o tempo de o pedreiro ou encarregado solicitar ao ajudante responsável pela betoneira para fornecer o transporte de tijolos, já que a comunicação entre os andares e o térreo era precária.

A figura 31 mostra o ponto de pedido para os estoques secundários de tijolo durante a jornada de trabalho.

Figura 33 - Ponto de pedido estoque secundário



Fonte: Autoria própria (2018)

Os ajudantes chegavam mais cedo na obra para abastecer os estoques de tijolos e argamassa. Quando os pedreiros chegavam os postos de trabalho já estavam abastecidos. Desta forma, cada estoque secundário de tijolos era abastecido duas vezes durante o dia, uma vez de manhã e outra depois de aproximadamente 4 horas e meia.

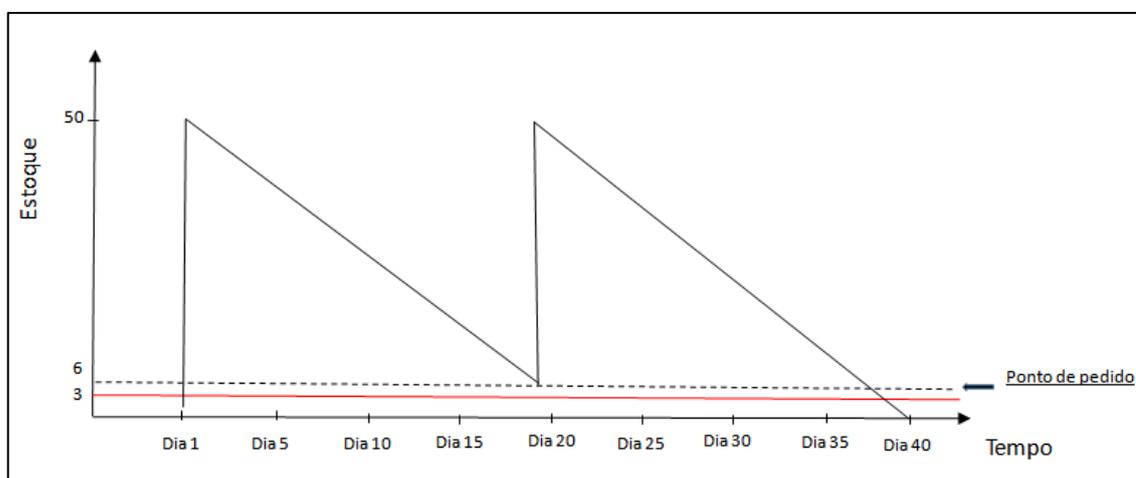
O momento exato para que o cartão de movimentação interna de matérias mostradas na figura 25 ter seu posicionado no quadro *kanban* da (FIG. 23) deve ser quando os estoques atingirem 20 unidades. Para tal será necessário uma forte fiscalização por parte da construtora no acompanhamento dos níveis do estoque.

5.4.2 Ponto de reposição do cimento

Para que a produção do dia fosse garantida era necessário ter um número de sacos de cal e cimento de seis e três unidades. Respectivamente. Esse seria o ponto de reposição dos estoques, em que o nível amarelo do controle *kanban* estaria próximo, levando em conta que o fornecedor direto tinha um prazo de entrega de um dia de serviço. Para os estoques de tijolos seria preciso ter no mínimo 663 unidades como mostrado na tabela 02, onde através do controle sugerido pela pesquisa deverá ser feito o pedido junto à empresa fornecedora.

Para o ponto de pedido do estoque de cimento levou-se em conta o tempo de reposição do fornecedor direto, que é de 24 horas. Entretanto, imprevistos na entrega podem acontecer, deste modo é necessário ter um tempo de pedido maior por prevenção, como mostrado na Figura 32. Para a comunicação de necessidade de compra do cimento será necessário fixar o cartão de pedido mostrado na figura 27-A no quadro de pedido exposto na (FIG. 26).

Figura 34 - Gráfico ponto de pedido cimento



Fonte: Autoria própria (2018)

