



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

OLÍVIA RAKEL ROCHA DE PAIVA

**ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS NA ATIVIDADE DE EMBOÇO INTERNO EM
UMA EMPRESA DE CONTRUÇÃO CIVIL, UTILIZANDO A FERRAMENTA
RAWABDEH**

SUMÉ – PB

2016

OLÍVIA RAKEL ROCHA DE PAIVA

**ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS NA ATIVIDADE DE EMBOÇO INTERNO EM
UMA EMPRESA DE CONTRUÇÃO CIVIL, UTILIZANDO A FERRAMENTA
RAWABDEH**

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Me. Daniel Augusto de Moura Pereira

SUMÉ – PB

2016

P149a Paiva, Olívia Rakel Rocha.

Análise dos desperdícios na atividade de emboço interno em uma empresa de construção civil, utilizando a ferramenta Rawabdeh. / Olívia Rakel Rocha Paiva. Sumé - PB: [s.n], 2016.

74 f.

Orientadora: Professor Me. Daniel Augusto de Moura Pereira.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso de Engenharia de Produção.

1. Construção civil. 2. Construção enxuta. 3. Engenharia de Produção. 4. Rawabdeh – Análise de desperdício. I. Título.

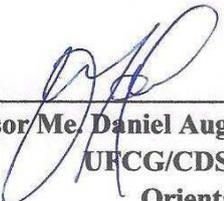
CDU : 658.566 (043.3)

OLÍVIA RAKEL ROCHA DE PAIVA

**ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS NA ATIVIDADE DE EMBOÇO INTERNO EM
UMA EMPRESA DE CONTRUÇÃO CIVIL, UTILIZANDO A FERRAMENTA
RAWABDEH**

Trabalho apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Produção, do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

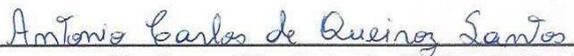
BANCA EXAMINADORA



Professor Me. Daniel Augusto de Moura Pereira
UFCG/CDSA/UAEP
Orientador



Professora Dra. Cecir Barbosa de Almeida Farias
UFCG/CDSA/UAEP
Examinador - 01



Professor Me. Antonio Carlos de Queiroz Santos
UFCG/CDSA/UAEP
Examinador - 02

Aprovado em Sumé – PB, 09 de março de 2016.

*Aos meus familiares que acreditaram em meu potencial.
Em especial a minha mãe Maria Bernadete e meu pai
Antônio que sempre incentivaram a realização desse
sonho.*

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer em primeiro lugar a Deus que me deu força e coragem para realizar um dos meus sonhos.

Aos meus pais Maria Bernadete e Antônio Paiva que sempre me proporcionaram a melhor educação possível, e me mantiveram motivada para buscar sempre o melhor.

Aos meus irmãos e cunhadas pelo companheirismo e pelo o apoio pessoal.

A todos os meus familiares, que mesmo distantes sempre me incentivaram, dando palavras de conforto nos momentos difíceis.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, pela oportunidade de formação superior.

Aos meus professores que contribuíram para minha formação acadêmica.

Ao meu orientador Daniel Augusto de Moura Pereira, pela atenção, dedicação e confiança e ter acreditado em meu potencial.

Aos membros da banca, Cecir Almeida e Antonio Carlos, pela aceitação do convite e pelas sugestões para enriquecimento deste trabalho.

A todos os colegas da turma companheiros de aulas e seminários ao longo da graduação, Jackson Epaminondas, Ismênia Villar, Maria Leticia, Luzia Lira pelas discussões, sugestões e risadas compartilhadas ao longo de nossos estudos.

Quero agradecer em especial a Maria Lusiane, Maria de Fátima, Pablo Veronese, Mirelle Sampaio, Fernanda Raquel, Geiza Mariana, e Renan Marques por ter me acompanhado ao longo dessa jornada com companheirismo, carinho e amizade.

Aos amigos de estágio que contribuíram bastante para meu aprendizado, Jéssica Anacleto, Júnior Neves, Giordano, Nielsen, Christian Ziegler (alemão), Daniele, Tácio, Yuri, Alan e em especial ao Engenheiro Civil Rodolfo Brayner. A todos meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

A competitividade do mercado globalizado e a busca constante das empresas em se destacarem frente aos seus clientes, oferecendo produtos de valor agregado e de preço competitivo frente aos seus concorrentes tem levado essas empresas a buscarem formas de inovação e aplicação de técnicas e métodos que agreguem aos seus sistemas de gestão e produção, oportunidades de reduzir seus custos, a fim de oferecer o melhor preço ou aumentar seu lucro. A filosofia do Sistema *Lean Construction* ou Construção Enxuta tem sido aplicada por empresas e alavancado constantes melhorias nos seus processos produtivos, através da eliminação de desperdícios. O trabalho tem como objetivo identificar os desperdícios encontrados na atividade de emboço interno em um canteiro de obras vertical e inter-relacioná-los utilizando a ferramenta de avaliação dos desperdícios *Rawabdeh*. Esta ferramenta coleta informações por meio de entrevistas com chefes e supervisores da produção, manutenção, logística e engenharia. Instrumento utilizado pelos gestores para melhor concentrar esforços e recursos para obter melhorias no processo produtivo.

Palavras-Chaves: Construção Enxuta. Construção Civil. Desperdícios. Ferramenta de Avaliação.

ABSTRACT

The competitiveness of the global market and the constant search of the companies stand out front of their customers by offering value added products and competitive with prices to its competitors has led these companies to seek ways of innovation and application of methods and techniques that add to their management and production systems, opportunities to reduce costs in order to offer the best price or increase your profit. The philosophy of Lean Construction System or Lean Construction it has been applied by companies and leveraged constant improvements in its production processes by eliminating waste the study aims to identify the waste found in the internal plaster activity on a construction vertical works and inter-relates them using the assessment tool of *Rawabdeh* waste. This tool collects information through interviews with managers and supervisors of the production, maintenance, logistics and engineering. Instrument used by managers to better focus efforts and resources to achieve improvements in the production process.

Key Words: Lean Construction. Construction. Waste. Assessment Tool.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Linha de montagem da <i>Ford Motor Company</i>	17
Figura 2 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção.....	19
Figura 3 - Processo de produção convencional baseado no modelo de conversão	36
Figura 4 - Modelo de processos na construção enxuta.....	37
Figura 5 - Exemplo de <i>Kanban</i>	38
Figura 6 - Estrutura metodológica.....	40
Figura 7 - Tabulação dos dados.....	41
Figura 8 - Empreendimento base do estudo	43
Figura 9 - Organograma Funcional	44
Figura 10 - Fluxograma <i>Kanban</i> da betoneira.....	47
Figura 11 - (a) Cartões de acordo com o tipo da atividade; (b) Cartão para emboço interno; (c) Gerenciador <i>Kanban</i>	48
Figura 12 - Marcador de Traços	48
Figura 13 - Processo de preparação da argamassa	52
Figura 14 - Traço para emboço interno	52
Figura 15 - Atividade de aplicação de emboço interno.....	53
Figura 16 - Elevador (cremalheira)	54
Figura 17 - Desperdício por Movimentação.....	55
Figura 18 - Materiais para serem transportados	56
Figura 19 - Emboço quebrado	57
Figura 20 - Instalação do gás.....	58
Figura 21 - Alturas das caixinhas	58
Figura 22 - Porta de correr.....	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ideias do sistema Ford e o STP	18
Quadro 2 - Desperdícios do Sistema Toyota de Produção.....	21
Quadro 3 - Causas e soluções para os tipos de desperdícios.....	28
Quadro 4 - Explicação da relação entre os desperdícios	30
Quadro 5 - Critérios para avaliar os pontos fortes das relações de desperdícios	32
Quadro 6 - Divisão das faixas e menção de relacionamentos entre os desperdícios	33
Quadro 7 - Matriz de relacionamento dos desperdícios (MRD)	34
Quadro 8 - Matriz de relacionamento dos desperdícios (MRD) e resultado final	34
Quadro 9 - Nova métrica para resultado final da MRD	35
Quadro 10 - Grau de importância.....	42
Quadro 11 - Pesos relacionados ao grau de importância	42
Quadro 12 - Matriz de Responsabilidades	45
Quadro 13 - Metragem dos apartamentos	49
Quadro 14 - Produtividade dos colaboradores	50
Quadro 15 - Remuneração dos colaboradores.....	51
Quadro 16 - Relacionamento direto dos desperdícios.....	60
Quadro 17 - Matriz de relacionamento dos desperdícios e resultados finais	60

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MHE - Equipamento de movimentação de Material

MRD - Matriz de relacionamento dos desperdícios

PCP - Planejamento e controle da produção

STP - Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivo Específico	14
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL	15
2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	16
2.3 ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	19
2.4 DESPERDÍCIOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	20
2.4.1 Definição de Desperdício	20
2.4.2 Tipos de Desperdícios	21
2.5 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO RAWABDEH	29
2.6 CONSTRUÇÃO ENXUTA	35
2.6.1 Conceitos básicos	36
2.7 PRODUTIVIDADE	37
2.8 <i>KANBAN</i>	37
2.9 ARGAMASSA	39
3 METODOLOGIA	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA OBJETO DE ESTUDO	43
4.2 O <i>KANBAN</i> E SUA INFLUÊNCIA NOS DESPERDÍCIOS DA ATIVIDADE DE EMBOÇO INTERNO	46
4.3 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS	51
4.4 MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS	59
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	65
ANEXO A - QUADRO QUE EXPLANA A RELAÇÃO ENTRE OS DESPERDÍCIOS	70

ANEXO B - QUESTIONÁRIO DE CRITÉRIOS PARA AVALIAR OS PONTOS FORTES RELAÇÕES DE DESPERDÍCIOS.....	71
ANEXO C - PONTUAÇÕES PARA CADA RELAÇÃO.....	72
APÊNDICE A - FICHA DE GERENCIAMENTO <i>KANBAN</i>.....	73
APÊNDICE B - PROGRAMAÇÃO DOS HORÁRIOS	74

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a Construção Civil vem se desenvolvendo, e para permanecer competitiva no mercado tem se adaptado às mudanças ocorridas. Logo, o setor da construção civil vem sentindo a necessidade de aprimorar seus processos construtivos e elevar a eficiência dos processos com relação à busca de inovações tecnológicas e de gestão, com o objetivo de diminuir os desperdícios e os custos e conseqüentemente aumentar a produtividade, através de novas filosofias de produção. A produção na construção civil é em grande escala, bem como na indústria automobilística, desse modo, existe a necessidade que sejam aplicados princípios para o gerenciamento dos processos produtivos (ALVES et al. 2012).

Por ser um setor tradicional a indústria da construção civil possui uma certa resistência às mudanças, desse modo aumenta a dificuldade de adequar o setor a filosofia “lean” nos canteiros de obra. A palavra “lean” significa “enxuto”, termo usado por pesquisadores nos anos 80 no intuito de propor um sistema de produção eficiente e maleável às mudanças ocorridas no mercado.

A filosofia da Construção Enxuta (*Lean Construction*) é baseada nos princípios da Produção Enxuta (*Lean Production*), onde prioriza a eliminação de atividades desnecessárias que não agregam valor ao fluxo de produção, e proporciona uma visão holística dos empreendimentos. Isto implica em maneiras de gerenciar a integração entre projeto e produção e a introdução de novas formas de racionalização da produção nos canteiros de obras. A construção enxuta originou-se da filosofia produção enxuta, filosofia esta, aplicada com muito sucesso no Japão, na década de 50, na fábrica da Toyota, gerando assim a denominação de Sistema Toyota de Produção (STP).

Koskela (2000) explica os conceitos tradicionais do sistema de produção e da construção, que apresentam um único objetivo final, a entrega do produto, a construção enxuta tem seus conceitos voltados a três objetivos principais: a entrega do produto, a maximização do valor e a redução do desperdício.

Conforme Koskela (1992) a nova filosofia de produção na Construção Civil, surge em contraponto à filosofia tradicional. Tem como um de seus marcos iniciais a publicação por Lauri Koskela, na Universidade de Stanford, U.S.A., em 1992, de um relatório técnico intitulado “*Application of the New Production Philosophy to Construction*”, onde foram lançadas as bases desta nova filosofia adaptada à construção civil. Esta nova filosofia tem como base o sistema Toyota, onde fala de mecanismos para a redução dos desperdícios

encontrados no canteiro de obras. Na construção civil uma característica marcante é o elevado percentual de desperdício. A falta de planejamento e gerenciamento, ou a improvisação dos mesmos, gera desperdício de materiais, de mão-de-obra e baixa produtividade. Para que essas perdas sejam evitadas é necessário racionalizar a construção substituindo práticas rotineiras e convencionais por processos sistemáticos (OYAMA e MOTA, 2010).

A construção enxuta tem como intuito eliminar as perdas no processo produtivo, contudo sua classificação e significado podem ter outra definição. Para Sterling e Boxall (2013) relatam que as atividades que não agregam valor ao produto, são denominadas perdas e classificadas em 07 (sete) tipos, tais como: por superprodução, por espera, por transporte, por processamento, por movimentação, por produtos defeituosos e por estoque.

Sabe-se que não é um processo simples identificar os desperdícios ou tarefas que não agregam valor ao produto final e inter-relacioná-los torna-se ainda mais complexo. O elevado número de fatores e sobreposições entre os diferentes processos podem gerar atividades que ocultem outras tarefas que estejam ligadas direta ou indiretamente com algum tipo de desperdício.

Contudo, a literatura abrange diferentes metodologias que identificam os desperdícios, no entanto, poucas destas metodologias falam do relacionamento existente entre eles e qual o impacto que cada um representa sobre os demais e assim reciprocamente. Mas, com exceção da ferramenta de análise proposta por Rawabdeh (2005). Esta ferramenta classifica a relação existente entre os tipos de desperdícios, contribuindo na eliminação dos mesmos, uma vez que o resultado da análise contribuirá como um indicador adequado para indicar as prioridades nos processos, tal como propor ferramentas capazes de reduzir ou sanar com os desperdícios.

A finalidade deste estudo é identificar os desperdícios encontrados na atividade de emboço interno utilizando a filosofia da construção enxuta em um canteiro de obras vertical e inter-relacioná-los através da ferramenta *Rawabdeh*, em uma empresa de médio porte, localizada na cidade de Campina Grande – PB.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar os desperdícios encontrados na atividade de emboço interno utilizando a filosofia da construção enxuta em um canteiro de obra vertical em Campina Grande-PB e inter-relacioná-los através da ferramenta *Rawabdeh*.

1.1.2 Objetivo Específico

- ✓ Identificar os desperdícios no ambiente da atividade utilizando a filosofia da construção enxuta;
- ✓ Analisar os desperdícios detectados;
- ✓ Correlacionar os desperdícios encontrados através da ferramenta *Rawabdeh*.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos que serão apresentados a seguir: o primeiro capítulo é a introdução onde descreve o problema os objetivos e a justificativa do trabalho; o segundo capítulo consta o referencial teórico, onde apresenta os conceitos com relação ao tema de estudo; o terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo; o quarto capítulo descreve os resultados e discussão e por fim, o quinto capítulo mostra as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL

O mercado da construção civil está bastante aquecido, permitindo que a estrutura do setor seja considerada relevante na economia e alcance *status* de setor chave em muitos planos de governo e programas de promoção da atividade econômica. Proporcionando o aumento da capacidade do índice de emprego, de produto e de renda, seja a curto ou médio prazo, pois sua capacidade de absorver mão de obra é muito alta. Isto diminui significativamente as taxas de desemprego no momento em que a economia não anda bem.

