

ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA - AVEC
CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL - UNIFACOL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL - BACHARELADO

ELIONAY KALINE DE OLIVEIRA GUEDES

**UMA ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN CONSTRUCTION*
PARA CONTROLE DA PRODUTIVIDADE NO SERVIÇO DE REVESTIMENTO
CERÂMICO INTERNO**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO - PE
2021

ELIONAY KALINE DE OLIVEIRA GUEDES

**UMA ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DA METODOLOGIA *LEAN CONSTRUCTION*
PARA CONTROLE DA PRODUTIVIDADE NO SERVIÇO DE REVESTIMENTO
CERÂMICO INTERNO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia
Civil do Centro Universitário FACOL-
UNIFACOL como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Área de Concentração: Gestão de
obras

Orientador(a):

Prof. MSc. Fábio F. Rocha Gomes



ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E CULTURA - AVEC
CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL - UNIFACOL
COORDENAÇÃO DE TCC DO CURSO DE _____



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
ATA DE DEFESA

Nome do Acadêmico:

Título do Trabalho de Conclusão de Curso:

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada
ao Curso de _____ do
Centro Universitário FACOL - UNIFACOL,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em _____.
Área de Concentração:

Orientador:

A Banca Examinadora composta pelos Professores abaixo, sob a Presidência do primeiro, submeteu o candidato à análise da Monografia em nível de Graduação e a julgou nos seguintes termos:

Professor: _____

Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Professor: _____

Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Professor: _____

Julgamento – Nota: _____ Assinatura: _____

Nota Final: _____. Situação do Acadêmico: _____. Data: ___/___/___

MENÇÃO GERAL: _____

Coordenador de TCC do Curso de _____:

< Nome do coordenador de TCC do Curso aqui >

Credenciada pela Portaria nº 644, de 28 de março de 2001 – D.O.U. de 02/04/2001.
Endereço: Rua do Estudante, nº 85 – Bairro Universitário.
CEP: 55612-650 - Vitória de Santo Antão – PE
Telefone: (81) 3114.1200

Este trabalho é dedicado à minha mãe, meu irmão, meu noivo e familiares por sempre me incentivar e apoiar em cada decisão tomada em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me capacitar e me guiar, me dando forças e coragem para superar todos os obstáculos da vida, me fazendo chegar até aqui.

A minha mãe e irmão, Maria Ivânia de Oliveira e Edson Felipe de Oliveira Guedes, que fizeram parte dessa caminhada, estiveram comigo nas horas mais difíceis e felizes da minha vida, oferecendo todo apoio, incentivo e carinho que precisei para conclusão do curso.

Ao meu noivo José Gomes da Silva Neto, pela dedicação oferecida, pelos momentos de companheirismo e por sempre estar presente me apoiando e acreditando em mim.

Aos meus queridos avós, Severina Rosa de Santana Oliveira e José Braz de Oliveira, que sempre foram minhas maiores alegrias.

Aos meus tios e tias, em especial a minha tia Maria da Conceição de Oliveira, pelos incentivos, apoio e dedicação que sempre tiveram por mim.

A empresa por ter me dado todo suporte e apoio que precisava, além da oportunidade de realizar o trabalho de conclusão do curso.

A minha querida Prof.^a Anna Tschá pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho durante meu projeto.

Ao meu prezado orientador Prof.^a MSc. Fábio F. Rocha Gomes, pelo suporte, dedicação e compreensão.

A todos vocês, meu sincero agradecimento e respeito. Muito obrigado!

"Não podemos resolver nossos problemas com o mesmo pensamento que tínhamos quando os criamos".

(ALBERT EINSTEIN, 1905).