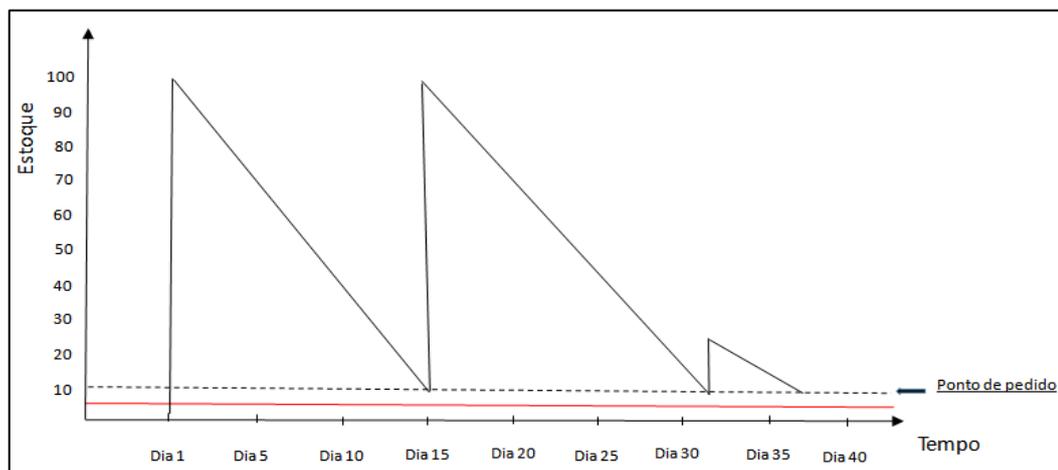
Como análise da figura 32 é possível destacar:

- O consumo de todo estoque será efetuado em 22 dias como mostrado no capítulo 5.4;
- Para a produção de alvenaria de um dia são necessários no mínimo três sacos de cimento;
- Como o prazo de reposição é de 24 horas seria imprudente realizar o pedido junto ao fornecedor com o prazo de antecedência de apenas um dia, levando em conta as incertezas na entrega de material;
- Para isso, propôs-se que a ordem de compra fosse disparada no mínimo com 48 horas de antecedência, o que seria no 20º dia de produção, em que os estoques estariam com seis sacos de cimento provendo consumo para dois dias de produção;
- Portanto, o nível amarelo *Kanban* mostrado na (FIG.26) do estoque de cimento, deve ser quando atingir seis unidades.

5.4.3 Ponto de reposição da cal

Tendo em vista que com a cal o tempo de reposição do fornecedor também é de 24 horas, o ponto de pedido será como o mostrado na figura 33. Para controle de quando realizar o pedido de cal, após o nível do estoque ter atingido o ponto de pedido o cartão mostrado na figura 28-B deve ser fixado no quadro de pedidos (FIG. 27):

Figura 35 - Ponto de pedido do estoque cal



Fonte: Autoria própria (2018)

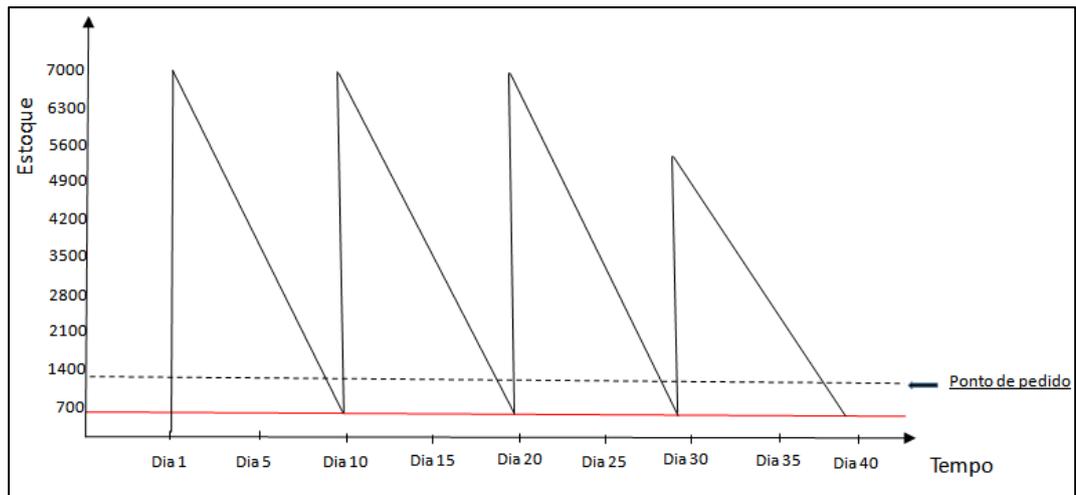
De acordo com a figura 33 é possível analisar os seguintes tópicos:

- O consumo de todo estoque será efetuado em 17 dias como mostra o capítulo 5.4;
- Para a produção de alvenaria de um dia são necessários no mínimo seis sacos de cal;
- Como o prazo de reposição é de 24 horas, seria imprudente realizar o pedido junto ao fornecedor com o prazo de antecedência de apenas um dia, levando em conta as incertezas na entrega de material;
- Propôs, assim, que a ordem de compra fosse disparada com no mínimo com 48 horas de antecedência, momento em que os estoques estariam com 12 sacos de cal, provendo consumo para 2 dias de produção. Os reabastecimentos ocorrerão no 15º dia, para o 32º de produção será necessário um abastecimento de apenas 26 unidades.
- Portanto o nível amarelo *Kanban* mostrado na (FIG.26), do estoque de cal, deve ser quando atingir 12 unidades.