A indústria da construção civil é um setor da economia com características particulares nos seguintes aspectos: no seu produto, na organização da sua produção. Formoso (2000) explica que o produto da construção é o resultado do esforço em criar estruturas capazes de suportar o desenvolvimento material da sociedade, e a organização da produção apresenta características ligadas ao tamanho, número e forma como são gerenciadas as empresas, como também elementos de bases tecnológicas relativas a materiais, equipamentos e mão de obra, de forte influência cultural.

Segundo Oliveira (2012), a Construção Civil destaca-se como atividades produtivas da construção que envolve a instalação, reparação, equipamentos e edificações de acordo com as obras a serem realizadas. O Código 45 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) do IBGE pautam as atividades da construção civil como as atividades de preparação do terreno, as obras de edificações e de engenharia civil, as instalações de materiais e equipamentos necessários ao funcionamento dos imóveis e as obras de acabamento, contemplando tanto as construções novas, como as grandes reformas, as restaurações de imóveis e a manutenção corrente.

As atividades produtivas de uma construção civil precisam ser planejadas e bem gerenciadas para que não apresente problemas ao decorrer das mesmas. De acordo com Oyama (2010) e Mota (2010) a falta de planejamento e gerenciamento, ou a improvisação dos mesmos, gera desperdício de materiais, de mão-de-obra e baixa produtividade. Para que essas perdas sejam evitadas é necessário racionalizar a construção substituindo práticas rotineiras e convencionais por processos sistemáticos. Portanto, as empresas têm buscado novas filosofias de trabalho, práticas de gestão e técnicas, no intuito de reduzir custos, desperdícios, aumentar a produtividade, qualidade e se tornar mais competitivas.

Na década de 90 iniciou-se no Brasil um movimento pelo desenvolvimento de programas visando a implementação de sistemas de qualidade total na indústria da construção civil, buscando métodos que possibilitam a melhoria da produtividade, da qualidade e da capacidade de atender às necessidades dos clientes, no intuito de se tornarem mais competitivas as empresas (LORENZON E MARTINS 2006).

Cruz (2002), afirma que neste mesmo período, alguns estudos e publicações evidenciavam que a indústria da construção civil brasileira era muito atrasada quando comparada com outras indústrias, pois produzia com a geração de muito desperdício. Foi então que inúmeras pesquisas foram feitas sobre o desperdício de materiais na construção civil, surgindo assim uma nova filosofia de produção, a construção enxuta (*Lean Construction*).

A construção enxuta (*Lean Construction*) originou-se da filosofia produção enxuta (*lean production*), filosofia esta, que Ghinato (2000) afirma ter sido aplicada com muito sucesso no Japão, na década de 50, na fábrica da Toyota, gerando assim a denominação de Sistema Toyota de Produção.

2.2 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Womack e Jones (2010) definem STP como uma abordagem que busca uma forma melhor de organizar e gerenciar os relacionamentos de uma empresa com seus clientes, cadeia de fornecedores, desenvolvimento de produtos e operações de produção, segundo a qual é possível fazer cada vez mais com a redução de equipamento, esforço humano e tempo, etc.

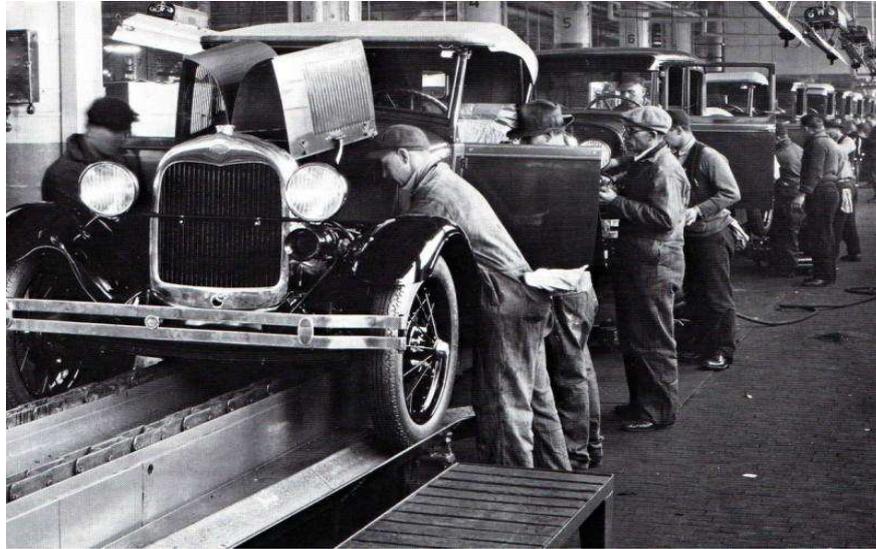
Já Slack (2002) define o STP como uma filosofia de manufatura, conjunto de ferramentas e de técnicas, permitindo uma visão clara, que pode ser utilizada para guiar as ações dos gerentes de produção na execução de diferentes atividades em diferentes contextos. Ao mesmo tempo, uma coleção de ferramentas e técnicas, as quais fornecem as condições operacionais necessárias para suportar essa filosofia.

O sistema Toyota de produção também conhecido como Produção enxuta, foi desenvolvida por Eiji Toyoda e Taiichi Ohno baseado nas técnicas de Henry Ford e Frederick Taylor.

Segundo Womack et al (2004) Henry Ford criou em 1914 o sistema Fordismo baseado numa linha de montagem, aplicando os princípios de padronização e simplificação de Frederick Taylor na sua indústria de automóvel, de nome *Ford Motor Company* este modelo

fordismo (produção em massa) revolucionou a indústria automobilística na primeira metade do século XX. A figura 1 mostra a linha de montagem do sistema Ford.

Figura 1 - Linha de montagem da *Ford Motor Company*



Fonte: Gounet (1999)

O sistema tinha como objetivo reduzir ao máximo os custos de produção tornando o produto mais barato, vender para o maior número possível de clientes.

Conforme Gounet (1999) dentro deste sistema de produção, uma esteira rolante conduzia o produto e cada funcionário executava uma pequena etapa. Logo, os funcionários não precisavam sair do seu local de trabalho, resultando numa maior velocidade de produção. Também não era necessária utilização de mão-de-obra qualificada, pois cada trabalhador executava apenas uma pequena tarefa dentro de sua etapa de produção.

De acordo com Bihl (2012) o sistema Ford limitava conhecimento do operário a função, não tendo nenhuma noção da compreensão do todo, causando uma alienação psicológica no indivíduo, sem contar os problemas físicos ocasionados pela excessiva repetição da mesma atividade inúmeros vezes ao dia.

Toyoda e Ohno, visitando a *Ford Motor Company*, observaram o principal problema do modelo ford, o desperdício de recursos(esforço humano, materiais, espaço e tempo) esses vistos da seguinte forma:qualquer ineficiência que leva ao uso de equipamentos, materiais e mão-deobra em quantidades maiores do que as necessárias para a produção de um produto, desperdício de materiais quanto execução de tarefas desnecessárias que levam a custos adicionais e a atividades que não agregam valor.

Através dessa observação surgiram os elementos básicos do sistema toyota de produção, tendo como princípio conforme Maximiano (2005) a eliminação de desperdícios e fabricação com qualidade. Além desses dois princípios existe o terceiro que é essencial para o bom funcionamento dos dois primeiro que se trata do envolvimento dos colaboradores.

Slack (2002) considera esse terceiro elemento como a filosofia do STP. Ao transferir, ao máximo, tarefas e responsabilidades para os colaboradores que agregam valor ao produto e, possuir um sistema que detecte defeitos e suas causas assim que eles ocorram e produzir na quantidade e momento certo são algumas das ações que tornam uma empresa verdadeiramente enxuta (WOMACK; JONES, 2010).

Contudo Shingo (2013) explica que o sistema de produção e gerenciamento desenvolvido na Toyota foi resultado de esforços de tentativas e erros para competir com a produção em massa já estabelecida nas indústrias de automóvel americanas e europeias. O Quadro 1 faz alusão das ideias do sistema Ford (ocidentais) e STP (orientais).

Quadro 1 - Ideias do sistema Ford e o STP

Ideias Ocidentais	Ideias Orientais
Estruturas organizacionais burocratizadas, divisionalizadas e hierárquicas.	Administração enxuta, empresa enxuta.
Controle da qualidade.	Círculos da qualidade, aprimoramento contínuo.
Alto luxo e alto preço.	Alta qualidade e baixo preço.
Ford, General Motors, General Electric	Toyota , Mitsubishi, Nissan.

Fonte: Slack (2002)

Tendo em vista a redução dos desperdícios como a principal característica do STP, Toyoda e Ohno apresenta uma busca incessante pela descoberta das causas reais dos problemas. Womack, *et al.* (1990) afirma que os mesmos levaram mais de vinte anos para implantar este conjunto completo de ideias dentro do STP. No final eles obtiveram sucesso, trazendo melhorias relevantes na produtividade, na qualidade do produto e na capacidade de resposta a mudanças do mercado.

2.3 ESTRUTURA DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Segundo Ghinato (2000), o Sistema Toyota de Produção se alicerça sobre uma base que é a busca pela eliminação de perdas e sobre dois pilares de sustentação.

Figura 2 - Estrutura do Sistema Toyota de Produção



O sistema Toyota de produção é sustentado por dois pilares, o *Just-in-Time* e *Jidoka*. Para melhor entendimento, o pilar *jidoka* está para garantir a qualidade dos produtos, assim como o pilar *just in time* está para a reduzir o tempo de produção. Esses dois pilares estão apoiados sobre uma base formada pelo *heijunka* ou nivelamento da produção, pelas operações padronizadas e pelo *kaizen* ou processo de melhoria contínua, que por sua vez, se apoia em uma segunda base chamada de estabilidade, e outros componentes essenciais do sistema.

Com este modelo, o objetivo é atender da melhor maneira possível às necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços de alta qualidade, ao menor custo e no menor tempo de fabricação possível (*lead time*). Além disso, proporcionando um ambiente de trabalho onde os gestores se preocupam com a segurança e moral dos funcionários.

Este modelo oferece um elevado grau de competitividade para as empresas, por ser um sistema que desencadeou estratégias, na qual permitiu uma análise mais detalhada das atividades de um processo, sendo possível identificar as diferenças entre os desperdícios, consequentemente introduzindo o aumento da produtividade.

De acordo com Corrêa (2009) o STP tem como objetivos operacionais fundamentais a qualidade e a flexibilidade. Para atingir esses objetivos estabelece metas de gestão acima de qualquer outra: a melhoria contínua e o ataque incessante aos desperdícios.

Dessa forma, para obter melhorias em um sistema produtivo é necessário detectar os desperdícios atuantes em tal sistema, de forma a analisar todas as atividades envolvidas no processo, possibilitando a redução dos mesmos, gerando assim um alto grau de competitividade.

Para Ohno (2007) e Slack *et al.* (2002), o primeiro passo para eliminar os desperdícios é identificá-los. Desta forma o Sistema Toyota de produção identificou sete grandes desperdícios nas quais acredita serem aplicáveis tanto para manufatura quanto para serviços.

2.4 DESPERDÍCIOS DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

2.4.1 Definição de Desperdício

De acordo com Campos (2012) o desperdício é todo e qualquer recurso que se gasta na execução de um produto ou serviço, além dos materiais necessários (Matéria-prima, equipamentos, tempo, energia, etc.). É uma despesa extra que aumenta os custos normais do produto ou serviço, sem trazer qualquer tipo de melhoria para o cliente.

Já Brimson (2006) defini desperdício da seguinte forma:

[...] diz que os desperdícios são constituídos pelas atividades que não agregam valor e que resultam em gastos de tempo, dinheiro, recursos, além de adicionarem custos desnecessários aos produtos. São as atividades que não agregam valor que podem ser eliminadas sem que haja deterioração no desempenho da empresa (custo, função, qualidade e valor agregado).

Ohno (2007) explica que o desperdício pode torna-se um círculo vicioso, onde o desperdício gera desperdício e se oculta por todo o processo produtivo. Os gestores da produção devem ter uma compreensão completa sobre o que é desperdício e as suas distintas causas, pois a sua redução promove custos baixos pela redução de força de trabalho e dos estoques, tonando clara a real disponibilidade de instalação e equipamentos. Contudo, muitas vezes, os desperdícios não são facilmente notados, pois se tornaram aceitos como consequência natural da rotina de trabalho.

Desde modo, para encontrar os supostos desperdícios impactantes em uma produção é necessária uma análise minuciosa de todas as atividades agregadas ao processo, e a compreensão dos tipos e causas dos desperdícios, proporcionando assim a redução dos mesmos e acarretando melhorias para o processo como um todo.

2.4.2 Tipos de Desperdícios

Segundo Corrêa e Giansesi (2003) os desperdícios podem ser classificados em sete categorias, superprodução, espera, transporte, processo, produto defeituoso, estoque, movimentação.

No Quadro 2 serão apresentados cada um desses desperdícios e suas respectivas particularidades.

Quadro 2 - Desperdícios do Sistema Toyota de Produção

DESPERDÍCIOS	
Superprodução	Produzir mais do que é necessário para o próximo processo na produção é a maior das fontes de desperdício, segundo os princípios do sistema Toyota. Este tipo de perda é mais danoso, porque tem a tendência de esconder as demais.
Espera	Perda por espera refere-se ao material que está esperando para ser processado, formando filas e que visam garantir altas taxas de utilização de equipamentos. Havendo lotes maiores haverá formação de filas para o processamento do material nas operações subsequentes.
Transporte	A atividade de transporte e movimentação de materiais de um lado para o outro é vista como perda por não agregar valor ao produto, mas é necessária devida a restrições de processo e instalações, que impõem grandes distâncias a serem percorridas entre o material durante o processo.
Processo	Pode haver perdas no próprio processo produtivo que podem ser eliminadas através de questionamentos como e porque determinado componente deve ser feito, qual sua função no produto, porque esta etapa no processo é necessária.
Produto Defeituoso	Este tipo de perda está ligado diretamente a problemas de qualidade que geram os maiores desperdícios no processo. A produção de produtos defeituosos significa desperdício de disponibilidade de mão de obra, materiais, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem entre outros.
Estoque	O desperdício de estoque deve ser eliminado pelas causas geradoras e acrescenta que esse desperdício além de ocultar outras perdas significa 20 desperdícios de investimento e espaço. Eliminando todos os outros desperdícios reduz-se por consequência o desperdício de estoque.

Quadro 2 - Desperdícios do Sistema Toyota de Produção (Continuação)

DESPERDÍCIOS	
Movimentação	O desperdício por movimentação desnecessária está presente nas mais diversas operações que se executam. A economia nos movimentos aumenta a produtividade e reduz os tempos associados ao processo produtivo.

Fonte: Corrêa e Giansi (2003)

- **Superprodução**

Segundo Ghinato (2000), de todos os sete desperdícios, o proveniente de superprodução é o mais danoso. Ele tem a propriedade de esconder os demais desperdícios e é o mais difícil de ser eliminado. Está relacionado ao fato de se produzir mais do que o requerido pela demanda dos clientes ou por produzir em um ritmo acima do necessário, gerando custos desnecessários, tais como: mais funcionários, mais máquinas, mais peças e materiais, mais despesas com energia, etc. Existem dois tipos de desperdícios por superprodução:

- ✓ Desperdícios por Superprodução por Quantidade - É a perda por produzir além do volume programado ou requerido (sobram peças/produtos).
- ✓ Desperdícios por Superprodução por Antecipação - É a perda decorrente de uma produção realizada antes do momento necessário, ou seja, as peças/produtos fabricadas ficarão estocadas, aguardando a ocasião de serem consumidas ou processadas por etapas posteriores.

A superprodução tende a esconder problemas de produção ou defeitos e produções ineficientes. Dennis (2008) diz que a produção em excesso dá origem a outros desperdícios:

Trabalhadores ocupados produzindo coisas que ninguém pediu.