RESUMO

O setor da construção civil abrange uma ampla área de trabalho. Está incluída nesta área, atividades referentes às funções de planejamento, projeto, execução, manutenção e restauração de obras em diferentes segmentos, como construção de edifícios residenciais e comerciais. Há construtoras que resistem a mudanças e se mantêm no sistema tradicional, no qual, pode ser observado processos construtivos pouco eficientes, com tendências a passar por modificações em seu cronograma. Pois, apesar de tomar certas precauções nos processos, ainda assim, podem ser afetados por diversos fatores, dentre eles, atraso de material, erros de projeto e atraso de atividade requerida para execução da tarefa seguinte. Visando a redução desses desperdícios, surge a metodologia *Lean Construction*, com o objetivo de otimizar o fluxo de produção e enxugar processos, focando, principalmente, nas atividades que não agregam valor ao cliente externo e interno. Realizado em Bom-jardim PE, o presente trabalho teve como objetivo mensurar o nível de aplicação da filosofia *Lean* em uma obra pública, exclusivamente no serviço de revestimento cerâmico interno, com total de 157,3 metros quadrados e propor melhorias aos aspectos negativos percebidos. Para isto, a metodologia de natureza qualitativa foi dividida em duas grandes etapas, diagnóstico e desenvolvimento de uma nova proposta de ação baseada nos princípios do *Lean Construction*. Como resultado foram preparadas estratégias que pudessem aperfeiçoar a produção através da elaboração de uma nova disposição física ao canteiro, considerando a otimização do fluxo e proposta de uma nova abordagem para criar um ambiente mais produtivo com uma visão enxuta focada na redução de tempo e materiais. Concluiu-se então que a metodologia auxiliou no reconhecimento dos princípios negligenciados e na definição de estratégias pontuais e integradas, que fizessem com que o escopo geral da aplicação do *Lean Construction* fosse aperfeiçoado e seus benefícios alcançados.

Palavras chaves: *Lean construction*. Redução de desperdícios. Revestimento cerâmico.

ABSTRACT

The civil construction sector covers a wide area of work. This area includes activities related to the functions of planning, design, execution, maintenance, and restoration of works in different segments, such as construction of residential and commercial buildings. There are construction companies that resist change and maintain the traditional system, in which inefficient construction processes can be observed, with a tendency to undergo changes in their schedule. Because, despite taking certain precautions in the processes, even so, they can be affected by several factors, including material delay, design errors and delay in the activity required to perform the next task. Aiming at reducing this waste, the Lean Construction philosophy emerges, with the objective of optimizing the production flow and streamlining processes, focusing mainly on activities that do not add value to the external and internal customer. Carried out in Bom-Jardim PE, this study aimed to measure the level of application of the Lean philosophy in a public work, exclusively in the service of internal ceramic coating, with a total of 157.3 square meters and to propose improvements to the perceived negative aspects. For this, the qualitative methodology was divided into two major stages, diagnosis and development of a new action proposal based on Lean Construction principles. As a result, strategies were prepared that could improve production through the development of a new physical layout for the construction site, considering the optimization of the flow and proposal of a new approach to create a more productive environment with a lean vision focused on reducing time and materials. It was then concluded that the methodology helped in the recognition of neglected principles and in the definition of punctual and integrated strategies, which made the general scope of the application of Lean Construction to be improved and its benefits achieved.

Keywords: Lean construction. Waste reduction. Ceramic coating.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Forma tradicional de enxergar a produção	24
FIGURA 2 - Modelo de processo da Construção Enxuta	25
FIGURA 3 - Os sete tipos de desperdícios.....	30
FIGURA 4 - Princípios básicos do <i>Kaizen</i>	34
FIGURA 5 - Quadro <i>Kanban</i>	36
FIGURA 6 - Metodologia 5s	37
FIGURA 7 - Fluxograma do processo	41
FIGURA 8 - Obra em andamento	42
FIGURA 9 - Escola municipal.....	43
FIGURA 10 - Etapas do estudo.....	43
FIGURA 11 - Planta baixa	45
FIGURA 12 - Sistema de revestimento cerâmico	46
FIGURA 13 - Mapeamento de partida	49
FIGURA 14 - Reuniões diárias	49
FIGURA 15 - Método <i>Kaizen</i>	50
FIGURA 16 - Desperdícios.....	51
FIGURA 17 - Organização do estoque.....	51
FIGURA 18 - Melhoria Contínua.....	52
FIGURA 19 - Gestão de resíduos.....	52
FIGURA 20 - Corte de trinchos.....	53
FIGURA 21 - Organização de ferramentas	53
FIGURA 22 - Aplicação de rejunte	55