5.4.4 Ponto de reposição do estoque principal de tijolos

Dado o grande volume de utilização diária de tijolos, foi elaborada a figura 34 estabelecendo um ponto de pedido que busca atender as necessidades da fase em estudo, disparando a ordem de compra dentro de um prazo seguro para ressuprimento. Após os níveis de estoques atingirem o ponto de pedido, o cartão para disparar ordem de compra mostrado na figura 28-C deve ser fixado no quadro de pedido exposto na (FIG. 27) para que o responsável realize a compra.

Figura 36 - Ponto de reposição estoque secundário de tijolo



Fonte: Autoria própria (2018)

Contudo, destaca-se:

- O consumo de todo estoque principal de tijolo será efetuado em 10 dias de trabalho, como mostra o capítulo 5.4;
- Para a produção de alvenaria de um dia são necessários, no mínimo, 663 unidades de tijolo;
- Assim como o tempo de ressurgimento dos insumos cal e cimento, os tijolos têm um *lead time* de reposição de 24 horas. Sendo imprudente realizar o pedido junto ao fornecedor com o prazo de antecedência de apenas um dia, levando em conta as incertezas na entrega de material;
- Propôs-se, então que a ordem de compra fosse disparada com no mínimo 48 horas de antecedência, o que seria no 8º dia, 19º dia e 29º dia onde os estoques estariam com 663 unidades, provendo consumo para dois dias de produção. Após o dia 30, seria necessário apenas a compra de aproximadamente 5.520 unidades, pois a alvenaria foi finalizada com 40 dias;
- Portanto o nível amarelo *Kanban* mostrado na (FIG.26), do estoque principal de tijolos, deve ser quando atingir aproximadamente 1.326 unidades.

5.5 Custos pelo atraso

5.5.1 Custos na alvenaria

Como já mencionado anteriormente, a diferença de preço pago por cal e cimento entre os fornecedores direto e indireto gera um custo extra para a construtora. As discrepâncias monetárias são mostradas na Tabela 6.

Tabela 6 - Porcentagem entre preços

MATERIAL	Fornecedor (R\$)		Diferença (%)
	Indireto (varejo)	Direto (atacado)	
Cal (un.)	10,00	7,00	+42,85
Cimento (un.)	18,50	15,00	+23,33
Tijolo (un.)	1,00	0,90	+11,11

Fonte: Aatoria própria (2018)

A compra de cada unidade (saco) de cimento no fornecedor indireto resulta em um acréscimo de 23,33% em relação ao preço unitário praticado pelo atacado.

Cada saco de cal no varejo empregará um custo 42,85% em relação à unidade vendida pelo consumidor direto. Cada unidade de tijolo adquirida no mercado varejista indica um custo de 11,11% ao custo unitário pago no mercado atacadista.

Como mostrado na Figura 34, após o primeiro abastecimento para início da etapa de alvenaria o estoque de cimento precisará ser repostado por apenas uma vez, o estoque da cal também necessitou de apenas um reabastecimento.

O pedido para o fornecedor direto responsável pela entrega dos materiais da alvenaria era no valor de R\$ 750,00, para 50 sacos de cimento, e R\$ 700,00, para 100 sacos de cal.

Entretanto, como citado no capítulo 4, o engenheiro dispunha do próprio veículo para transporte de materiais do fornecedor indireto até a obra, armazenando os insumos no portamalas, pois como mostrado na figura 13 após o consumo dos estoques de cimento, cal ou tijolos era realizada a compra dos insumos no varejo, até que o pedido feito ao atacado fosse entregue na obra.

Segundo dados da construtora para as compras realizadas, no consumidor indireto o veículo era abastecido com até três sacos de cimento. Para a cal a capacidade de transporte era de seis unidades. Entretanto, para as compras de tijolo a entrega era realizada pelo depósito em lotes de 1.000 unidades. Desta forma o acionamento do fornecimento indireto se deu em uma vez para cal e cimento, e três vezes para tijolo. Para o cálculo dos custos totais na etapa de alvenaria (TAB. 7), foram considerados os valores unitários mostrados na (TAB. 6) e o consumo total (TAB. 3).