- ✓ Espera, relacionada a grandes lotes.
- ✓ Transporte de produtos finais desnecessários, que precisam ser levados para um depósito.
- ✓ Dificuldade em detectar precocemente defeitos em função dos grandes lotes.
- ✓ Aumento de estoques que geram, também, imobilização do capital antes do tempo e aumento de despesas financeiras.
- ✓ Necessidade de utilização de maior espaço, o que exige ampliação das instalações.
- ✓ Desmotivação das equipes quanto à produtividade.

- ✓ Compras de materiais ou componentes em duplicidade.
- ✓ Danos aos produtos e materiais armazenados.
- ✓ Gastos em excesso com energia e utilidades.

A superprodução geralmente dá a impressão de que todos estão ocupados, trabalhando e que as atividades fluem normalmente, mas isso é uma ilusão, pois elevados volumes distorcem a verdade e mascaram os problemas que podem vir à tona, quando os excessos são eliminados.

- **Processamento**

O excesso de processamento está relacionado ao fato de acrescentar ao processo mais trabalho ou esforço do que o requerido pelas especificações dos clientes. São parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço. Também se classificam como desperdícios no próprio processamento, situações em que o desempenho do processo encontra-se aquém da condição ideal, como por exemplo, a baixa velocidade de corte de um torno devido a problemas de ajuste ou de manutenção; o número de figuras estampadas em uma chapa metálica menor do que o máximo possível devido a um projeto inadequado de aproveitamento de material, etc. (GHINATO, 2000).

A tarefa de produção deve começar com uma tentativa consciente de definir precisamente o valor do produto, em termos específicos, a fim de eliminar os esforços desnecessários dentro do processamento.

Um ponto importante na avaliação do processamento é a utilização de ferramentas de previsão para analisar modos e efeitos de falha potenciais no produto e no processo. Esse tipo de posicionamento garante a qualidade do produto final.

- **Estoque**

Ghinato (2000) define o desperdício associado ao estoque como sendo a perda sob a forma de armazenamento de matéria-prima, material em processamento ou produto acabado. Quando ocorre excesso de fornecimento de peças entre os processos, ou muitas peças (matéria-prima, componentes, etc.) são entregues pelos fornecedores, com o intuito de abastecer a fábrica, ocorre o que se chama de acúmulo de estoque, o que exige capital de giro

para sua manutenção, gerando custos e caracterizando imobilização de capital, ou seja, desperdício. Quanto maior o estoque, maior o desperdício.

Normalmente os estoques são uma mera garantia contra emergências, mas quando são grandes aumentam o custo de estocagem e ainda ocupam áreas maiores da empresa, gerando um custo adicional pela sua ocupação.

Outro problema encontrado nas empresas com grandes estoques é que essa característica esconde a realidade das organizações, dificultando cada vez mais a identificação dos problemas existentes e, conseqüentemente, a sua eliminação. Quando ocorrem problemas com as peças de fornecedores, também fica mais difícil identificar a verdadeira causa do problema, para que ações corretivas sejam iniciadas (FERREIRA, 2004).

Estoque excessivo de materiais é desperdício, pois há produção além do necessário, o que gera lotes (estoques) intermediários, devido à inexistência de um fluxo contínuo.

- **Transporte, Movimentação de material**

De acordo com Dennis (2008), transportar é somente uma movimentação de produtos, o que não contribui diretamente para o valor agregado destes, porém é um desperdício necessário, pois os materiais e produtos semi-acabados precisam ser movimentados dentro da fábrica. O transporte deve ser evitado, a menos que seja utilizado para o fornecimento da quantidade certa de materiais necessários, na hora certa, no lugar certo, de acordo com a solicitação. Segundo Ghinato (2000), o desperdício no transporte inclui os desperdícios em grande escala causados pelo *layout* ineficiente no local de trabalho, equipamentos excessivamente grandes ou produção tradicional por lotes. Como ele não agrega valor, pode ser encarado como um desperdício que deve ser minimizado.

Segundo Dennis (2008), produzir lotes menores e colocar os processos mais próximos entre si pode reduzir o desperdício de transporte. Sendo assim, as melhorias mais significativas em termos de redução dos desperdícios por transporte são aquelas obtidas através de alterações de *layout* que dispensem ou eliminem as movimentações de material. Muitos processos são concebidos com distâncias definidas entre máquinas, o que ajuda o uso de lotes de produção.

A movimentação desses lotes força o operador, frequentemente, a deixar seu posto de trabalho para mover essas peças, o que é uma forma de desperdício. Ao se planejar e projetar

estações de trabalho, é necessário que se observe o arranjo, que deverá ser o mais próximo possível das operações simultâneas requeridas pelos lotes.

- **Peças defeituosas, ou Produtos defeituosos**

Ghinato (2000) afirma que o desperdício por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da geração de produtos que apresentem alguma de suas características fora de uma especificação ou padrão estabelecido e que, por esta razão, não satisfazem os requisitos de uso. Dennis (2008) amplia essa definição de desperdício quando qualifica o desperdício não só como a perda de material, mas de tempo e energia envolvidos na produção e consertos de defeitos. Os produtos devem ser manufaturados de forma correta, logo na primeira vez; caso contrário, serão adicionadas tarefas desnecessárias para sua finalização, que demandam, adicionalmente, energia, tempo de equipamento, mão-de-obra e outros que acrescentarão custos desnecessários para a correção do defeito encontrado.

Considerando esse ponto de vista, pode-se dizer que correção é um fator de desperdício grave, pois a mesma pode gerar retrabalho custo de recuperação ou mesmo a perda total do esforço e material, além do elevadíssimo risco de perder clientes (FERREIRA, 2004).

Muitas vezes um problema é corrigido, porém não tem sua causa eliminada, o que significa a possibilidade de problemas futuros dentro da própria planta, com operações subsequentes, assim como risco de falhas no cliente final. Por essa razão esse desperdício deve ser tratado com elevado grau de importância.

- **Tempo de espera**

Segundo Ghinato (2000), o desperdício com o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processamento, transporte ou inspeção está sendo executado. O lote fica parado, à espera de sinal verde, para seguir em frente no fluxo de produção. Esse tempo de parada constitui um desperdício, refere-se, tanto à matéria-prima, quanto aos produtos semi-acabados que esperam pelo processo seguinte, assim como o acúmulo de estoques excessivos a serem entregues.

Ghinato (2000) destaca basicamente três tipos de desperdícios por espera:

- ✓ Desperdício por Espera no Processo: O lote inteiro aguarda o término da operação que está sendo executada no lote anterior, até que a máquina, dispositivos e/ou operadores

estejam disponíveis para o início da operação (processamento, inspeção ou transporte). As esperas de processos também podem estar relacionadas às taxas de defeitos superestimadas, causando a espera do processamento do excedente, ou, devido à antecipação da programação, os estoques intermediários podem ser gerados por desbalanceamento, para a absorção de quebras, refugos e para segurança gerencial (FERREIRA, 2004).

- ✓ Desperdício por Espera do Lote: É a espera a que cada peça componente de um lote é submetida até que todas as peças do lote tenham sido processadas para, então, seguir para o próximo passo ou operação, por exemplo: quando um lote de 1000 peças está sendo processado e a primeira peça, após ser processada, fica esperando as outras 999 peças passarem pela máquina para poder seguir no fluxo com o lote completo. Esta perda é imposta sucessivamente a cada uma das peças do lote. Supondo que o tempo de processamento na máquina M seja de 10 segundos, a primeira peça foi obrigada a aguardar pelo lote todo por 2 horas e 47 minutos (999 pçs. x 10 segundos) desnecessariamente (GHINATO, 2000).
- ✓ Desperdício por Espera do Operador: Trata-se da ociosidade gerada quando o operador é forçado a permanecer junto à máquina, de forma a acompanhar/monitorar o processamento do início ao fim, ou devido ao desbalanceamento de operações (INVERNIZZI, 2006). Enquanto o operador assiste ao trabalho da máquina, ele não tem possibilidade de fazer outra atividade; conseqüentemente, não agrega valor. Esse tipo de desperdício é literalmente um "tempo morto" (FERREIRA, 2004). Em algumas organizações, ocorre frequentemente a utilização de operadores em ciclos automáticos, que acompanham o funcionamento da máquina sem desenvolverem atividades paralelas durante o tempo de processamento do equipamento. São necessários, portanto, estudos que possibilitem a menor intervenção possível do homem na operação, visando ao seu melhor aproveitamento durante o tempo de processamento do equipamento que opera. Para esses casos devem ser sempre utilizados conceitos de fluxo contínuo de fabricação, fazendo-se uso do bom senso, da lógica, criatividade e iniciativa, para o desenvolvimento de métodos eficazes (FERREIRA, 2004).

- **Movimentação de pessoal ou excesso de movimento**

Para Ghinato (2000), os desperdícios por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação,

envolvendo tanto movimento humano quanto mecânico. O desperdício de movimento humano está relacionado à ergonomia do local de trabalho, e os mecânicos por sua vez, são desperdícios resultantes de equipamentos posicionados muito distantes. Ainda segundo Ghinato (2000), os movimentos dos operadores devem ser planejados de forma ergonômica, para evitar lesões e perdas de produtividade, que são ocasionadas pelo estresse físico e até mesmo mental. Quando movimentos desnecessários são analisados, revisa-se não somente o valor agregado, como também o método de trabalho operacional, visando à não sobrecarga do operador, devido aos fatores que provocam esforços repetitivos.

Este tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e métodos. Quando os movimentos de um operador são observados, pode-se comparar e analisar o valor agregado e o valor não agregado. Em um acompanhamento de estudo de tempos e métodos, é possível observar movimentos que podem ser agrupados, melhorados ou até mesmo eliminados, por meio de ações simples, como, por exemplo, a melhor disposição física da estação de trabalho (GHINATO, 2000).

De acordo com Shingo (2013), ações desse tipo podem ser implementadas, tanto no processo de fabricação, como nas operações. Quando o método de trabalho não é adequado, as pessoas acabam trabalhando além do necessário, o que resulta em menor produtividade.

As movimentações dentro do setor produtivo devem ser aquelas que são necessárias para o processamento de atividades. A racionalização dos movimentos nas operações é obtida também através da mecanização de operações, transferindo para as máquinas atividades manuais realizadas pelo operador. Contudo, vale alertar que a introdução de melhorias nas operações via mecanização é recomendada somente após terem sido esgotadas todas as possibilidades de melhorias na movimentação do operário e eventuais mudanças nas rotinas das operações (SHINGO, 2013).

Existe mais um desperdício com grande importância, é o desperdício da criatividade dos colaboradores que atuam diretamente na produção. Geralmente, esses colaboradores não são envolvidos ou ouvidos nos processos de melhoria (LIKER, 2004).

Para Antunes (1998), a consequência dos desperdícios se trata da falta de planejamento, do mau-gerenciamento de pessoal, de falta de um método de trabalho padronizado e de uma grande desorganização nesse trabalho acarretando assim em perdas de produtividade.

Compreendendo os fundamentos do sistema Toyota de produção e as fundamentações que envolvem o conceito das sete perdas, têm-se condições de avaliar o estágio atual da

empresa no que diz respeito a este fundamento e de identificar e propor soluções que eliminem estes efeitos indesejáveis.

Nazareno (2003) explica algumas causas e suas possíveis soluções atreladas a cada desperdício apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Causas e soluções para os tipos de desperdícios

Desperdícios	Possíveis Causas	Possíveis Soluções
Superprodução	Áreas grandes de depósitos.	Reduzir o setup
	Custos elevados de transporte.	Fazer só o necessário
	Falhas de PCP.	Puxar a produção
Espera	Espera por materiais	Sincronizar o fluxo de material
	Espera por informações	Balancear a linha com trabalhadores flexíveis
	Layout inadequado.	Realizar manutenção preventiva
	Imprevistos da produção	
Transporte	Layout inadequado.	Projetar layout para minimização do transporte.
	Lotes grandes.	Reduzir movimentação de materiais
	Produção com grande antecedência.	
Processo	Ferramentas e dispositivos inadequados	Analisar e padronizar processos
	Falta de padronização	
	Material inadequado	Garantir a qualidade do material das ferramentas e dos dispositivos.
	Erros ao longo dos processos	
Produto Defeituoso	Processos com fabricação inadequada	Utilizar mecanismo de prevenção de falhas
	Falta de treinamento	Não aceitar defeitos
	Matéria-prima defeituosa	
	Itens perdidos	

Quadro 3 - Causas e soluções para os tipos de desperdícios
(Continuação)

Estoque	Aceitar superprodução	Sincronizar o fluxo
		Reduzir setups
	Produto obsoleto	Reduzir lead times
		Realizar a produção acompanhando a demanda
Grande flutuação da demanda	Promover a utilização de projeto modular dos produtos	
	Reduzir os demais tipos de produto	
Movimentação	Layout inadequado	Realizar estudos de movimentos
	Padrões inadequados de ergonomia	Reduzir deslocamentos
	Controle inadequado de peças, matéria-prima, material de consumo, ferramentas e dispositivos.	Adotar sistemas de controle pertinentes.

Fonte: Adaptado por Nazareno (2003)

O processo de identificação dos desperdícios em um processo produtivo não é uma tarefa fácil, pois o grande número de parâmetros e sobreposições entre os diferentes processos pode causar atividades capazes de ocultar outras atividades relacionadas direta ou indiretamente a desperdícios.

A eliminação desses desperdícios é uma parte essencial de um sistema de produção, o STP, onde já foi mencionado.

Embora indústrias japonesas tenham alcançado um sucesso na aplicação deste conceito, ainda existe uma ausência de metodologias capazes de identificar o ponto de partida para a atuação na eliminação dos desperdícios. Existem algumas ferramentas, porém poucas ainda, que podem nortear esse processo. Desta forma, a ferramenta atuante nesse seguimento, utilizada no presente estudo canteiro de obra vertical, se trata da ferramenta *Rawabdeh*.

2.5 INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO RAWABDEH

Esta ferramenta de avaliação de desperdícios permite identificar como cada um dos sete tipos de desperdícios impacta ou é impactado pelos os demais. Com a identificação dos principais desperdícios, isso proporciona informações relevantes para a tomada de decisão na busca de melhorias e redução dos desperdícios.

Todos os tipos de desperdícios são interdependentes, existindo algum tipo de influência sobre os outros ou é influenciado pelos demais.

O instrumento de avaliação dos desperdícios proposto por Rawabdeh, (2005) articula a definição de cada tipo de desperdícios e suas inter-relações, conforme o Quadro 4.

- ✓ O: Superprodução (*Over-production*);
- ✓ I: Excesso de estoque (*Inventory*);
- ✓ D: Defeito (*Defects*);
- ✓ M: Excesso de movimento (*Movement*);
- ✓ P: Excesso de processamento (*Process*);
- ✓ T: Excesso de transporte (*Transportation*);
- ✓ W: Excesso de tempo de espera (*Waiting*).

A cada relacionamento foi atribuído o símbolo de sublinhado “_” por exemplo, O_I indica o efeito do excesso de produção ao excesso do estoque.

Quadro 4 - Explanação da relação entre os desperdícios

Superprodução – (Chefe de Produção)	
O_I	O excesso de produção consome e necessita de grandes quantidades de matérias-primas que causam estocagem de matérias-primas, de fluxo de produção e de mais trabalho no processo, consumindo espaço no chão de fábrica, sendo considerados como forma temporária de um inventário que não tem nenhum cliente (processo) que possa encomendá-lo.
O_D	Quando o operador está produzindo mais, a sua preocupação com a qualidade das peças produzidas irá diminuir, devido ao sentimento de que existem materiais suficientes para substituir os defeituosos.
O_M	Excesso de produção leva a comportamentos não-ergonômicos, e resulta em métodos não-padronizados de trabalho com uma quantidade considerável de perdas de movimento.
O_T	Excesso de produção leva a um elevado esforço de transporte para acompanhar o fluxo de materiais excedentes.
O_W	Quando ao produzir mais, os recursos serão reservados por tempos mais longos, dessa forma outros clientes esperaram e filas maiores começam a formar-se.