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Principais benefícios do Planejamento	21
QUADRO 2 - Filosofia Convencional e Nova Filosofia de Produção	23
QUADRO 3 - Vantagens da implementação do sistema <i>Just in time</i>	33
QUADRO 4 - Conceito do 5s	38

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Índice de produtividade.....	48
TABELA 2 - Produtividade diária.....	54

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Dados do método com desperdícios 56

GRÁFICO 2 - Idem gráfico 1 56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

JIT	<i>Just in time</i>
LC	<i>Lean Construction</i>
STP	Sistema Toyota de Produção

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
2.1	Planejamento e Controle de Obras	19
2.1.1	Conceito e benefícios do planejamento de obras	19
2.1.2	Controle da produtividade no setor construtivo	21
2.2	Lean Construction	22
2.2.1	Histórico e conceito	22
2.2.2	Princípios do <i>Lean Construction</i>	25
2.2.3	Implementação do <i>Lean Construction</i>	28
2.2.4	Desperdícios do <i>Lean Construction</i>	29
2.3	Técnicas e ferramentas do <i>Lean Construction</i>	31
2.3.1	<i>Just in time</i>	31
2.3.2	Kaizen	33
2.3.3	<i>Kanban</i>	35
2.3.4	Metodologia 5s	36
3	METODOLOGIA	39
3.1	Caracterização da Pesquisa	39
3.2	Classificação da Pesquisa	40
3.3	Técnicas e ferramentas para coleta de dados	40
3.4	Desenvolvimento da pesquisa	42
3.4.1	Dados da empresa	42
3.4.2	Planejamento da pesquisa	43
3.4.3	Descrição do ambiente	44
4	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	47
4.1	Índice de produtividade	47
4.2	Aplicação da Mentalidade Enxuta no processo	47

4.2.1 Melhoria contínua na gestão de processos.....	49
5 RESULTADOS.....	54
5.1 Resultados diretos.....	54
5.2 Resultados indiretos.....	57
6 DISCUSSÕES.....	58
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS.....	60
APÊNDICE A - Índice de produtividade com desperdícios.....	63
APÊNDICE B - Índice de produtividade sem desperdícios.....	65

1. INTRODUÇÃO

A redução de prazos e custos na construção civil tem sido cada vez mais relevante, dado por exemplo, ao aumento do custo dos insumos da operação, para manter a competitividade do negócio. Conseqüentemente, contar com um sistema de produção contínua, que proporcione aumento da previsibilidade dos desperdícios e margens de produtividade maiores tornou-se importante para construtoras dos mais diferentes portes e localidades.

Imprevistos são uma realidade na construção civil. Porém, os seus efeitos podem ser reduzidos com um bom planejamento. Com base na experiência, é possível prever situações comuns em obras, como atrasos de materiais, compras de última hora, alterações no projeto e incluir no planejamento ações a serem tomadas caso elas ocorram, evitando assim, modificações no cronograma e atraso na conclusão e entrega.

Assim como em qualquer setor do mercado, a construção civil não está imune a situações indesejadas. Segundo Bernardes (2001), um empreendimento na construção civil é imprevisível, complexo e incerto, e, na maioria das vezes, conduzido por planejamento totalmente informal e desorganizado. Algo que pode ser frequente no setor construtivo é a ausência ou mal planejamento de obras. Este fenômeno é sentido muito em obras de pequeno e médio porte, em sua maioria efetuadas por empresas pequenas ou profissionais autônomos.

O planejamento nas obras desempenha um papel de suma importância nas empresas, em virtude do forte impacto causado na eficiência da produção. Para melhorar a produtividade, os gestores podem realizar várias modificações, como reavaliar métodos de execução, implantar tecnologias e aperfeiçoar a qualidade da mão de obra. Além do planejamento, é essencial também ter o controle da produção, que consiste basicamente em verificar se o andamento dela está ocorrendo conforme planejado, diminuindo assim, falhas, retrabalho e perda de materiais e capital. Visto que, as deficiências no planejamento e no controle podem estar relacionadas à baixa produtividade do setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos.