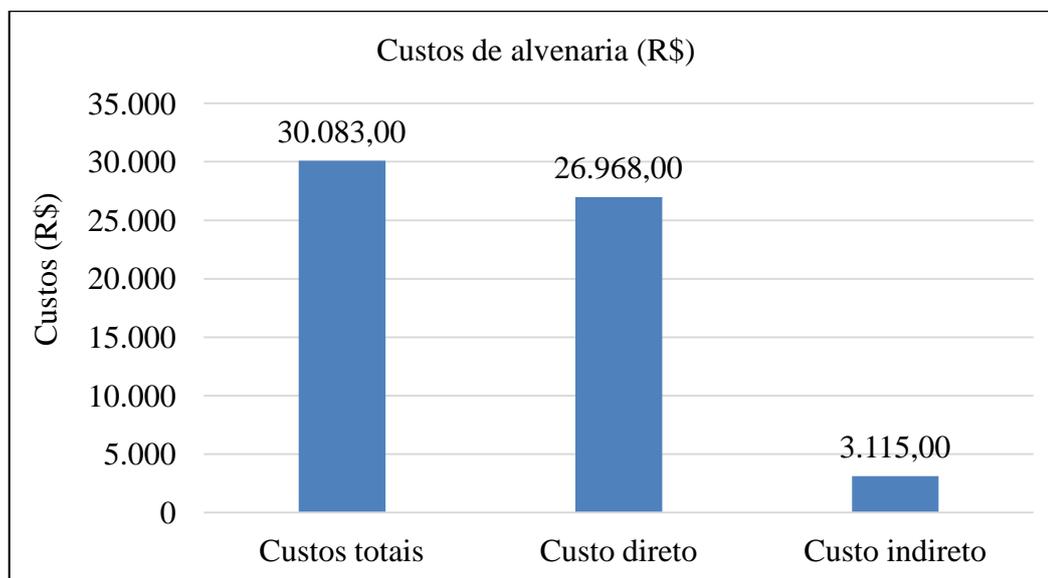
Tabela 7 - Custos na alvenaria (Cimento, cal e tijolos)

Material	Consumidor direto (R\$)	Consumidor indireto (R\$)	Custo total de materiais na alvenaria (R\$)
Cimento	1.560,00	55,50	1.615,50
Cal	1.540,00	60,00	1.600,00
Tijolos	23.868,00	3.000,00	26.868,00
Total	26.968,00	3.115,50	30.083,50

Fonte: Aatoria própria (2018)

O custo empregado pelo consumidor indireto corresponde a 10,35% dos custos totais de toda etapa de alvenaria. O comparativo entre os custos do consumidor direto e consumidor indireto é de 11,55% como mostram os valores na figura 35.

Figura 37 - Custos dos materiais na alvenaria



Fonte: Aatoria Própria (2018)

A construtora empregando esse hábito acabava comprando materiais sem necessidade e com uma diferença de preço considerável pois o pedido feito ao consumidor direto seria entregue normalmente.

No capítulo posterior serão mostrados os custos referentes aos encargos trabalhistas gerados pelos atrasos decorridos da falta de gestão dos estoques.

5.5.2 Encargos sociais e trabalhistas

Para os cálculos desses encargos, foram utilizados parâmetros de salários e encargos sociais e trabalhistas estabelecidos para construção civil através da convenção coletiva de

trabalho 2017-2018 do Sindicato das Indústrias da Construção Civil de Governador Valadares (SINTICOM-GV), que estabeleceu salários-base para área no município, como mostrado na tabela 8. Contudo, o salário do engenheiro não foi computado aos cálculos, pois não foi possível ter acesso ao mesmo. Já o salário da estagiária era de R\$ 800,00 não sendo considerados encargos.

Tabela 8 - Remunerações na empresa

ENCARGOS SOCIAIS E TRABALHISTAS				
COLABORADOR	SALARIO MENSAL (R\$)	SALARIO PARA 40 DIAS (R\$)	SALARIO (40 DIAS) COM ENCARGOS (R\$) ***	CUSTO DA HORA
Encarregado	1.980,00	2.640,00	5.235,24	18,87
Pedreiro 1	1.531,20	2.140,60	4.047,75	14,59
Pedreiro 2	1.531,20	2.140,60	4.047,75	14,59
Pedreiro 3	1.531,20	2.140,60	4.047,75	14,59
Ajudante 1 *	1.141,04	1.521,39	3.018,14	10,87
Ajudante 2	987,80	1.317,07	2.611,64	9,41
Estagiária **	800,00	1.066,67	-	4,44
TOTAL	9.502,44	12.966,93	23.008,27	87,36

Fonte: Autoria própria (2018)

* Ajudante operador da betoneira

** Para estagiária não são considerados encargos sociais e trabalhistas

*** Encargos sociais e trabalhistas correspondente a 171% do salário, conforme dados do SINTICOM-GV

Para cada hora que a produção de alvenaria ficou parada teve-se um custo de R\$ 87,36. Destaca-se assim a importância em manter a produção constante pois a não produção devido à falta de gestão nos processos acaba sendo bastante onerosa para a construtora.