Quadro 4 - Explanação da relação entre os desperdícios (Continuação)

Inventário – (Chefe de Logística)	
I_O	Os níveis mais elevados de matérias-primas nos estoques podem estimular os trabalhadores a trabalhar mais, de modo a aumentar a rentabilidade da empresa.
I_D	O aumento do inventário e material em processo irá aumentar a probabilidade de se tornar à produção defeituosa devido à falta de preocupação e condições inadequadas de armazenamento.
I_M	O aumento do inventário irá aumentar o tempo para pesquisa, seleção, acesso, manuseio e de movimentação.
I_T	O aumento do inventário às vezes bloqueia os corredores disponíveis, tornando a atividade produtiva de transporte mais demorado.
Defeitos – (Supervisor de Qualidade)	
D_O	A atividade de excesso de produção aparece, a fim de superar a falta de peças e devido à presença de defeitos.
D_I	Produção de peças defeituosas que precisavam ser retrabalhadas significa que o aumento dos níveis de material em processo existe na forma de inventário.
D_M	Produzir defeitos aumenta o tempo de procura, seleção e inspeção de peças, para não mencionar que são criados retrabalhos necessitando treinamento e habilidades mais elevadas. Padronizar os métodos selecionar os defeitos perda de movimentação em procurar o defeito.
D_T	Movimentar as peças defeituosas para estação de retrabalho aumenta a intensidade de transporte (fluxo de retorno), ou seja, desperdício de atividade de transporte.
D_W	Retrabalho reservará um local de trabalho para que as peças novas aguardem ser processadas.
Movimento – (Supervisor da Engenharia)	
M_I	Métodos de trabalho não padronizados levam a uma grande quantidade de trabalho em processo, fluxo descontínuo.
M_D	A falta de treinamento e de padronização significa que a percentagem de defeitos aumentará.
M_P	Quando os trabalhos não são padronizados, o processamento de perdas aumentará devido à falta de compreensão da capacidade e tecnologia disponível.
M_W	Quando os padrões não estão definidos, o tempo vai ser consumido na busca, apreensão, em movimento, montagem, o que resulta em um aumento de peças esperando peças.
Transporte – (Chefe de Logística)	
T_O	Os itens são produzidos mais que o necessário com base na capacidade do sistema de manuseio de modo a minimizar custos de transporte por unidade (lotes).
T_I	Número insuficiente de equipamento de movimentação de material (MHE) conduz a um maior inventário que pode afetar outros processos.
T_D	MHE desempenha um papel importante no transporte das perdas. MHE não adequado pode, por vezes, danificar os itens tornando-os defeituosos.
T_M	Quando os itens são transportados em qualquer lugar, isto significa uma maior probabilidade de perda de movimento, apresentado pela dupla movimentação e procura.
T_W	Se MHE é insuficiente, isto significa que itens permanecerão ociosos, aguardando ser transportado.

Quadro 4 - Explanação da relação entre os desperdícios (Continuação)

Processo – (Chefe da Manutenção)	
P_O	A fim de reduzir o custo de uma operação por máquina/ tempo, as máquinas são forçadas a operar em tempo/turno integral, que acabou por resultar em excesso de produção.
P_I	A combinação de operação em uma célula irá resultar a diretamente na diminuição do material em processo devido à eliminação dos estoques intermediários.
P_D	Se as máquinas não forem devidamente realizadas a manutenção defeitos serão produzidos.
P_M	Novas tecnologias de processos que carecem de treinamento criam desperdícios de movimento de pessoal.
P_W	Quando a tecnologia usada é inadequada, os tempos de preparação de máquina e tempos repetitivos de parada levarão um tempo maior de espera.
Espera – (Chefe de Produção)	
W_O	Quando uma máquina está esperando porque o seu fornecedor está servindo outro cliente, esta máquina pode, por vezes, ser obrigada a produzir mais, apenas para mantê-la em funcionamento.
W_I	A espera significa mais do que itens necessários em um determinado ponto, se eles forem materiais em processo.
W_D	Itens em espera podem causar defeitos devido a condições inadequadas.

Fonte: adaptado de Rawabdeh (2005)

O estudo adota que estas relações não possuem pesos iguais, a atribuição de peso é justificada pela necessidade de saber que tipo de desperdício contribui mais nas atividades de uma organização.

O critério estabelecido quantifica a força da relação direta e avalia os pontos fortes ou não, baseados em um questionário simples e objetivo, constituído de seis questões com pesos específicos variando de zero a quatro, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 - Critérios para avaliar os pontos fortes das relações de desperdícios

Perguntas	Peso
(1) Produz j^i	
Sempre	4
Às vezes	2
Raramente	0
(2) Qual é o tipo de relacionamento entre i e j	
i aumenta a medida que j aumenta	2
Com o aumento de i o j permanece constante	1
É aleatório, depende da condição	0
(3) O efeito da j devido a i	
Aparece direta e claramente	4
Precisa de tempo para aparece	2
Muitas vezes não aparece	0

Quadro 5 - Critérios para avaliar os pontos fortes das relações de desperdícios (Continuação)

(4) A eliminação do efeito de i sobre j é obtida por:	
Engenharia e Métodos	2
Simple e direto	1
Treinamento	0
(5) O efeito de j devido ao i, influências principais:	
Qualidade dos produtos	1
Produtividade dos recursos	1
Tempo	1
Qualidade e Produtividade	2
Produtividade e Tempo	2
Qualidade e Tempo	2
Qualidade, Produtividade e Tempo	4
(6) Com que grau o efeito de i sobre j aumenta o tempo de fabricação?	
Alto grau	4
Médio grau	2
Baixo grau	0

Fonte: Rawabdeh (2005)

A coleta de dados é consolidada em uma matriz, denominada matriz de relacionamento entre os desperdícios (MRD), que demonstra a porcentagem de impacto que os desperdícios causam uns sobre os outros.

Rawabdeh (2005) relaciona os tipos de desperdícios abordando o efeito de cada um sobre os demais. A divisão em faixas e a menção destes relacionamentos, conforme o Quadro 6, utiliza uma escala variando de absolutamente importante a não importante.

Quadro 6 - Divisão das faixas e menção de relacionamentos entre os desperdícios

Faixa	Tipo de relacionamento	Menção
17 a 20	Absolutamente importante	A
13 a 16	Muito importante	E
9 a 12	Importante	I
5 a 8	Pouco importante	O
1 a 4	Não importante	U

Fonte: Rawabdeh (2005)

A medição de análise do critério foi organizada em uma matriz intitulada matriz de relacionamento dos desperdícios (MRD). Cada linha mostra os efeitos sobre um determinado desperdício por outros seis desperdícios, da mesma forma cada coluna indica em que medida um determinado tipo de desperdício será afetado pelos outros. O MRD se apresenta no

Quadro 7, a diagonal da matriz foi atribuída com a maior relação valor, por padrão, e cada tipo de desperdício terá a última relação com ela própria.

A matriz e análise dos critérios por grau de intensidade foi organizada de forma simples e lógica em uma Matriz de Relacionamento dos Desperdícios – MRD, que se apresenta em dois moldes, o primeiro conforme o Quadro 7 e o segundo no Quadro 8.

Quadro 7 - Matriz de relacionamento dos desperdícios (MRD)

Matriz de Relacionamento dos Desperdícios preenchida com símbolos							
	O	I	D	M	T	P	W
O							
I							
D							
M							
T							
P							
W							

Fonte: Rawabdeh (2005)

O segundo modelo (Quadro 8) apresenta o resultado final da avaliação convertida em pontos de acordo com o Quadro 9 para análise das inter-relações dos desperdícios dentro do ambiente estudado.

Quadro 8 - Matriz de relacionamento dos desperdícios (MRD) e resultado final

Matriz de Relacionamento dos Desperdícios - preenchida com valores numéricos								
	O	I	D	M	T	P	W	%
O								
I								
D								
M								
T								
P								
W								
Soma %								

Fonte: Rawabdeh (2005)

Quadro 9 - Nova métrica para resultado final da MRD

Simbologia do grau de relacionamento	Pontos
A	10
E	8
I	6
O	4
U	2
X	0

Fonte: Rawabdeh (2005)

2.6 CONSTRUÇÃO ENXUTA

A construção enxuta destaca um modelo bastante importante da gestão da produção, baseada nos princípios do sistema Toyota de produção, onde prioriza a eliminação de atividades desnecessárias que não agregam valor ao fluxo da produção, e proporciona uma visão holística dos empreendimentos. Isso implica em maneiras de gerenciar a integração entre projeto e produção e a introdução de novas formas de racionalização da produção nos canteiros de obras.

Essa nova filosofia proporciona o aumento de competitividade, permitindo que as empresas tenham um melhor aproveitamento dos seus recursos internos.

Solomon (2004) explica o significado da construção enxuta:

[...] a construção enxuta significa ir além do método tradicional de enxergar os projetos como mera transformação, incluindo fluxo de geração de valor. A nova teoria de projeto deve incluir tempo, variabilidade e satisfação do cliente como variáveis importantes para o processo de tomada de decisões. Como resultado, o planejamento, a execução e o controle de projetos deverão mudar.

Os conceitos tradicionais do sistema de produção e da construção enxuta apresenta um único objetivo final, **a entrega do produto**, a construção enxuta tem seus conceitos voltados a três objetivos principais: **a entrega do produto, a maximização do valor e a redução do desperdício** (KOSKELA, 2000).

Para Sarcinelli (2008) a construção civil é um setor atrasado em relação aos processos produtivos gerando altos índices de desperdícios consequentemente baixa produtividade, portanto para assimilar e difundir os conceitos da construção enxuta é necessário se adaptar.

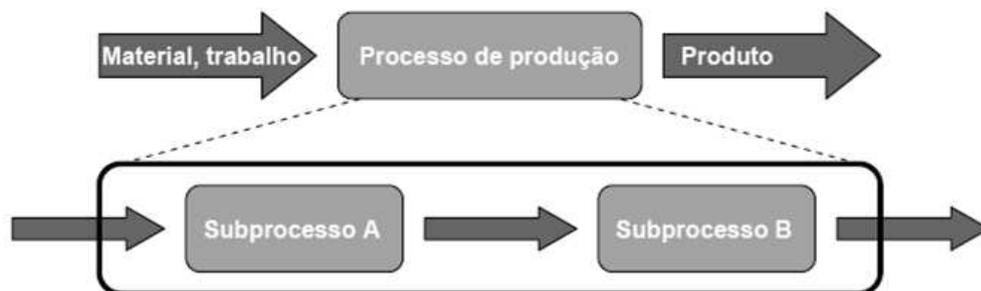
Segundo o autor, o setor da construção civil possui características peculiares tais como:

- ✓ A estrutura de produção é nômade, produz e logo após é transferida para outro local;
- ✓ É um setor muito resistente a mudanças, conservando métodos e processos antigos,
- ✓ Apresentando dificuldades na padronização de procedimentos;
- ✓ A mão de obra usada no setor não encontra motivação para produzir com alta
- ✓ Qualidade e produtividade, além de ser altamente rotativa;
- ✓ Grande dificuldade para a produção em cadeia, pois a estrutura produtiva movimentasse em torno do produto;
- ✓ Possui elevados números de insumos, materiais e componentes;
- ✓ O cliente deste setor geralmente adquire um único produto ao longo de sua vida;
- ✓ Existe uma grande tolerância quanto à precisão do orçamento, de dados de projetos, de planejamento, o que torna o sistema flexível demais.

2.6.1 Conceitos básicos

Na construção enxuta um processo é constituído de sub-processos que consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final de acordo com a filosofia gerencial proposta por Koskela ilustrada na Figura 3 (YOMA E MOTA, 2010).

Figura 3 - Processo de produção convencional baseado no modelo de conversão

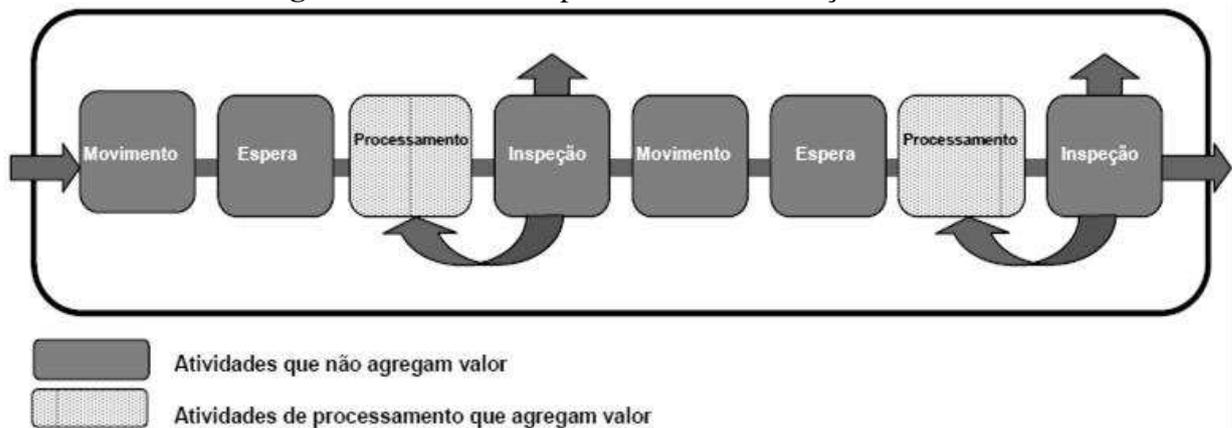


Fonte: Koskela (1992)

A essência deste modelo de conversão baseado na transformação admite que o trabalho possa ser feito em partes divididas e gerenciado como se essas partes fossem independentes entre si. Com esta divisão é possível designar responsabilidades internas e externas às áreas de trabalho. Esta mentalidade facilita o gerenciamento de contratos ao invés do gerenciamento do fluxo da produção.

Segundo Yoma e Mota (2010) os processos de acordo com o modelo convencional são constituídos por atividades de transporte, espera, processamento ou conversão e inspeção demonstradas na Figura 4. Dessas atividades, somente o processamento agrega valor ao produto final, por esta razão, as outras atividades são denominadas atividades de fluxo. Algumas dessas atividades como, controle dimensional, treinamento da mão-de-obra e instalação de dispositivos de segurança não agregam valor ao cliente, mas são essenciais a eficiência global dos processos.

Figura 4 - Modelo de processos na construção enxuta



Fonte: Koskela, (1992)

2.7 PRODUTIVIDADE

De acordo com Bergamini (1997, p. 193) Produtividade é o resultado daquilo que é produtivo, ou seja, do que se produz, do que é rentável. É a relação entre os meios, recursos utilizados e a produção final. É o resultado da capacidade de produzir, de gerar um produto, fruto do trabalho, associado à técnica e ao capital empregado.

Segundo (CHIAVENATO, 2005) é bom ressaltar que a produtividade depende de aspectos comportamentais humanos e, principalmente, da cultura inerente a cada organização. O humano faz a diferença, devendo ser seriamente levado em conta. Lembramos que uma empresa não consegue ser melhor que as pessoas que nela atuam. Portanto, o clima organizacional atua ora como causa, ora como efeito nos resultados de produtividade.

2.8 KANBAN

Na construção civil as atividades são caracterizadas como produção puxada, necessitando de utilizar o sistema *Kanban*. Mas este sistema só é utilizado mesmo na atividade que é necessário a utilização de argamassa.