Devido a importância de ambos, planejamento e controle, foram desenvolvidas ferramentas e metodologias para nortear os profissionais da área da construção civil, dentre elas o *Lean Construction* (LC), ou “Construção Enxuta”. O conceito do *Lean Construction* tem em suas origens o Sistema Toyota de Produção (STP). Assim, como em diferentes setores produtivos, as práticas e conceitos trazidos pela montadora japonesa também chegaram à construção civil. Surgiu com o trabalho do pesquisador Lauri Koskela, em 1992, para melhoria da gestão das obras civis. O *Lean Construction* gera vantagens para o ramo da construção civil, pois seu objetivo é aumentar a eficiência desde o planejamento até a execução de todas as frentes de trabalho. Com este conceito, elimina-se desperdícios e cria um fluxo de trabalho mais confiável.

Segundo Formoso (2002), diferentemente do método tradicional de produção, no qual enxerga-se os processos como constituídos somente por atividades de conversão de matéria-prima em produto, o *Lean Construction* considera que a produção é composta de atividades de conversão e atividades de fluxo de valor.

Fluxo de valor são todas as atividades, que agregam valor final como, por exemplo: assentamento do revestimento cerâmico e das que não agregam valor ao produto, como: o transporte das cerâmicas até os pontos de aplicação, a espera por materiais ou até mesmo a movimentação de pessoas, necessárias para transformação de insumos em produtos, desde a demanda do consumidor até o produto chegar ao cliente final.

Diante disso, para a construção da monografia, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: é possível melhorar a produtividade, reduzir os desperdícios e melhorar o fluxo de trabalho, através do aprimoramento dos serviços e método de trabalho?

Por essas razões, este trabalho realizou uma avaliação de um canteiro de obras e diagnosticou-se um recurso simples e eficaz, que seria desenvolver um sistema formal para controlar os processos no serviço de assentamento do revestimento cerâmico interno, em uma escola municipal na cidade de Bom- Jardim, Pernambuco. Portanto foi apostado nos conceitos do *Lean Construction*, por já possuir resultados comprovados em ambientes construtivos.

O objetivo geral deste trabalho é analisar os efeitos da aplicação do conceito do *Lean Construction* ou “Construção Enxuta”, com foco no planejamento e controle da produtividade de 157,3 m² de revestimento cerâmico interno, de um pátio coberto, que

mede cerca de 423,20 m² de área. Através de um estudo de caso em uma obra pública, localizada em Bom- Jardim, objetivando a diminuição de desperdícios de tempo e materiais e aumento da produtividade no canteiro de obras. Como específicos, pretende-se elaborar um diagnóstico do cenário atual do sistema produtivo e identificar as oportunidades para aplicar a filosofia *Lean Construction*; propor um plano de ações para melhoria do sistema produtivo da obra; comparar os resultados obtidos em relação ao método tradicional; aplicar a metodologia 5s e Kaizen.

O ambiente empresarial tornou-se cada vez mais competitivo, por este motivo, é essencial que as empresas dêem maior importância aos seus processos produtivos, visando maior produção, menores custos e menor tempo de entrega, para conseguirem se manter competitivas no mercado. A mão-de-obra, por sua vez, encontra-se como o ponto principal a ser analisado. Pois, é através dela que se obtém resultados financeiros advindos da produtividade, andamento no cronograma e serviços executados no tempo previsto.

Diante desse cenário, uma das alternativas que algumas empresas adotaram para aumentar sua competitividade e relevância no mercado, foi utilizar a filosofia “Construção Enxuta” em seus processos.

A Construção Enxuta é basicamente aplicada em obras, técnicas simples e eficientes, adequando as necessidades atuais no setor da construção civil, setor este, caracterizado pela precariedade na qualificação de mão-de-obra, ausência de profissionais qualificados para suas funções e metodologias ultrapassadas.