5.5.3 Encargos sociais e trabalhistas nos atrasos dos estoques secundários de tijolo

O cálculo dos encargos pagos por cada minuto de atraso na reposição dos estoques secundários de tijolos é mostrado na (TAB. 9). Entretanto, para elaboração da mesma foram utilizadas informações mostradas na tabela 5, localizada no capítulo 5.2.1.

Tabela 9 - Custo por hora de atraso dos estoques auxiliares de tijolo

Atraso	Ocorrência (n)	Tempo de cada parada (min.)	Tempo total de paradas (h)	Valor da hora (R\$)*	Custo total (R\$)**
Estoques secundários	120	5	10	87,39	873,90

Fonte: Autoria própria (2018)

* Valor da hora de toda equipe como mostrado na tabela 8

**Custo total de atraso dos colaboradores

Como já citado o tempo gasto para abastecimento de 30 tijolos pelo ajudante operador da betoneira é de cinco minutos. Durante 40 dias de produção, levando em conta a produtividade de cada pedreiro, houve três paradas diárias, como mostra a tabela 5, totalizando assim um total de 120 paradas não planejadas. Isso gerou um custo total de R\$ 873,90, levando em conta o custo por hora apresentado na (TAB. 8) do capítulo anterior.

5.5.4 Encargos sociais e trabalhistas nos atrasos dos estoques de cimento, cal e tijolos

Os custos pela falta de cimento, cal e tijolos, mostrados na (TAB. 10), foram calculados seguindo informações sobre o número de ressuprimento mostrados nos capítulos 5.2.2, 5.2.3, 5.2.4.

Tabela 10 - Custos de atraso dos estoques principais

Atraso	Ressuprimento*	Tempo para cada ressuprimento (min)	Valor da hora (R\$)	Custo (R\$)
Cimento	1	30	87,39	43,70
Cal	2	30	87,39	87,39
Tijolos	3	120	87,39	524,34

Fonte: Autoria própria

* Total de ressuprimento realizado junto ao fornecedor indireto

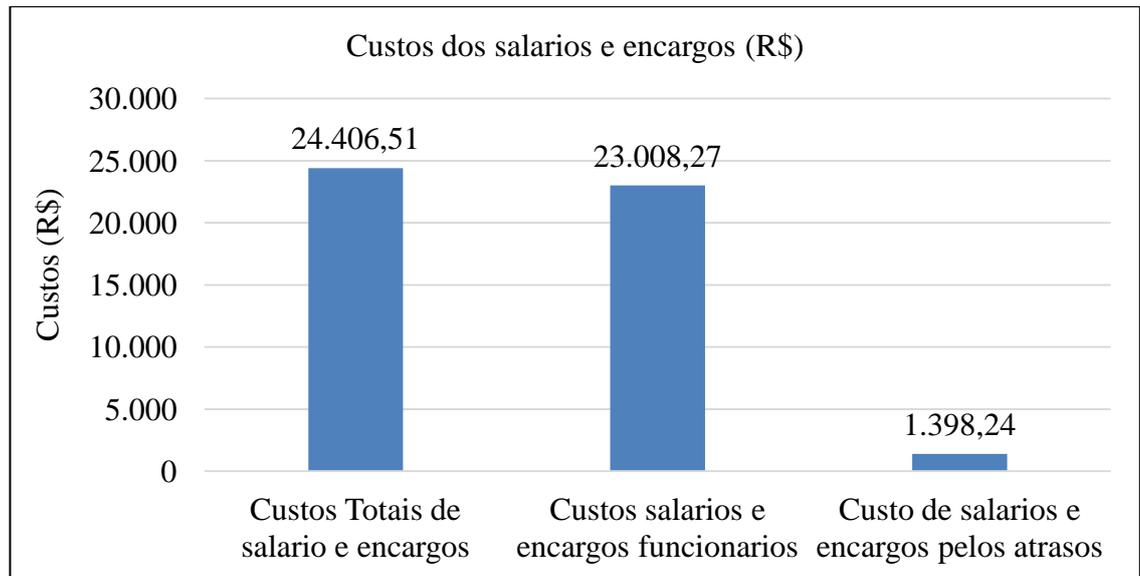
Como citado no capítulo 4.2, o engenheiro era o responsável pela compra dos materiais no consumidor indireto. Atenta-se ao fato de que os insumos cimento e cal eram transportados via veículo próprio para o canteiro de obras. Entretanto, rotineiramente ele não estava presente no empreendimento, sendo acionado via telefone, desta forma o tempo médio para ressuprimento, segundo informações levantadas junto ao encarregado, era de 30 minutos.