A produção puxada é a forma de traduzir o *just in time* em procedimento operacional, produzindo as quantidades certas, dos produtos certos, no momento certo. Para que isso ocorra um processo a jusante deve sinalizar suas imediatas demandas para o processo mais próximo a montante, assim o ritmo da produção é ditado pelo processo mais a jusante da operação, seja este um cliente interno ou externo.

Já Periard (2010) explica como funciona a produção puxada.

[...]a produção puxada controla as operações fabris sem a utilização de estoque em processo. Neste modelo, o fluxo de materiais ganha relevante importância. O controle de o que, quando e como produzir é determinado pela quantidade de produtos em estoque. Assim, a operação final do processo percebe a quantidade de produtos vendidos aos clientes, e que, naturalmente, saíram do estoque, e as produz para repor o consumo gerado.

A informação no sistema puxado é feita através de uma ferramenta denominada *Kanban*, termo que significa “sinal” ou “cartão” em japonês (Figura 5). Smalley (2004) faz alusão que o *Kanban* controla a produção de um fluxo de valor mantendo o fluxo de materiais e de informações sob controle. Diante do exposto, o *Kanban* age como um sistema de informação que agrega toda a cadeia produtiva, unindo e sincronizando todos os processos em função da demanda do cliente. As informações da programação diária são postergadas para os operários, oferecendo mais autonomia aos mesmos no que diz respeito ao que fazer e quando fazer.

Figura 5 - Exemplo de *Kanban*

Cod. do item			Centro de trabalho fornecedor
Nome do item			
Tamanho do lote	No. de emissão	Tipo de contenedor	Localização no estoque
			Centro de trabalho cliente
			Localização no estoque

Fonte: Tubino e Pedrosa (2007)

E tais informações são tomadas através de um sistema visual (**cartão *Kanban***), estes cartões são fixados em containers que transmitem informações indicando as necessidades de fabricação. Estes sinalizam o consumo das peças e informam ao posto anterior em qual

quantidade e em que momento é necessário a produção de mais peças para repor as que foram extraídas, para ajudar na identificação de tais informações, usa-se um quadro *Kanban* onde todos os cartões referentes aos containers retirados estão alocados no quadro e indica também a sequência na qual cada peça deve ser fabricada.

A produção puxada surgiu em um cenário onde a qualidade começou a determinar a compra de um produto e a demanda deixou de ser infinita. Assim, tornou-se necessário um modelo produtivo mais avançado e menos estático.

2.9 ARGAMASSA

Compreende o fornecimento de materiais, a fabricação e a aplicação de argamassa para o revestimento de paredes internas e externas, podendo ou não receber sobre si outros revestimentos decorativos. Esse revestimento também chamado de emboço.

As argamassas utilizadas constituem-se da mistura de cimento, areia e água, podendo conter adições de cal hidratada e aditivos impermeabilizantes, aceleradores ou retardadores, a fim de melhorar determinadas propriedades.

3 METODOLOGIA

A pesquisa qualitativa, fundamentada na revisão bibliográfica capturada de múltiplas fontes de evidências no ambiente natural da pesquisa, através de entrevistas, questionários, fotos, gravações.

Segundo Bryman (2000), as características da pesquisa qualitativa são:

- ✓ Ênfase na interpretação subjetiva dos indivíduos;
- ✓ Delineamento do contexto do ambiente da pesquisa;
- ✓ Questionários
- ✓ Múltiplas fontes de evidência;
- ✓ Importância da concepção da realidade organizacional;
- ✓ Proximidade com o fenômeno estudado.

Já a pesquisa quantitativa se baseia no paradigma positivista, onde a racionalidade reina de forma absoluta. O método quantitativo de pesquisa tem no questionário uma de suas grandes ferramentas. É pelos resultados obtidos nessa técnica de coleta de dados que são feitas as induções, que hora confirmam as suposições inicialmente levantadas pelo pesquisador (GOMES E ARAUJO 2010).

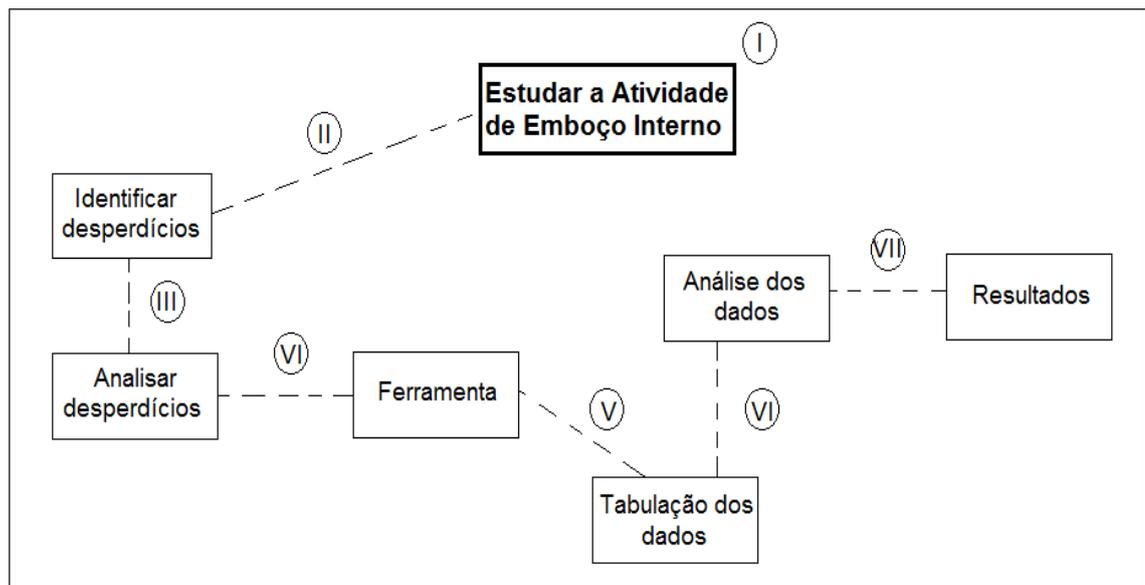
Considerando que a ferramenta aplicada neste trabalho leva em consideração a interpretação dos entrevistados sobre as ocorrências avaliadas dentro do campo de pesquisa, e que este trabalho levanta dados a serem utilizados para a melhoria na gestão, acredita-se que a metodologia quantitativa por si só suprimiria a devida importância das pessoas e sua visão do ambiente em que está sendo estudado.

Assim, o campo científico aponta o surgimento de um novo paradigma metodológico, utilizado principalmente pela área de administração, que melhor atenda às necessidades dos pesquisadores. Essa modalidade quantitativa x qualitativo, parece estar cedendo lugar a um modelo alternativo de pesquisa, o chamado quanti-qualitativo, ou o inverso, quali-quantitativo, dependendo do enfoque do trabalho (GOMES E ARAUJO, 2010).

Portanto, a pesquisa do presente estudo exhibe abordagem combinada (quali-quantitativa), pois considera os dados levantados por uma ferramenta quantitativa que pontua e conceitua as respostas, conseguidos através da percepção das pessoas analisadas sobre o ambiente estudado.

O procedimento metodológico da pesquisa foi composto pelas etapas ilustradas na Figura 6.

Figura 6 - Estrutura metodológica



Fonte: Autoria Própria (2016)

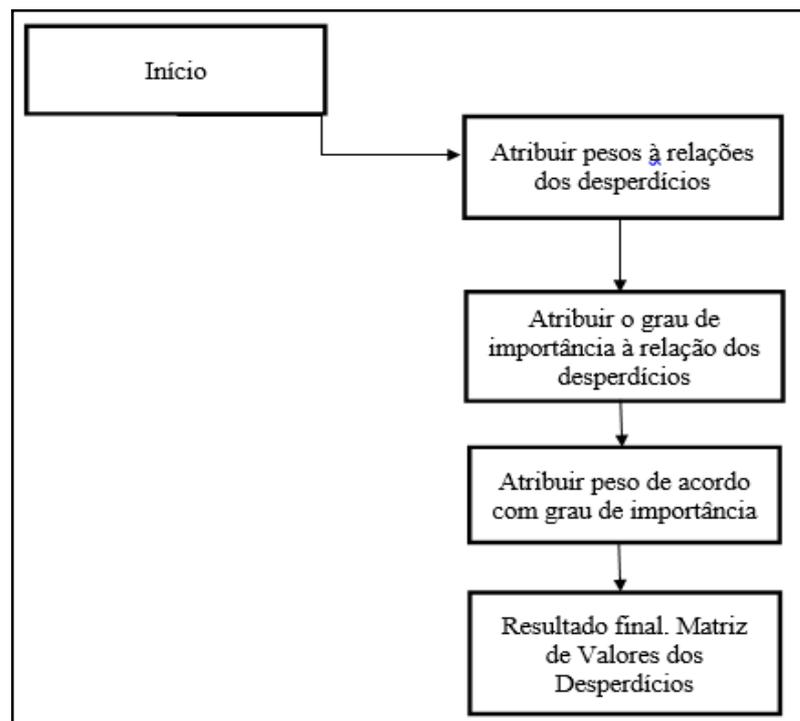
Este estudo foi realizado em uma empresa de construção civil, foi escolhida para a análise apenas um dos empreendimentos da organização, localizada em Campina Grande-PB.

A duração da pesquisa fora de 5 meses, com visitas semanais, onde observou-se a necessidade de estudo da atividade (emboço interno), a fim de identificar e analisar a inter-relação dos desperdícios gerados no ambiente de trabalho.

A partir da compilação de um estudo bibliográfico foi possível identificar a relevância dos desperdícios através da filosofia construção enxuta.

Por meio do uso da ferramenta de avaliação *Rawabdeh*, tornou-se possível articular as inter-relações de cada tipo de desperdício. Para a realização deste estudo apresentou-se um quadro proposto por Rawabdeh (2005), que explana a relação entre os desperdícios, em que o mesmo passou pelo um processo de adaptação para se adequar a atividade em estudo (Anexo A). Utilizou-se também um questionário estruturado com pesos específicos variando de zero a quatro, esses critérios são estabelecidos da própria ferramenta criada por Rawabdeh (2005), para as devidas respostas (Anexo B). As respostas foram dadas através de entrevistas feitas com: o chefe de produção (engenheiro civil); estagiários e supervisores, responsáveis por tais áreas: manutenção, logística, engenharia e qualidade. Para coleta de dados utilizou-se também registro fotográfico. Para a tabulação dos dados foi utilizado à ferramenta Excel, etapas ilustradas na Figura 7.

Figura 7- Tabulação dos dados



Fonte: Autoria própria (2016)

Atribuição dos pesos á relações dos desperdícios, deu-se através do quadro que explana a relação entre os desperdícios, estas relações não possuem pesos iguais, a atribuição

de peso é justificada pela necessidade de saber que tipo de desperdício contribui mais na atividade de emboço interno e o questionário simples e objetivo quantificando a força da relação direta e avaliando os pontos fortes ou não.

De acordo com o somatório desses pesos para cada inter-relação dos desperdícios atribui-se uma escala variando de absolutamente importante a não importante, conforme pode ser visualizado no Quadro 10.

Quadro 10 – Grau de importância

Faixa	Tipo de Relacionamento	Menção
17 a 20	Absolutamente importante	A
13 a 16	Muito importante	E
9 a 12	Importante	I
5 a 8	Pouco importante	O
1 a 4	Não importante	U

Fonte: Rawabdeh, 2005

Através do grau de importância foi atribuído uma matriz, onde cada linha mostra os efeitos sobre um determinado desperdício por outros seis desperdícios, da mesma forma cada coluna indica em que medida um determinado tipo de desperdício será afetado pelos outros. Para esta escala também se destaca pesos de acordo com o grau de importância, podendo ser visualizado no Quadro 11.

Quadro 11 – Pesos relacionados ao grau de importância

Menção	Pesos
A	10
E	8
I	6
O	4
U	2

Fonte: Rawabdeh, 2005

E por fim gera-se a matriz final do estudo, ou seja, a matriz de valores dos desperdícios preenchida e pronta para análises, explorações e ações de melhoria.

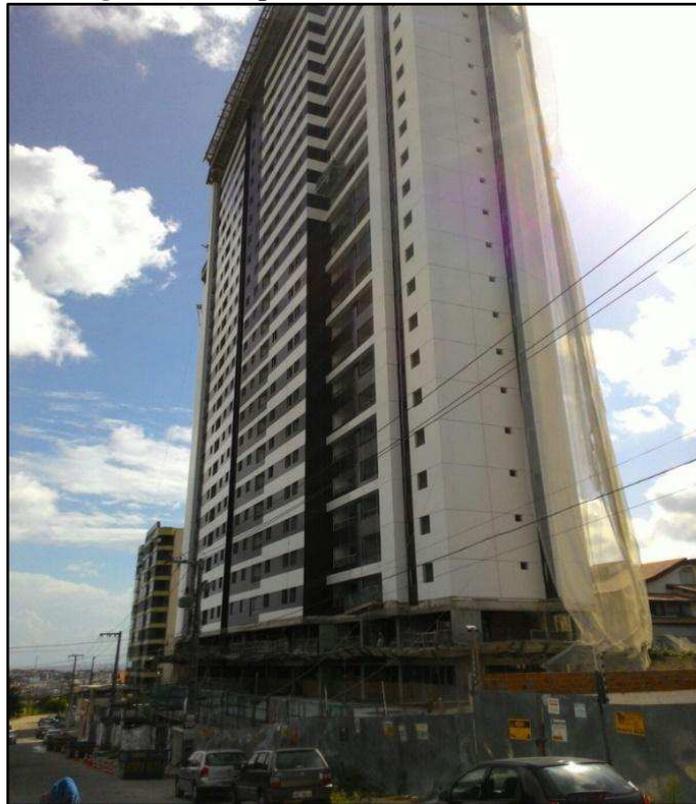
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA OBJETO DE ESTUDO

O empreendimento em estudo é construído de um bloco residencial contendo 140 (cento e quarenta) unidades habitacionais autônomas (Figura 15). Totalizando uma área de 20.739,19 m². Dita área será edificada em um terreno com área total de 2.700 m². Consta atualmente com um quadro de 150 colaboradores ativos em seus processos, operando com um turno de trabalho de oito horas.