As aplicações de técnicas modernas auxiliam as empresas a melhorarem seus processos produtivos, permitindo por exemplo, a constatação das atividades que não agregam valor ao produto final e que podem ser reduzidas ou até mesmo descartadas. Assim, conseqüentemente aumentando a produtividade, a qualidade das entregas e gerando mais eficiência na rotina da obra.

Deste modo, tais modificações podem ser alcançadas através da aplicação de ferramentas e conceitos da filosofia enxuta, que são amplamente difundidas, estudadas e testadas podendo gerar resultados positivos, tais como: Eliminar atividades que não agregam valor, diminuir a variabilidade e otimizar o tempo tornando o ambiente mais produtivo e sem desperdícios.

A estrutura do trabalho está dividida em cinco capítulos:

O primeiro capítulo apresenta uma introdução abordando a importância do tema escolhido, o cenário atual do setor da construção civil e o surgimento da filosofia enxuta. Em seguida é destacado, os objetivos a serem alcançados e a justificativa.

No segundo capítulo é realizada a revisão bibliográfica abordando os conceitos, os princípios da *Lean Construction*, assim como, algumas ferramentas para sua aplicação a fim de solucionar o problema encontrado.

No terceiro capítulo apresenta-se a metodologia de planejamento e controle aplicada em um estudo de casos, numa obra de uma escola municipal, em Bom-Jardim, Pernambuco, em um serviço específico, o assentamento do revestimento cerâmico interno. Contendo o método de abordagem, a técnica de pesquisa escolhida para tratar o tema e as etapas de pesquisa.

Já no quarto capítulo analisa-se os resultados da produtividade obtidos através dos dados coletados ao longo do estudo, comparando com os padrões iniciais, com a finalidade de apontar as melhorias e expandi-la para uma melhoria contínua no sistema produtivo.

No quinto capítulo é descrita a conclusão em consequência dos resultados obtidos e as considerações finais. Por fim, a estrutura do trabalho finaliza com as referências bibliográficas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção científica tem na sua revisão do estado da arte o seu ponto de partida para construção de um trabalho acadêmico. Por este motivo, neste capítulo apresenta-se a fundamentação teórica sobre os conceitos, princípios e as principais ferramentas do *Lean Construction* ou “Construção Enxuta”.

2.1 Planejamento e Controle de Obras

Os processos de planejamento e controle de obras são fundamentais para o gerenciamento. Tendo em vista que, o planejamento de obras é um processo que engloba todas as etapas anteriores à construção, passando por levantamento dos custos, elaboração do cronograma e estudo de viabilidade. O controle de obras, por sua vez, auxilia na busca por desvios e antecipa as falhas. Ambos, auxiliam na gestão das obras, aumentam a produtividade e diminui os desperdícios (NOCÊRA, 2010). Neste contexto, verifica-se a importância de se apresentar os conceitos e vantagens do planejamento e controle da produção dos serviços, no setor da construção civil.

2.1.1 Conceito e benefícios do planejamento de obras

O planejamento consiste em uma importante tarefa de gestão que está relacionada com a preparação, organização e estruturação de um determinado objetivo, ou seja, preparar-se antecipadamente com recursos adequados evitando problemas durante a execução (NOCÊRA, 2010).

É, portanto, um sistema de produção que tem como objetivo ser um processo racional, que faz com que organizações atinjam o seu melhor desempenho, reduzindo a ocorrência de problemas e aumentando a eficácia das decisões.

Novais (2000) determina planejamento e controle de obra como uma garantia de que a produção seja eficaz e execute os serviços como foram projetados, deste modo, garantindo que os recursos estejam disponíveis na quantidade apropriada, no momento certo e em nível de qualidade especificado.

As empresas do setor da construção civil costumam passar por dificuldades para controlar a execução de uma obra, este fato, ocorre muitas vezes por não terem realizado o planejamento e controle de obras de forma adequada, podendo assim, gerar atrasos e gastos maiores que o necessário, além de comprometer a qualidade dos serviços.