A entrega de tijolos realizava-se pelo próprio fornecedor indireto, o mesmo solicitava um tempo médio de entrega de 2 horas.

5.5.5 Custos totais de encargos sociais e trabalhistas gerados por atrasos na alvenaria

Somando os custos de encargos sociais e trabalhistas, calculados nos capítulos 5.5.2 e 5.5.3, que foram de R\$ 873,90 e R\$ 524,34, respectivamente, obtém-se um custo total por atraso de R\$ 1.398,24, definindo o cenário mostrado na figura 36.

Figura 38 - Comparativo de atrasos e salários com encargos



Fonte: Autoria própria (2018)

O custo total decorrente dos atrasos equivale a 6,08% dos salários com encargos da equipe de trabalho. Dessa forma, a empresa teve que desembolsar um valor de R\$ 24.406,51 para pagar seus colaboradores em um período de 40 dias. Ressalta-se que quanto maior o número de funcionários maior o valor pago pela empresa, demonstrando a importância de um sistema de gestão das atividades e estoques na construção civil.

5.5.5 Custos totais gerados por atrasos na alvenaria

Somando os custos presentes na alvenaria, apresentados nos capítulos 5.5.1, 5.5.2 e 5.5.4, é possível calcular os custos totais que foram gerados devido aos atrasos, conforme mostra a tabela:

Tabela 11 - Custos totais na alvenaria

Componente	Custo direto (R\$)	Custo indireto (R\$)	Custos totais (R\$)
Funcionários	23.008,27	1398,24	24.406,51
Material	26.968,00	3115,00	30.083,00
Total	49.976,27	4.513,24	54.489,51

Fonte: Autoria própria (2018)

* Custos esperados pela construtora na etapa de alvenaria

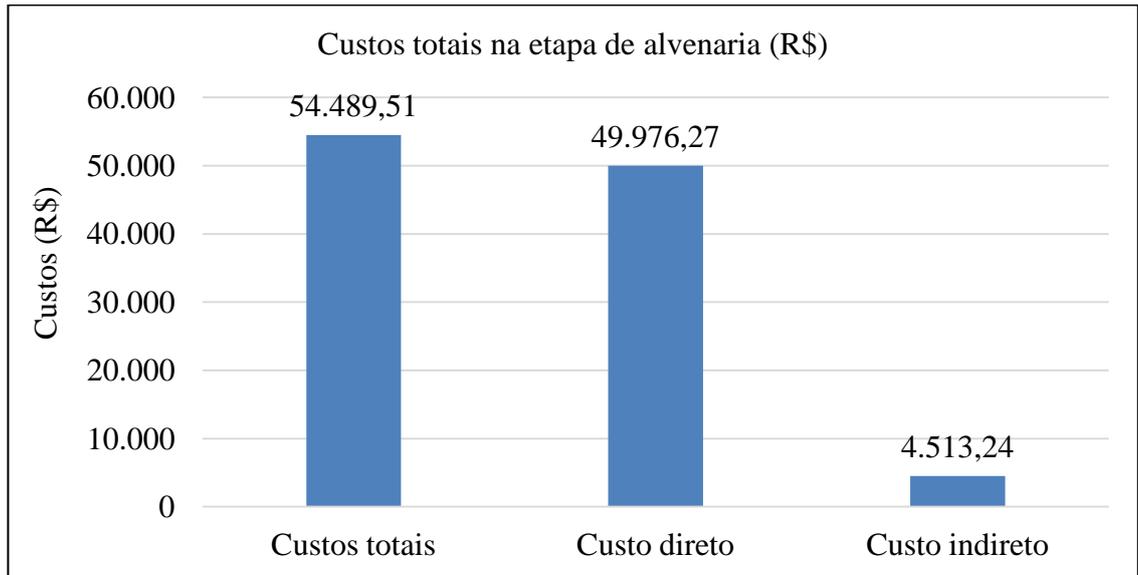
** Custos não esperados pela construtora na etapa de alvenaria

A relação entre os custos indiretos e o custo total é de 8,28%, tendo impacto diretamente nas finanças da construtora, pois esse percentual poderia ser investido em outras áreas ou dar uma maior margem de lucro. Não foi considerado para estudo, devido a não

disponibilidade de informações, o aluguel de maquinário e demais despesas corriqueiras no canteiro de obras.

A figura 37 mostra a relação entre custo direto, custo indireto e os custos totais considerando o consumo de materiais, encargos sociais e trabalhistas e atrasos.