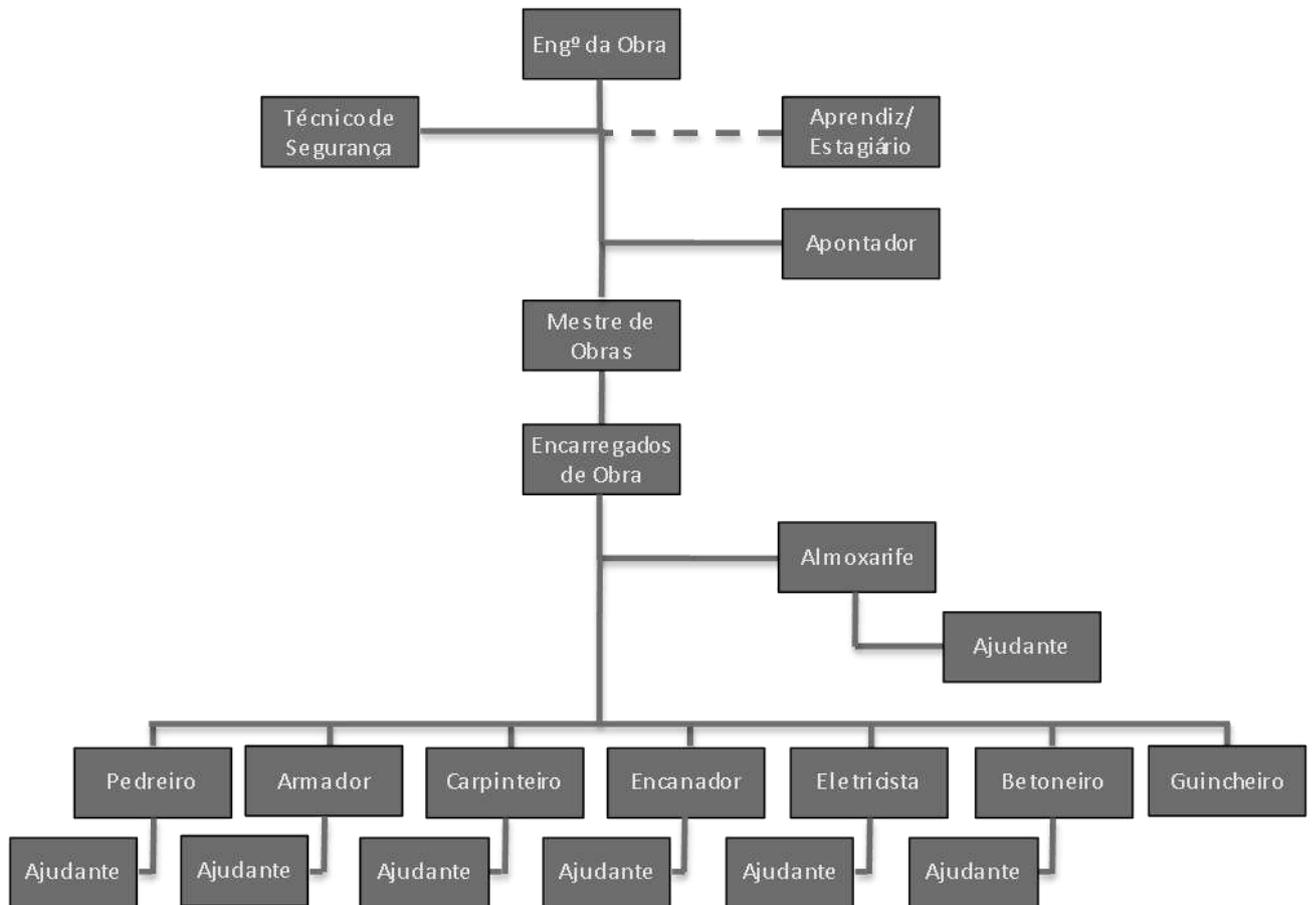
Prédio de uso exclusivo residencial distribuído da seguinte forma: Pavimento subsolo; pavimento semienterrado; pavimento térreo; pavimento mezanino; pavimento tipo 1; pavimento tipo 2; pavimento tipo 3; pavimento tipo 4; pavimento casa de máquina e pavimento reservatório elevado.

Figura 8 - Empreendimento base do estudo



Fonte: Dados da pesquisa (2015)

A estrutura hierárquica da empresa, que representa simultaneamente os diferentes elementos da equipe e as suas ligações, pode ser observada segundo o organograma, a Figura 9.

Figura 9 - Organograma Funcional

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Para o melhor gerenciamento dos processos a empresa em estudo adota uma matriz de responsabilidades, instrumento muito eficiente que tem como principal objetivo a atribuição de funções e responsabilidades dos membros da equipe administrativa. Atribuição de função tem a ver com quem faz o quê. Já a atribuição de responsabilidades tem a ver com quem decide o quê. O registro destas informações é disponibilizado em uma planilha para toda a equipe e acessível ao longo dos processos. Os responsáveis diretos e envolvidos do acompanhando da atividade de emboço interno são mostrados no Quadro 12.

Quadro 12 - Matriz de Responsabilidades

Funções Atividades	Gerência de Engenharia	Eng.º Residente	Estagiário/ Aprendiz	Mestre	Almoxarife	Encarregado	Equipes de Produção	Técnico em Segurança	Apontador
Gerenciamento da obra, acompanhamento do cronograma.		X	O	O		O			
Análise do Plano de Qualidade da Obra	X	X	O	O	O	O		O	O
Monitoramento dos indicadores da qualidade específicos da obra		X	O						
Comunicação interna (atualização de quadros, entre outros)		X	O						
Organização e controle dos arquivos de procedimentos, registros e documentos da obra		X	O						
Análise crítica e compatibilização de projetos	X	O							
Guarda dos dispositivos de medição e monitoramento (instrumentos calibrados)		O	O	O	X				
Solicitação, inspeção, manuseio e armazenamento de materiais controlados		O	O	O	X				
Execução dos serviços controlados em conformidade com os procedimentos		O	O	X		O	O		
Inspeção e ensaios de serviços controlados		X	O	X		O			X
Contratação e gerenciamento de contrato de terceiros	X	O							
Preservação dos serviços executados		O	O	X		O	O		
Acompanhamento das não conformidades e ações corretivas/ preventivas propostas	O	X	O	O					
Recepção e acompanhamento das auditorias internas da qualidade		X	O	O					

Quadro 12 - Matriz de Responsabilidades (Continuação)

Treinamentos nos procedimentos de serviço		O	X	O					
Treinamento e segurança do trabalho (NR - 18)		O		O				X	
Coordenação das Reuniões Momentos da Qualidade (Conversação sobre qualidade e segurança) mês 30 min.								X	
Controle da propriedade do cliente		O	O		X				
Rastreabilidade do concreto estrutural		O	O	O	O				X
Inspeção final e entrega da obra		X	O						
Legenda: X - Responsabilidade direta O - Envolvidos									

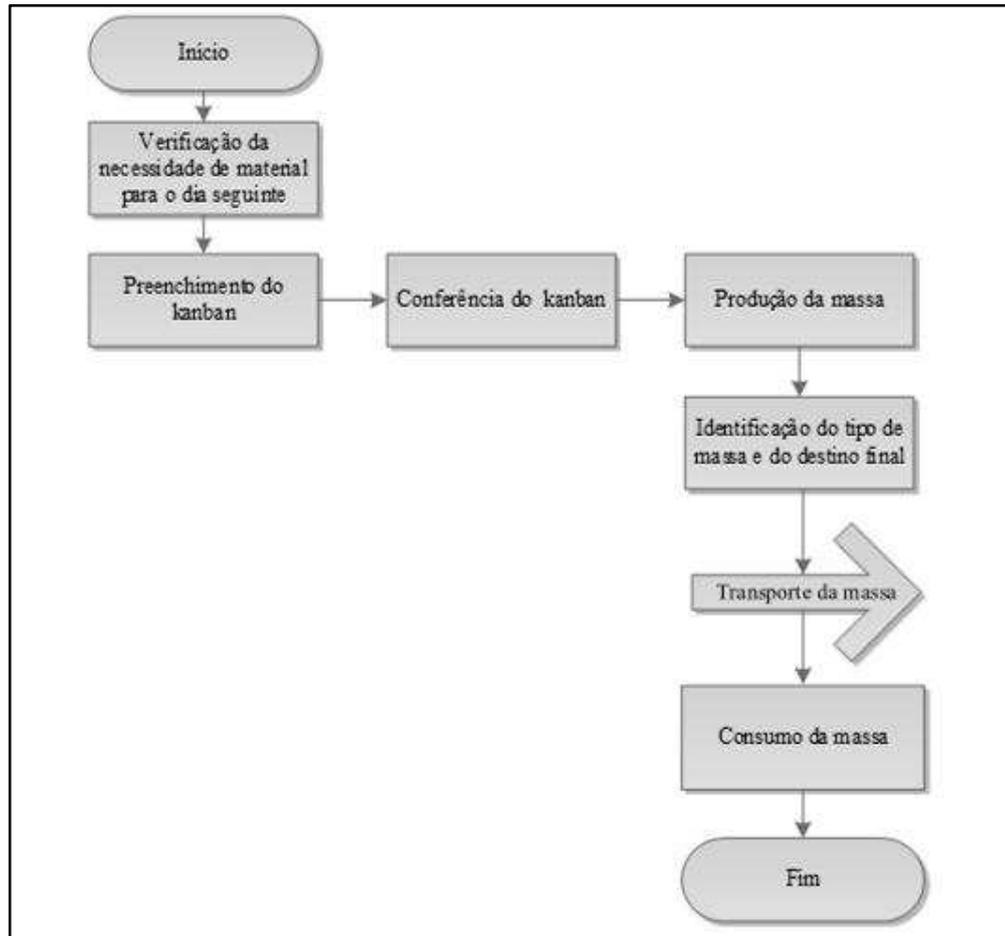
Fonte: Dados da Pesquisa (2015)

4.2 O KANBAN E SUA INFLUÊNCIA NOS DESPERDÍCIOS DA ATIVIDADE DE EMBOÇO INTERNO

A gestão incorreta do *Kanban* influencia de forma direta nos desperdícios da atividade de emboço interno. O gerenciamento *Kanban* fica localizado na central de argamassa ao lado da betoneira, equipamento utilizado para mistura de materiais na proporção e textura devida, denominado de traço, de acordo com o tipo da atividade. Com o traço pronto, esse material tem que ser transportado para os andares também chamados de pavimentos, este transporte é através do elevador (cremalheira).

Existem atualmente dois elevadores (cremalheiras) responsáveis pelo transporte vertical de materiais e movimentação das pessoas. A subida das pessoas é programada de acordo com o horário de início e fim de expediente nas cremalheiras, porém não há uma programação relacionada à subida e descida de materiais, essas atividades são feitas por ordens do mestre de obras, de encarregados ou pela sequência de materiais que chegam para ser transportados. O funcionamento do processo *Kanban* pode ser visto no fluxograma apresentado na Figura 10. Este funcionamento é fundamental para o processo da atividade emboço interno pois é necessário da argamassa, e a mesma só é feita de acordo com os pedidos realizados.

Figura 10 - Fluxograma *Kanban* da betoneira



Fonte: Autoria própria (2016)

O início do processo se dá, com os colaboradores informando no final do expediente o tipo, a quantidade da argamassa (traço), o local de destino e a equipe, todos estes dados são preenchidos em cartões (Figura 11a), cada cartão de acordo com a atividade possui cores diferentes, no caso da argamassa para emboço interno a cor utilizada é verde (Figura 11b), em seguida são depositados no Gerenciador *Kanban* (Figura 11c) pelo colaborador responsável de fazer a argamassa (traço), chamado de betoneiro. No dia seguinte o operador da betoneira chega com sua equipe confere a necessidade da argamassa e inicia a produção de acordo com os pedidos.

Figura 11 - (a) Cartões de acordo com o tipo da atividade; (b) Cartão para emboço interno; (c) Gerenciador *Kanban*



(a)

(b)

(c)

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Após a argamassa pronta é depositada em giricas (carrinho de mão, com recipiente metálico de uma ou duas rodas usado para transportar a argamassa), sendo identificadas com um marcador de traços, como pode ser visto na Figura 12, com informações referentes ao tipo da argamassa, o andar (pavimento) e a equipe onde deve ser entregue, depois são transportadas pelo elevador (cremalheira) e entregues em seus devidos locais.

Figura 12 - Marcador de Traços



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

A princípio o gerenciador *Kanban* estava com um ótimo funcionamento, mas por falta de gerenciamento surgiram alguns problemas.

Os colaboradores deixaram de preencher o cartão do sistema *Kanban* no final do expediente, dificultando o trabalho dos colaboradores responsáveis de fazer a argamassa (traço) e distribuir, tendo em vista que no dia seguinte não tem como executar a atividade devido a não realização do pedido no dia anterior. A jornada de trabalho inicia às 7h da manhã, portanto os colaboradores desta função chegam 1h mais cedo às 6h da manhã para realizar o processo e encaminhar todo o material sugerido no *Kanban* para os pavimentos até o início do expediente. Vale ressaltar que o horário é antecipado para facilitar o processo desta atividade, pois no início da jornada de trabalho terão outras atividades sendo executadas no canteiro de obras, gerando um fluxo maior de materiais.

Contudo, o processo de pedidos só é realizado a partir das 7h quando os colaboradores à medida que vão chegando ao canteiro de obras vão informando os seus pedidos, consequentemente gerando um atraso e acarretando desperdícios em todo o processo da atividade de emboço interno.

Como consequência de uma má gestão desse sistema, notou-se que a produtividade da atividade de aplicação do emboço interno está baixa de acordo com a meta da empresa. A empresa tem como meta para produtividade de 22 m²/ dia para cada colaborador.

Para o cálculo da produtividade é necessário ter os seguintes dados: os metros quadrados m² de cada apartamento que se realiza o processo de emboço interno (Quadro 13) e a quantidade de dias trabalhados.

Quadro 13 - Metragem dos apartamentos

EMBOÇO INTERNO – ARGAMASSA				
EQUIPE	QUANT.(m ²)	VALOR UNITÁRIO	CUSTO	EXECUÇÃO (dias)
AP.1 E 6 (2 pedreiros + 1 ajudante)	117,95	R\$3,62	426,98	3
AP.2 e 5 (2 pedreiros + 1 ajudante)	110,49	R\$3,62	399,97	3
AP.3 e 4 (2 pedreiros + 1 ajudante)	83,77	R\$3,62	303,25	2
Corredor (2 pedreiros + 1 ajudante)	80,3	R\$3,62	290,69	2

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Dessa forma, o resultado é gerado através do somatório dos metros quadrados m^2 de cada apartamento mais o corredor dividido pela a quantidade de dias trabalhados, como mostra a fórmula abaixo.

$$Produtividade = \frac{\text{somatório das metragens}}{\text{quantidade de dias trabalhados}} \quad (1)$$

A produtividade e a classificação das equipes por apartamento são apresentadas no Quadro 14. Cada equipe é composta por dois pedreiros e um ajudante, para a execução da atividade, essas equipes são divididas da seguinte forma: são duas equipes por andar onde possui seis apartamentos cada equipe é responsável por três apartamentos.

Quadro 14 - Produtividade dos colaboradores

Equipe	Produtividade (m^2 /dia)
A AP/1-2-3	15
B AP/4-5-6	14
C Ap/1-2-3	22
D Ap/ 4-5-6	15

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Todas as equipes totalizaram $392,51 m^2$ de emboço interno, tendo como meta de três dias para executar esta metragem. Para equipe **A** e **D** foram contabilizados 13 dias trabalhados, com uma produtividade total de $30 m^2$ /dia, totalizando a produtividade individual de cada pedreiro $15 m^2$ /dia não alcançado a meta da empresa. A equipe **B** também não atingiu a meta da empresa, pois, trabalharam 14 dias obtendo uma produtividade de $28 m^2$ /dia, com uma produtividade individual de $14 m^2$ /dia. Já a equipe **C** atingiu a meta da empresa realizando $22 m^2$ /dia em 9 dias trabalhando, com produtividade em conjunto de $43 m^2$ /dia. Dessa forma, apenas 25% das equipes estão atingindo a meta da produtividade estabelecida, resultado preocupante, pois mostra que menos da metade dos colaboradores conseguiu alcançar a meta.

Com a baixa produtividade, tanto a empresa como os colaboradores estão perdendo dinheiro, os colaboradores, pois são remunerados de acordo com a sua produtividade, e a

empresa se tratando que os mesmos não estão atingindo o piso salarial montante de R\$1672,44, além da perda de dinheiro, atrasa também os cronogramas de execução das outras atividades, pois no canteiro de obras existe um mix de atividades uma dependendo dá outra para ser realizada, assim influenciando diretamente no prazo de entrega da obra em estudo. No Quadro 15 onde mostra a remuneração dos colaboradores de acordo com as equipes, é notório que apenas uma equipe recebe o piso salarial proposto pela a empresa.

Para o cálculo do salário, é necessária a produtividade multiplicada pela a quantidade de dias de trabalhados que são 21 dias e multiplicar pelo o preço de cada metro quadrado (m^2), cada metro quadrado m^2 custo (R\$ 3, 62) três reais e sessenta e dois centavos.