De acordo com Mattos (2010), a deficiência do planejamento pode trazer consequências desastrosas para uma obra e, por extensão, para a empresa que a executa. Algumas causas podem ser advindas dos seguintes aspectos:

- Planejamento e controle como atividades de um único setor;
- Descrédito por falta de certeza nos parâmetros;
- Planejamento excessivamente informal;
- Mito de tocadador de obras.

Ao iniciar um projeto é necessário ter objetivos claros quanto aos custos, tempo e qualidade. Uma vez que, para o êxito do projeto, este deve ser iniciado contendo uma série de etapas sequenciais, como: iniciação, planejamento, execução, controle, monitoramento, encerramento e uma visão global do ambiente de trabalho, observando principalmente as atividades que podem gerar atrasos, como também manter um controle constante dos operários e da produção.

Entretanto, mesmo que já se tenha um planejamento definido, há diversas razões pelas quais o projeto pode falhar, tais como, a falta de compromisso de um membro da equipe, prioridades inadequadas, falta de comunicação e definições de objetivos.

No planejamento devem ser escolhidos os métodos executivos de cada tarefa, verificadas as relações de interdependência entre elas, a duração de cada uma, o tamanho das equipes e suas produtividades, assim como, a definição da melhor sequência construtiva. Um bom planejamento pode gerar mais resultados, os quais podem beneficiar a obra, além de garantir que o empreendimento esteja dentro do prazo.

Segundo Mattos (2010) o planejamento é a chave de qualquer empreendimento, seja ele público ou privado, ele possibilita uma visão ampla do

empreendimento mesmo antes de ser projetado, porém é importante ressaltar que, ele não ocorre apenas antes da obra, mas também em todo acompanhamento desde suas etapas construtivas até finalizar a construção. Os principais benefícios para um bom planejamento, estão explicitados no Quadro 1:

QUADRO 1 - Principais benefícios do Planejamento

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DO PLANEJAMENTO
CONHECIMENTO PLENO DA OBRA
DETECÇÃO DE SITUAÇÕES DESFAVORÁVEIS
AGILIDADE DE DECISÕES
RELAÇÃO COM O ORÇAMENTO
OTIMIZAÇÃO DA ALOCAÇÃO DE RECURSOS
REFERÊNCIA PARA ACOMPANHAMENTO
PADRONIZAÇÃO
REFERÊNCIA PARA METAS
DOCUMENTAÇÃO E RASTREABILIDADE
CRIAÇÃO DE DADOS HISTÓRICOS
PROFISSIONALISMO

Fonte: Adaptado de Mattos (2010, p.21)

2.1.2 Controle da produtividade no setor construtivo

A produtividade no canteiro de obras está relacionada ao quanto é possível construir em um determinado período. Porém, não está necessariamente vinculada ao aumento da produção, pois, na maioria das vezes este aumento na construção civil, está ligado a uma quantidade maior de mão de obra, conseqüentemente, resultando no aumento de gastos.

No setor construtivo a produtividade tem um foco totalmente diferente, tendo como objetivo: A diminuição na quantidade de operários, otimização do uso de máquinas e insumos, além de, buscar manter a produção com menores gastos.

Apesar de diversos benefícios, melhorar a produtividade no canteiro de obras vai além da redução do tempo de entrega, pelo fato das obras serem finalizadas

conforme o prazo acordado e a obter custos menores, esse fenômeno vai resultar em mais competitividade para os empreiteiros.

Sobretudo, é importante ressaltar que um canteiro de obras bem planejado é possível manter um ritmo de produtividade contínua, alcançar resultados positivos e evitar atrasos, por este motivo, o planejamento é uma etapa muito importante para o sucesso de qualquer obra. Ele determina todo andamento do processo, reduz os custos e o tempo, cumprindo os prazos e datas de entrega, caso ele seja executado corretamente.

Segundo Limmer (2012) o planejamento de um projeto é feito de um nível estratégico, no qual orienta a visão do futuro da organização, e tático, que por sua vez, cria metas e condições para as ações do planejamento estratégico serem atingidas. Assim, sucessivamente é desenvolvido em nível operacional, constituindo-se em programações no decorrer do avanço do projeto.