Figura 39 - Custos totais na alvenaria



Fonte: Autoria própria (2018)

Nota-se que o total de custo indireto permitiria tranquilamente à contratação de um profissional capaz de gerenciar os estoques e planejar o fluxo interno de materiais dentro do canteiro de obras, podendo exercer diversas atividades de fiscalização, como controle referente aos desperdícios de materiais, dando suporte e treinamento a equipe de trabalho.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo salienta as conclusões alcançadas pela presente pesquisa, analisando o cumprimento dos objetivos propostos no capítulo 1.3, por conseguinte propõe recomendações para futuros trabalhos.

6.1 Alinhamento dos objetivos e proposta de melhoria

Conforme discutido no transcorrer deste trabalho de conclusão de curso, a falta de materiais no canteiro de obras, decorrente de a uma produção sem controle de estoques, acaba gerando um custo a mais para a empresa, provocando assim um impacto econômico significativo nas finanças da organização, visto que o mercado construtivo no Brasil se encontra em um momento delicado, devido o encolhimento na participação do PIB nacional é de suma importância que medidas preventivas sejam tomadas, visando sempre à minimização das perdas.

O objetivo geral do presente trabalho levantou a proposta de adaptar metodologias do sistema *Toyota* de produção, baseando-se no *Kanban*, como possíveis ferramentas de aplicação em estoques da construção civil, buscando a redução de tempo das atividades, tendo como foco a diminuição de custos. Com este escopo foram determinados os objetivos específicos.

O primeiro objetivo tinha como alvo identificar dentro da construção do edifício, por intermédio de várias visitas técnicas, possíveis gargalos na produção causados por falta de materiais, sendo a mesma identificada na etapa de alvenaria, o que gera atrasos em outras etapas da construção. Foi identificado que por não haver um controle do ponto de pedido de materiais, corriqueiramente a compra de insumos só é realizada quando os produtos chegam ao esgotamento.

O segundo objetivo pretendia identificar ociosidades de funcionários, pois a falta de insumos para os colaboradores realizarem suas tarefas afetava diretamente a produtividade e custos do empreendimento. Como se encontra no capítulo 4 e 5 a equipe de trabalho utilizava todos os insumos para só assim comunicar a sua falta, desta forma eram perdidos diariamente inúmeros minutos que poderiam ser revestidos em metros de paredes levantadas na etapa de alvenaria de vedação.

O terceiro objetivo foi expresso no capítulo 5.5, em que através de levantamentos de informações junto à estagiária da obra e de dados da TCPO e SETOP foi possível

determinar os impactos causados na produtividade no canteiro de obras, pois cada minuto sem trabalhar se torna um tempo improdutivo. Isso afeta diretamente os custos referentes aos salários e encargos sociais e trabalhistas pagos pela empresa, mesmo quando os colaboradores estão parados, sem trabalhar por falta de cimento, cal ou tijolos.

O quarto objetivo requeria determinar os níveis de estoque através do *Kanban*, pois assim será possível determinar o ponto de pedido de cada material, como mostrado no capítulo 5.4.

O quinto objetivo consistia em propor portas-cartão *Kanban* para controle de serviços da betoneira, otimizando assim o tempo entre as atividades, melhorando a organização dos status do serviço, bem como a prioridade de execução, como é expresso no capítulo 4.5.

O sexto objetivo é a proposta de melhoria no fluxo de abastecimento dos estoques da alvenaria, pois a falta de um sistema de gestão para controle de estoques em construtoras gera incertezas na produção, pois o funcionário nunca sabe quando vai faltar material. Com o modelo proposto, mostrado no capítulo 4.5.2.3, o *Kanban* trabalharia como ferramenta de controle para prevenir falta de materiais.

O sétimo objetivo era fazer o levantamento dos custos gerados por atrasos e pela falta de materiais. Esse foi concretizado no capítulo 5.5.5, onde é mostrado que a construtora tem um prejuízo de 8,28% do valor investido na etapa de alvenaria.

O oitavo objetivo evidencia a possibilidade de contratação de um profissional capaz de controlar os estoques através da metodologia empregada nesse trabalho de conclusão de curso, pois os custos gerados pela falta de insumos na construção no período de 40 dias foi de R\$ 4.513,24, valor que poderia ser usado na contratação de um funcionário capaz de otimizar os processos da construtora e dar treinamento a equipe sobre a mentalidade enxuta.

Apresentadas todas as prerrogativas, a presente pesquisa comprovou que a metodologia *Kanban* interfere efetivamente para que construtoras obtenham sucesso na implementação do modelo da construção enxuta como um todo. Mostrando-se uma ferramenta de gestão eficaz no que se propõe.

6.2 Recomendações

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se que o pesquisador fique no local durante toda a jornada de trabalho, porque assim o mesmo estará imerso no meio da construção civil e conseguirá acompanhar cada processo de perto e ter mais êxito em propor

uma melhoria no processo construtivo da organização que for estudada. Uma vez que o pesquisador, no momento da elaboração deste trabalho de conclusão de curso, encontrou muita dificuldade para realizar visitas ao canteiro de obras e realizar reuniões em horários compatíveis com o de trabalho da estagiária da construtora e de estudo do investigador.