Quadro 15 - Remuneração dos colaboradores

Equipe	Produtividade (m^2 /dia)	Remuneração/produtividade (R\$)
A	15	1140,30
B	14	1064,20
C	22	1672,44
D	15	1140,30

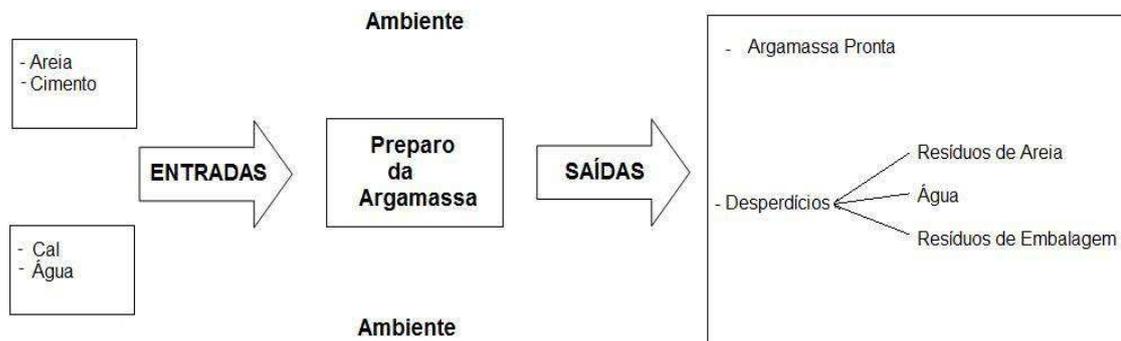
Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Como o sistema de gerenciamento do *Kanban* não está sendo eficiente para esta atividade de emboço interno acaba gerando um efeito dominó com relação o desencadeamento de desperdícios. É importante esclarecer que existem também outros fatores relacionados aos desperdícios nesta atividade, onde vão ser explanados mais adiante na identificação e análise dos mesmos. Neste sentido tornou-se necessário o estudo dos desperdícios com o objetivo de buscar melhores condições de gestão da produção.

4.3 IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DOS DESPERDÍCIOS

Como a base principal que proporciona os desperdícios é o *Kanban* e está relacionada com a preparação da argamassa, então é necessário analisar também todo seu processo de preparo com relação aos desperdícios. Então o sistema de produção em estudo é composto pelo o processo de fazer a argamassa e a sua aplicação. A figura 13 mostra o processo de preparação da argamassa.

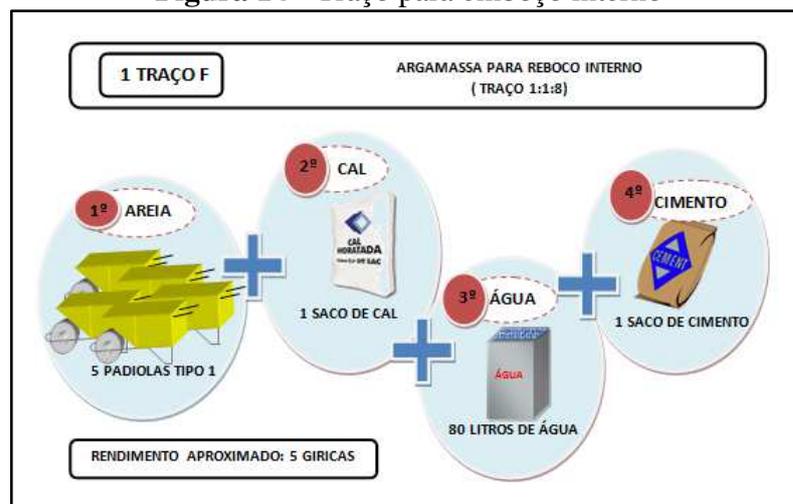
Figura 13 - Processo de preparação da argamassa



Fonte: Autoria Própria 2016

Para a preparação da argamassa, tem como entrada do processo os materiais necessários tais como: areia, cal, água e cimento como mostra a Figura 14, para o processo, a homogeneização desses materiais, onde é indispensável outro processo que se trata de peneirar areia para a retirada de resíduos impróprios e por fim depois de misturados, a saída da argamassa pronta para ser aplicada.

Figura 14 - Traço para emboço interno



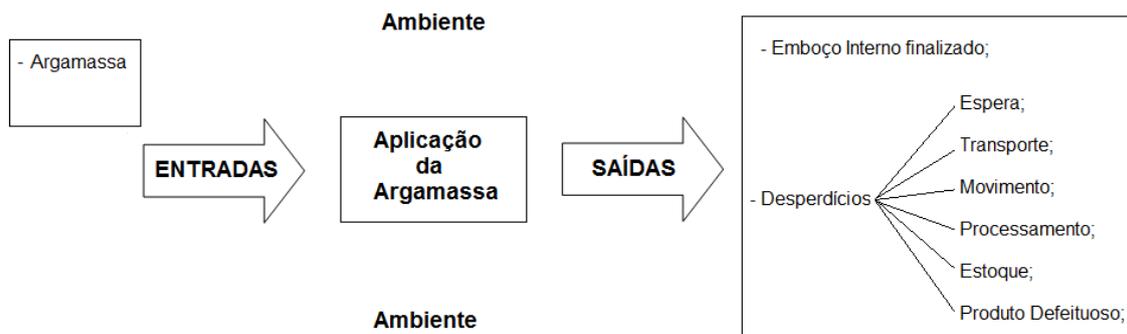
Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Este procedimento gera desperdícios de processamento, pois sai resíduos de areia, respingos de água e resíduos de embalagem, gera **desperdícios de espera da máquina**, devido à máquina ficar esperando serem colocados os materiais para sua devida mistura e gera também a **espera do operador**, para os materiais serem permutados pela máquina. Como

visto, o *Kanban* influencia na espera do operador e da máquina, pois o operador fica esperando os pedidos para começar o processo de preparo da argamassa.

Na atividade de emboço interno e inicialmente se tem a argamassa pronta, que em seguida terá como o processamento a sua aplicação realizada por colaboradores, tendo como saída o emboço interno finalizado (Figura 15). Foram identificados alguns desperdícios ligados diretamente a esse processo.

Figura 15 - Atividade de aplicação de emboço interno



Fonte: Autoria própria 2016

- **Desperdícios por espera**

A espera gerada pela alta indisponibilidade da matéria prima para produção ocorreu muitas vezes quando os colaboradores precisam aguardar pela a argamassa para a sua devida aplicação. A espera é considerada um desperdício que aumenta o chamado lead time, ou seja, acrescenta tempo desnecessário a todo o processo da atividade de emboço interno.

Os desperdícios de espera gerados nesta atividade são decorrentes de ordens não seguidas por parte dos colaboradores, em relação ao controle do *Kanban*. A falta de antecipação do pedido no final do expediente gera um desperdício de espera do operador, onde os colaboradores vão esperar por um tempo maior a chegada da argamassa até o local de sua aplicação, acarretando também o desperdício de espera do material, pois uma vez os pedidos não realizados antecipadamente, no turno seguinte diversas atividades estarão sendo executadas ao mesmo tempo no canteiro de obras, gerando um grande fluxo de materiais, atrasando assim a disponibilidade do material até local de processamento. Com essa espera gera também o desperdício de estoque do material em processo para ser transportados, devido a argamassa ficar muito tempo esperando para ser utilizada ocasiona o desperdício de processamento, pois a mesma tende ficar endurecida necessitando de adicionar mais água

gerando uma alteração no seu processo de fabricação, com isso gera um desperdício de movimentação, onde os colaboradores vão ter que se deslocar do seu posto de trabalho á procura de água, e por fim acontece influenciar em um desperdício por produto defeituoso, podendo surgir rachaduras, fissuras e tricas no emboço realizado, ocasionando retrabalhos. Existe também o desperdício de espera da máquina, pois todos os pedidos serão realizados ao mesmo tempo formando filas de espera na preparação da argamassa.

- **Desperdícios por transporte**

Na atividade realizada existem desperdícios de material e máquina. Esses desperdícios são ocasionados devido à capacidade do elevador (cremalheira) não ser utilizada totalmente. A capacidade total de carregamento é de três giricas, sendo que as vezes o guicheiro colaborador responsável pela subida da argamassa, não espera encher todas as giricas e sobe com uma capacidade menor que a máxima (Figura 16), como também pode ocorrer devido à falta de giricas na central de argamassa por estarem espalhadas no canteiro de obras, devido à falta de gerenciamento.

Figura 16 – Elevador (cremalheira)



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

- **Desperdícios por movimentação**

O Movimento se dá quando operadores realizam movimentações aleatórias a sua execução podendo ser dispensáveis no momento da realização da atividade, onde precisavam de padronização de procedimentos operacionais e treinamentos.

Os movimentos desnecessários no seguimento de conduzir a argamassa até a parede. Os colaboradores dessa atividade deixam os caixotes com argamassa para manuseio distante de onde será executada a atividade, tendo que utilizar a desempoladeira (instrumento usado para dar acabamento no reboco) para colocar argamassa e conduzir até o local onde será realizado o emboço, perdendo tempo ao se deslocar até o caixote, pegar a argamassa e jogar na parede não existindo métodos padronizados (Figura 17). Percebe-se que a movimentação desnecessária do processo de emboçar também gera desperdício de transporte, quando o colaborador inseriu a argamassa na desempoladeira para jogar até a parede.

Figura 17 - Desperdício por Movimentação



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

- **Desperdícios por Processamento**

Os desperdícios ocorrem durante execução inadequada da aplicação da argamassa. A falta de manuseio adequado gera o excesso e conseqüentemente o desperdício de material no processo da atividade. Existe uma falta de procedimentos e métodos padronizados e apesar da tentativa da reutilização do rejeito de argamassa, ainda assim haverá desperdícios.

Ocorre também devido ao emboço não ter sido aplicado adequado havendo um reprocessamento da atividade não bem sucedida, aumentando os custos da produção.

- **Desperdícios por Estoque**

São ocasionados devido ao grande fluxo de materiais em processos. Várias atividades são executadas ao mesmo tempo no canteiro de obra, onde o mesmo dispõe de apenas dois elevadores (cremalheiras) não conseguindo dar suporte a toda obra (Figura 18), pois não tem um gerenciamento adequado.

Figura 18 - Materiais para serem transportados



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

- **Desperdícios por Produto Defeituoso**

Emboço interno retirado, ou seja, quebrado após a superfície do revestimento apresenta fissuras de conformações variadas. Esse desperdício pode ter sido ocasionado pela má qualidade dos materiais de preparo da argamassa, como também devido o material ter

ficado muito tempo esperando para ser processado, pode ser que os colaboradores tenham alterado o traço adicionando mais água, a má aplicação da argamassa.

Esse desperdício é ocasionado a partir de outros já visto, desperdícios de espera, gerando o estoque de material em processo, processamento alteração no preparo da argamassa, movimentação, métodos inadequados de aplicação da argamassa por falta de padronização (Figura 19).

Figura 19 - Emboço quebrado



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Estes Processos classificados como produtos defeituosos aconteceram em decorrência da falta de fiscalização por parte do Engenheiro civil, Mestre de obras e encarregado.

O processo de emboço foi feito antes da instalação do gás, tendo que quebrar todo emboço para fazer a instalação, como mostra a Figura 20, gerando retrabalhos, perda de material, perda de tempo e aumento dos custos da empresa.

Figura 20 – Instalação do gás



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Observou-se que as alturas das caixinhas de instalação elétrica não estavam de acordo com as especificações do projeto. Tal fato ocorria também devido à falta de fiscalização (Figura 21).

Figura 21 - Alturas das caixinhas



Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Outro desperdício classificado como produto defeituoso é a porta de correr que não deixaram espaço para abrir, como mostra a Figura 22 (a) antes e a Figura 23 (b) depois do retrabalho.

Figura 22 - Porta de correr

(a)

(b)

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

4.4 MATRIZ DE CORRELAÇÃO DOS DESPERDÍCIOS

Com a análise dos desperdícios, identificou-se uma inter-relação entre eles, ou seja, um desperdício acarreta outro, então com a ferramenta *Rawabdeh*, analisou-se de forma quantitativa a relação de um desperdício com outros, segundo um critério de importância.

A matriz de relacionamento dos desperdícios mostra o grau de importância da relação dos desperdícios, onde foram realizadas as ponderações entre cada linha e coluna. A matriz apresenta também os desperdícios que não tem relação um com os outros, conforme apresentado no Quadro 16. É importante destacar que entre os desperdícios diferentes são avaliados a relação que um tem sobre o outro e se tratando da relação de desperdícios iguais é considerado absolutamente importante, pois a influência é direta, não precisando de análise podendo ser verificados claramente.

Quadro 16 - Relacionamento direto dos desperdícios.

	O	I	D	M	T	P	W
O	A						
I		A	I	A	A		
D	O	E	A	A			E
M		I	E	A		A	
T		E			A		I
P			I	E		A	O
W		A	E			A	A

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Na matriz de relacionamento dos desperdícios os resultados finais estão apresentados os valores obtidos nos questionários realizados na obra, substituída pelas pontuações correspondentes ao grau de importância. No Anexo C está descrito todas as pontuações, de acordo com a metodologia utilizada, para cada relação de desperdícios e cada questão do Anexo B.

Quadro 17 - Matriz de relacionamento dos desperdícios e resultados finais

	O	I	D	M	T	P	W	Soma	Percentual
O	10							10	4,76%
I		10	6	10	10			36	17,14%
D	4	8	10	10			8	40	19,05%
M		6	8	10		10		34	16,19%
T		8			10		6	24	11,43%
P			6	8		10	4	28	13,33%
W		10	8			10	10	38	18,10%
Soma	14	42	38	38	20	30	28	210	
Percentual	6,67%	20,00%	18,10%	18,10%	9,52%	14,29%	13,33%		

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

Para a interpretação dos resultados é importante saber que na última coluna estão descritas as porcentagens dos processos mais afetados pelos desperdícios, enquanto que na última linha estão as porcentagens dos desperdícios que mais são afetados pelos processos. Cada linha mostra efeito sobre um determinado desperdício por outros seis desperdícios, da

mesma forma cada coluna indica em que medida um determinado tipo de desperdício será afetado pelos outros.

A princípio a atividade em estudo (emboço interno), de acordo com diagnóstico realizado não foi encontrado desperdício de superprodução, pois a produção é controlada pelo gerenciador *Kanban*, onde a produção se classifica como puxada. Mas ao decorrer da aplicação da ferramenta observou-se uma pequena superprodução no quesito de relação com o produto defeituoso de 6,67%, pois à medida que surgir um defeito é necessário produzir mais argamassa para consertar o problema. Diferentemente da literatura o excesso de produção não foi apontado como o desperdício dominante dentre os outros, alcançando um percentual de apenas 4,76% em todo o processo da atividade de emboço interno. O desperdício peças defeituosas (defeitos) está diretamente ligado ao reprocesso do emboço interno, por esta razão obteve um resultado significativo de 19,05% referente ao impacto sobre os outros desperdícios e 18,10% referente ao impacto que recebe dos outros fatores, este desperdício afeta diretamente no custo do processo, já que parte da atividade gera retrabalho desperdiçando material, mão de obra e tempo. A espera afeta de maneira relativamente significativa os outros fatores 18,10 %, entretanto, recebe uma influência um pouco significativa 13,33% normalmente este valor é elevado devido tempos de processos desnecessários, espera do material para ser distribuído e processado.

Os desperdícios de maior impacto sobre os outros desperdícios, o inventário (estoque) 20,00%, defeito e movimentação com o mesmo percentual 18,10%, afeta de maneira significante pelos outros.

Devido às características específicas da atividade e do processo em questão, o transporte obteve uma pontuação insignificativa em relação aos outros desperdícios 11,43%, tal fato se justifica, pois existem meios de transportes necessário para a atividade em estudo, apenas falta gerenciamento adequado e o impacto que os outros desperdícios exercem sobre o transporte 9,52%.