Entretanto, o controle da produção é uma ferramenta que junto ao planejamento, verifica as etapas dos serviços, assegurando que os prazos estipulados no cronograma de obras, sejam cumpridos conforme planejado.

2.2 *Lean Construction*

Neste capítulo, será apresentado um breve histórico sobre o *Lean Construction*, bem como conceito, princípios, implementação e os desperdícios relacionados à “Construção Enxuta”.

2.2.1 Histórico e conceito

O conceito *Lean Construction* foi desenvolvido no Japão em 1956, por Taiichi Ohno e Shigeo Shingo, tendo como base o Sistema Toyota de Produção (STP). Com objetivo de diminuir os desperdícios na construção civil, como matéria prima, tempo e capital. Assim, consequentemente, aumentando a produtividade, melhorando a

qualidade das entregas e gerando mais eficiência na rotina da obra.

O foco do Sistema Toyota de Produção é a eliminação de desperdícios sem criar estoque, por meio de pequenos lotes de produção, menor tempo de preparação e cooperação e integração com fornecedores (MONDEN, 1983; OHNO, 1988; SHINGO, 1986; SHINGO, 1988).

O STP, conhecido como Toyotismo, é um sistema de produção que aumenta a produtividade e a eficiência, evitando o desperdício sem criar estoque, como tempo de espera, superprodução, transporte e inventário desnecessário. A partir do Sistema Toyota de Produção, foi desenvolvido o *Lean Manufacturing* “Produção Enxuta”, ou seja, um sistema com foco em operações empresariais, envolvendo desde a gestão até a produção.

Em 1992, Lauri Koskela estabeleceu por meio de um documento intitulado “A teoria da gestão da produção aplicada à construção”, a importância do conceito *Lean Construction*, destacando as diferenças mais relevantes entre a produção convencional e a nova filosofia de produção, conforme apresentado no Quadro 2. Ele traz a mentalidade enxuta para o ambiente da construção civil, adaptando-a para o canteiro de obras.

QUADRO 2- Filosofia Convencional e Nova Filosofia de Produção

	Filosofia convencional de produção	Nova filosofia de produção
Conceito de produção	Produção constituída de conversão, todas as atividades agregam valor	Produção constituída de conversão e fluxo. Existem atividades que agregam valor e atividades que não agregam valor.
Foco de controle	Custo da atividade	Custo, tempo e valor dos fluxos.
Foco de melhoria	Aumento da eficiência pela implementação de novas tecnologias	Eliminação ou diminuição de atividades que não agregam valor, aumento da eficiência de atividades que agregam valor de melhoria contínua e novas tecnologias.

Fonte: Adaptado de Koskela (1993 *apud* PERETTI *et al.*, 2013).

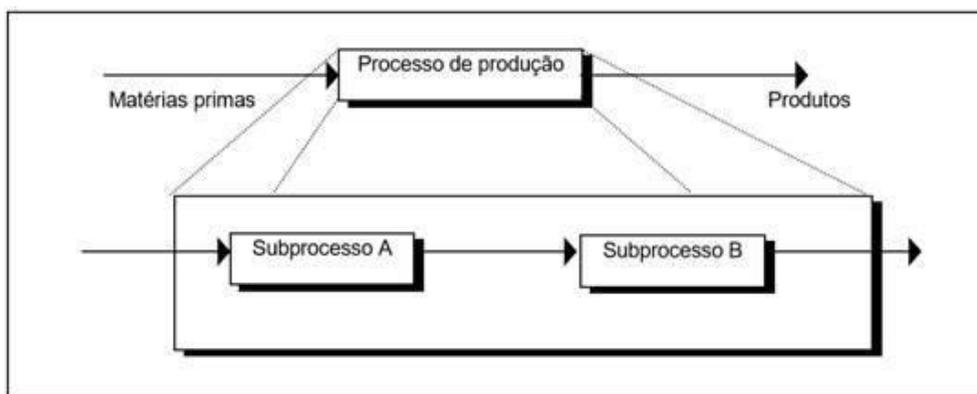
A filosofia LC, também conhecida como “Construção Enxuta”, é uma nova forma de produção para construção civil, onde representa a quebra do modelo tradicional para uma nova forma de gerenciamento KOSKELA (1992).