Sugere-se que essa pesquisa seja feita em uma construtora de grande porte, com grandes empreendimentos, e que o trabalho seja estendido a outras etapas do processo de construção.

REFERÊNCIAS

- BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory A. Competing construction management paradigms. In: **Construction Research Congress: Wind of Change: Integration and Innovation**. 2003. p. 1-8.
- BELL, Lansford C.; STUKHART, George. Attributes of materials management systems. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 112, n. 1, p. 14-21, 1986.
- Câmara Brasileira da Indústria da Construção**. PIB Brasil e Construção Civil. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>>. Acesso em: 19 nov. 2017
- DE OLIVEIRA, Marcos Lucas et al. **Proposta de ações baseadas nos 11 princípios leanconstruction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria-RS**. Revista ESPACIOS| Vol. 37 (Nº 21) Ano 2016, 2016.
- GHINATO, Paulo. **Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time**. Production, v. 5, n. 2, p. 169-189, 1995.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisas**. 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford University, 1992
- KOSKELA, Lauri; BALLARD, Glenn; TANHUANPÄÄ, Veli-Pekka. Towards lean design management. In: **Proceedings of the 5 th annual conference of the International Group for Lean Construction**. 1997. p. 1-13.
- KUREK, Juliana et al. **Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora**. Revista de Arquitetura IMED, v. 2, n. 1, p. 20-36, 2013.
- LANTELME, Elvira Maria Vieira. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade e produtividade para a construção civil**. 1994.
- LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Bookman Editora, 2016.
- LOPES, Luiz Fernando Hoffmann. **Projeto de Alvenaria de Vedação para Edificações: um estudo de caso**. 2018.
- MARCONI, Marina de Andrade, and Eva Maria Lakatos. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003.
- MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao just in time**. Bookman Editora, 2015.
- MORESI, Eduardo et al. **Metodologia da pesquisa**. Brasília: Universidade Católica de Brasília, v. 108, p. 24, 2003.

MUCI, Daniel Wallace Silva; NETTO, JoseRicarto Bezerra; SILVA, Rodrigode Almeida. **SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DE FISSURAS DA INTERFACE ALVENARIA DE VEDAÇÃO-ESTRUTURA DE CONCRETO: COMPARATIVO ENTRE OS PROCESSOS EXECUTIVOS E ANÁLISE DE CUSTO.**2014.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção além da produção.** Bookman, 1997.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da produção. **Operações industriais e de serviços.** Unicenp, 2007.

SAMPAIO, Marliane Brito. **Fissuras em edifícios residenciais em alvenaria estrutural.** 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SANTOS, Bianca dos. **Construção enxuta com o emprego de ferramentas de gestão ágil: um estudo de caso.** 2017.

Secretaria de estado de transporte e obras publicas. Planilha com desoneração. Disponível em:

<<http://www.transportes.mg.gov.br/component/gmg/page/2242-consulta-a-planilha-preco-setop-regiao-leste>> Acesso em: 03 nov 2018.

Serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas. Anuário do trabalho. Disponível

em:<http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf> Acesso em : 01 nov. 2018

SINTICOM, **Sindicato dos trabalhadores nas industrias da construção e do mobiliário de Governador Valadares MG.** Disponível em: <<http://www.fiemg.org.br/Default.aspx?alias=www.fiemg.org.br/sinduscong>>. Acesso em: 01 nov. 2018

SHINGO, Shigeo. **O sistema Toyota de produção.** Bookman Editora, 1996.

SZAJUBOK, NadiaKelner; MOTA, Caroline Maria de Miranda; ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Uso do método multicritério ELECTRE TRI para classificação de estoques na construção civil.** PesquisaOperacional, v. 26, n. 3, p. 625-648, 2006.

Tabela de composição de preços e orçamentos. Composições TCPO. Disponível em: <<http://tcpoweb.pini.com.br/home/home.aspx>> Acesso em: 20 out. 2018.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção: a produtividade no chão de fábrica.** Bookman, 1999.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção.** 2. Ed. – São Paulo: Atlas, 2009.

VIVAN, André Luiz; PALIARI, José Carlos; NOVAES, Celso Carlos. Vantagem Produtiva do Sistema Light Steel Framing: da construção enxuta à racionalização construtiva. **XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC, ANTAC, Canela, Anais..., Canela, Porto Alegre, 2010.**

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A máquina mudou o mundo. Gulf Professional Publishing, 2004.**