A movimentação neste estudo afetada de maneira significativa 16,19%, explicado por inúmeros e constantes problemas de métodos operacionais na produção; frequentemente o colaborador necessita movimentar de maneira adequada e eficiente a matéria prima afetando diretamente a produtividade, o resultado em relação ao impacto dos outros desperdícios 18,10 %. O processamento é afetado pelos os outros fatores 13,33% devido a reprocesso ou excesso devido a métodos não apropriados e afeta de maneira significante pelos os outros 14,29%.

Por fim, o inventário é afetado pelos outros fatores 17,14% e afeta 20,00%, isto se explica pela natural perda de controle da entrega da argamassa, ficando em estoque esperando para serem processados afetando os outros desperdícios.

Pode-se entender que, ao analisar e focar na resolução dos desperdícios que mais afetam o processo (nesse caso Defeito produto defeituoso, Espera, Inventário (estoque) e movimentação, como primeiro, segundo, terceiro lugar e quarto respectivamente) haverá uma consequência de diminuição de desperdícios afetados por outros, e, dessa maneira, o processo da atividade emboço interno melhorará como um todo.

Para a redução dos desperdícios e o possível melhoramento dos processos da atividade de emboço fez-se necessário propor algumas recomendações, tendo como intuito também o aumento da produtividade.

Dessa forma, para melhor gerenciamento do *Kanban*, é necessário colocar o encarregado da obra para coletar no final do expediente com as equipes dos colaboradores o tipo e a quantidade da argamassa, o local de destino e a equipe, preenchendo esses dados em uma ficha (Apêndice A). Em seguida esses dados deveram ser preenchidos nos cartões e depositados no Gerenciador *Kanban*.

Para melhorar o fluxo dos materiais e organizar a produção, uma programação de horários é necessário para a distribuição dos materiais através do elevador (cremalheira), especificando o tipo de atividade, os dias da semana em que serão executados e as equipes que vão executar a atividade (Apêndice B), assim com horários certos evita que tenha atrasos ao entregar a argamassa reduzindo os desperdícios, atendendo à demanda de todos os pavimentos diariamente. Além disso, foi dimensionada uma equipe reserva, caso venha ter absenteísmo ocasionando mais atrasos.

Realizar treinamento com os guicheiros (operador da cremalheira) para utilizarem a capacidade máxima da cremalheira.

Realizar treinamentos com os colaboradores orientando formas adequadas de utilizar suas ferramentas e equipamentos durante o processo de emboçar a parede, com o intuito de evitar movimentação desnecessária reduzindo tempo e adotar práticas de padronização dos processos.

Possuir um gerenciando adequado em todo o processo da atividade em estudo, organizando os matérias e utensílios necessários para que durante o processo não ocorra atrasos. Intensificar a fiscalização na parte da aplicação do emboço para que não venham

acontecer emboço com defeitos. Promover reaproveitamento de materiais desperdiçados durante os processos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com as características da empresa estudada e considerando o cenário em que ela está inserida, nota-se que a necessidade de aprimorar seus processos construtivos e elevar a eficiência dos processos com relação à busca de inovações de tecnologia e gestão, é de extrema importância para diminuir os desperdícios e os custos através de novas filosofias de produção mantendo-se competitiva no mercado.

No intuito de atender aos objetivos deste trabalho, apresentou-se uma revisão dos desperdícios no setor produtivo da atividade emboço interno relacionados na literatura, bem como o seu inter-relacionamento. Utilizou-se a ferramenta *Rawabdeh* de análise de desperdício, que permite relacioná-los e ordená-los segundo um critério de importância, as relações absolutamente importantes e muito importantes entre eles. Todos esses relacionamentos apresentados demonstram a divisão dos desperdícios em categorias (homem, máquina e materiais), impactando diretamente nos custos financeiros da produção. Na matriz de relação observou o quanto cada desperdício afeta os outros e como são afetados.

A ferramenta de avaliação de desperdícios demonstrou-se eficaz e refletiu a realidade vivenciada no ambiente produtivo, onde se observou que os desperdícios que mais afetavam os demais foram: **o defeito (produto defeituoso) 19,05%**, **a espera 18,10%**, **inventário (estoque) 17,14%** e **movimentação 16,19%**. Em contrapartida, os desperdícios mais afetados pelos demais foram: **o inventário (estoque) 20,00%**, **defeito e movimentação** com o mesmo percentual **18,10%**, afetado de maneira significativa pelos outros.

Com a avaliação e a inter-relação entende-se que ao se aplicar medidas cabíveis haverá uma consequência de diminuição de desperdícios afetados por outros, e, dessa maneira, o processo da atividade emboço interno melhorará como um todo. Apresentou-se recomendações para melhor gerenciamento dos processos, uma das recomendações se trata de um quadro com horários proposto para a distribuição do material, a fim de organizar a atividade em estudo. A empresa seguiu algumas das recomendações, e as propostas estão sendo colocadas em prática.

Desse modo, todas as recomendações de melhorias sendo implantadas, poderia apresentar uma melhor gestão dos processos, influenciando no aumento da produtividade,

redução de custos, na qualidade do emboço interno e reduzir os índices de desperdícios. Vale ressaltar que não foi foco deste trabalho verificar impacto das recomendações na redução dos desperdícios, mas pode ser estudado em um trabalho futuro.

Para este estudo teve algumas dificuldades na análise dos desperdícios se tratando de acesso limitado ao processo da atividade.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. C. L.; MILBERG, C.; WALSH, K. D. **Exploring lean construction practice, research and education**. Journal of Engineering Construction and Architectural Management, v. 19, n. 5, p. 512-525, 2012.

ANTUNES, J. J. A. **Em direção a uma teoria geral do processo na administração da produção**: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Tese (Doutorado em Administração) – UFRS, Porto Alegre, 1998.

BERGAMINI, C. W. **Motivação nas organizações**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1997.

BIHR, A. **Da Grande noite à alternativa: o movimento operário em crise**. São Paulo: Boitempo, 2012.

BRIMSON, J.A. **Contabilidade por atividades: uma abordagem de custeio baseado em atividades**. São Paulo: Atlas, 2006.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. Londres: Unwin Hyman, 2000.

CAMPOS, V.F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. 2ª.ed.Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia de UFMG, 2012.

CHIAVENATO, I. **Comportamento organizacional: a dinâmica do sucesso das organizações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CORRÊA, L. H.; GIANESI, I. G. N.; **Just in Time, MRPII e OPT: um enfoque estratégico**, 2ª ed., São Paulo: Atlas, 2003

CORRÊA, H. L. **Just in Time, MRP II e OPT: Um Enfoque Estratégico**. 2.ed. 15 reimpr. São Paulo: Atlas, 2009.

CRUZ, A. L. G. **Método para o estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na indústria da construção civil.** Florianópolis, 2002. Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEPS2679.pdf>>. Acesso em: 10 Dezembro 2015.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada.** Porto Alegre: Bookman, 2008. 191p.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction.** Technical Report, Filand, CIFE, 1992.

FERREIRA, F.P. **Análise da implantação de um sistema de manufatura enxuta em uma empresa de autopeças.** Dissertação (mestrado) - Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração 178p. Taubaté, 2004.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos.** NORIE/UFRGS, 2000.

GARCIA, André Alves. **Aplicabilidade do sistema Toyota de produção na construção civil: estudo de caso.** 2008. Dissertação de mestrado – PUCRGS, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <http://www.pucrs.br/feng/tcc/civil/2008_1_81_trabalho.pdf>. Acesso em 22 novembro 2015.

GHINATO, P. **Elementos fundamentais do Sistema Toyota de Produção. In: Produção e Competitividade: Aplicações e Inovações.** Ed.: Almeida & Souza, Editora Universitária da UFPE, Recife, 2000.

GOMES, F. P; ARAUJO, R. M. **Pesquisa Quanti-Qualitativa em Administração: uma visão holística do objeto em estudo.** Disponível em <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/8semead/resultado/trabalhosPDF/152.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2015.

GOUNET, T. **Fordismo e toyotismo na civilização do automóvel**. São Paulo: Boitempo, 1999.

Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Censos demográficos dos anos de 2000 a 2010**. Rio de Janeiro: IBGE

INVERNIZZI, G. **O sistema lean de manufatura aplicado em uma indústria de autopeças produtora de filtros automotivos**. 2006.99p. Dissertação mestrado – UEC-Faculdade de Engenharia Mecânica. Campinas. 17-03-2006.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Expoo 2000, Technical Research Centre of Finland, VTT Publications 408, 296p, 2000.

LIKER, J. K. **The Toyota Way. 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer**. New York: McGraw-Hill, 330 p., 2004.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A.; **Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction**. XIII SIMPEP. Bauru, 2006. Disponível em: <http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/505.pdf> Acesso em: 20 janeiro 2016.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração: da revolução urbana à revolução digital**. 5. ed. – São Paulo: Atlas, 2005.

NAZARENO, R.R. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implantação de sistemas de produção enxuta**. Dissertação mestrado. Escola de São Carlos Engenharia de São Paulo, Universidade de São Paulo, 2003.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

OLIVEIRA, V.F.; ARAUJO, E. A. **O papel da indústria da construção civil na organização do espaço e do desenvolvimento regional**. Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade de Taubaté (UNITAU), Taubaté-SP 2012.

OYAMA, R. A.; MOTA, S. B.; **Aplicação dos princípios da construção enxuta em uma obra vertical**. Trabalho de Conclusão de curso (engenharia civil), Belém, 2010.

PERIARD, G. **Sobre Administração: Produção Puxada e Empurrada – Conceito e Aplicação**. Disponível em: <http://www.sobreadministracao.com/producao-puxada-e-empurrada-conceito-e-aplicacao/> > . Acesso em: 30 JAN. 2016.

RAWABDEDH, I. “**Model for the a e ment of wa te in job hop enviroment**”, **International Journal of Operations & Production Management**, Vol 25, n 8, 2005.

SARCINELLI, W. T. **Construção Enxuta Através da Padronização de Tarefas e Projetos**. Monografia apresentada a Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do título de especialista em construção civil, 2008.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**; 2º edição - Porto Alegre: Bookman, 2013.

SLACK, N. **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2002.

SMALLEY, A. **Criando o Sistema Nivelado Puxado**. EUA: Lean Enterprise Institute, 2004.

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

STERLING, A.; BOXALL, P.; **Lean production, employee learning and workplace outcomes: a case analysis through the ability-motivation-opportunity framework.** Human Resource Management Journal, v. 23, n. 3, 2013.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas.** 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 8.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROSS, D. **The machine that changed the world.** Macmillan publishing Company, New York, USA, 1990.

ANEXO A - Quadro que explana a relação entre os desperdícios

Estoque – (Chefe de Logística)	
I_D	O aumento do inventário (estoque), material em processo irá aumentar a probabilidade de se tornar à produção defeituosa devido o mau gerenciamento desse material.
I_M	O aumento do inventário irá aumentar o acesso, manuseio e de movimentação.
I_T	O aumento do inventário às vezes bloqueia o espaço disponíveis, tornando a atividade produtiva de transporte mais demorado.
Defeitos – (Supervisor de Qualidade)	
D_O	A atividade de excesso de produção aparece, a fim de superar a falta de material (argamassa) e devido à presença de defeitos.
D_I	Produção de produtos defeituosos que precisavam ser retrabalhados significa que o aumento dos níveis de material em processo existe na forma de estoque.
D_M	A falta de padronização de métodos produz defeitos, aumentando o tempo de movimentação e gerando desperdícios de material (argamassa), criando assim retrabalhos. Necessitando de treinamento e habilidades mais elevadas para solucioná-los.
D_W	O retrabalho reservará um tempo adicional no aguardo do material para ser processado.
Movimento – (Supervisor da Engenharia)	
M_I	Métodos de trabalho não padronizados levam a uma grande quantidade de trabalho em processo, fluxo descontínuo. Movimento desnecessário.
M_D	A falta de treinamento e de padronização significa que a percentagem de defeitos aumentará.
M_P	Quando os trabalhos não são padronizados, o processamento de perdas aumentará devido à falta de compreensão da capacidade.
Transporte – (Chefe de Logística)	
T_I	Número insuficiente de equipamento de movimentação de material (giricas) e devido ao alto fluxo de materiais para ser transportado pelo o elevador cremalheira, conduz a um maior inventário que pode afetar outros processos.
T_W	Se giricas é insuficiente, isto significa que itens permanecerão ociosos, aguardando ser transportado.
Processo – (Chefe da Manutenção)	
P_D	Se as máquinas não forem realizada manutenção devidamente, defeitos serão produzidos.
P_M	Novas tecnologias de processos que precisa de treinamento criam desperdícios de movimento de pessoal. (Cremalheira e betoneira)
P_W	Quando a tecnologia usada é inadequada, os tempos de preparação de máquina e tempos repetitivos de parada levarão um tempo maior de espera.
Espera – (Chefe de Produção)	
W_I	A espera para a argamassa ser processada, gerando estoque de materiais em processo.
W_D	Itens em espera podem causar defeitos devido a condições inadequadas.
W_P	Itens em espera ocasionam perda por processamento, devido a necessidade de alterações realizadas no material.

ANEXO B - Questionário de critérios para avaliar os pontos fortes relações de desperdícios.

Perguntas	Peso
(1) Produz j¹	
Sempre	4
Às vezes	2
Raramente	0
(2) Qual é o tipo de relacionamento entre i e j	
i aumenta a medida que j aumenta	2
Com o aumento de i o j permanece constante	1
É aleatório, depende da condição	0
(3) O efeito da j devido a i	
Aparece direta e claramente	4
Precisa de tempo para aparece	2
Muitas vezes não aparece	0
(4) A eliminação do efeito de i sobre j é obtida por:	
Engenharia e Métodos	2
Simple e direto	1
Treinamento	0
(5) O efeito de j devido ao i, influências principais:	
Qualidade dos produtos	1
Produtividade dos recursos	1
Tempo	1
Qualidade e Produtividade	2
Produtividade e Tempo	2
Qualidade e Tempo	2
Qualidade, Produtividade e Tempo	4
(6) Com que grau o efeito de i sobre j aumenta o tempo de fabricação?	
Alto grau	4
Médio grau	2
Baixo grau	0

APÊNDICE A - Ficha de gerenciamento *kanban*.

FICHA DE GERENCIAMENTO KANBAN

Obra:	Data
Setor:	
Controlado por:	

Item	Material	Quantidade	Pavimento	Equipe	Hora Pedido
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Fonte: Dados da pesquisa (2015)

APÊNDICE B - PROGRAMAÇÃO DOS HORÁRIOS

Programação Cremalheira		Semana 07/03/2016 á 11/03/2016
		Responsável: Popó e Almir
Atividades	Horário	Dias da Semana
Subida de pessoas	07h00min ás 07h30minh	Segunda a sexta
Subida de argamassa (emboço interno, chapisco)	07h30min ás 9:30	Segunda a sexta
Subida de placas de gesso	09h30min ás 10h30min	Segunda/quarta
Descida de entulho de gesso	10h30min ás 11h40min	Segunda/quarta
Descida do pessoal para o almoço	11h40min ás 12h00min	Segunda á sexta
Subida do pessoal	13h: 00min ás13h30min	Segunda a sexta
Subida de argamassa (emboço interno, chapisco)	13h30min ás 14h30min	Segunda a sexta
Descida de entulhos (pastilhas)	14h30min ás 15h30min	Segunda / quarta
Subida de areia	15h30min ás 16h40min	Segunda a quinta
Descida do pessoal	16h40min ás 17h00min	Segunda a sexta

Fonte: Dados da pesquisa (2015)