Segundo Formoso (2002), o que diferencia a filosofia de gerenciamento tradicional para o *Lean Construction* é a maneira conceitual, pois se trata de um novo

modelo de produção. No modelo tradicionalmente utilizado na construção civil, conforme apresentado na Figura 1, a produção é tida como um conjunto de atividades de conversão, que transformam os insumos em produtos intermediários, como por exemplo, a alvenaria e revestimentos.

No modelo tradicional, o processo de conversão é subdividido em subprocessos, onde também são denominados processos de conversão, a diminuição do custo total de um processo de produção, tem como foco a diminuição do custo de cada subprocesso e o valor do produto de um sub- processo, por sua vez, é associado somente ao custo dos seus insumos. Geralmente, este modelo é adotado nos orçamentos convencionais e nos planos de obra onde são apresentadas apenas atividades de conversão.

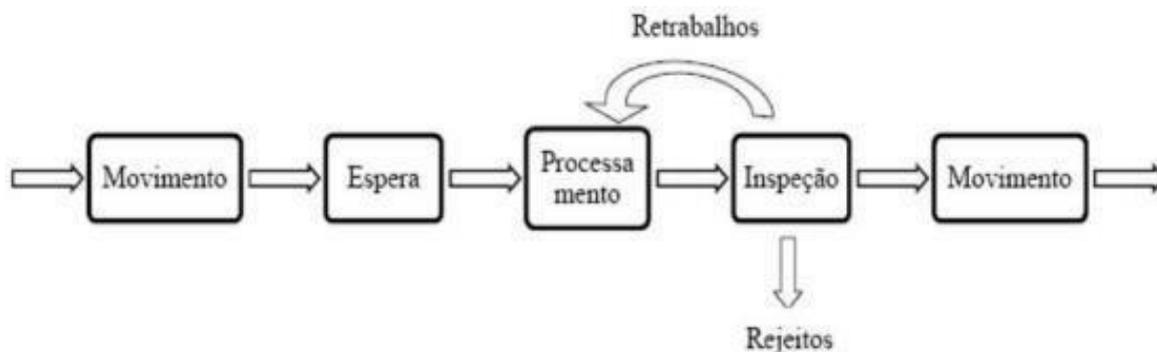
FIGURA 1 - Forma tradicional de enxergar a produção



Fonte: Adaptado de Formoso, (2002).

Porém, por obter foco somente nas atividades de conversão, surgem algumas deficiências nesta abordagem, tais como: as atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão não são devidamente consideradas e os requisitos dos clientes (interno e externo) não são considerados.

Segundo Koskela (2000), o modelo de processo do *Lean Construction* conforme visto na Figura 2, propõe uma visão mais ampla, pois assume um processo de fluxo contínuo, combinando atividades de conversão (processamento) e fluxo (espera, transporte), desde a matéria prima até o produto final. Essas atividades são divididas em: atividades que agregam valor ao produto e atividades que não agregam valor.

FIGURA 2 - Modelo de processo da Construção Enxuta

Fonte: Adaptado de Koskela, (1992)

Atividades como por exemplo, movimento, fluxo de materiais, espera e retrabalho não agregam valor ao produto final. Deste modo, a mentalidade enxuta visa reduzir ou eliminar ao máximo todo desperdício, obter transparência nos processos, maior qualidade, reduzir custos e fluxo contínuo de produção, por isso é bastante utilizado durante o gerenciamento de projetos. Ou seja, para a metodologia do *Lean Construction*, o conceito de valor está relacionado diretamente à satisfação do cliente, não sendo basicamente ligado à execução do processo.

Além dos conceitos básicos, o *Lean Construction* apresenta um conjunto de princípios para gestão de processos, que serão apontados na próxima seção.

2.2.2 Princípios do *Lean Construction*

Segundo Koskela (1992), a filosofia *Lean Construction* é baseada em 11 princípios, onde são interligados e devem ser aplicados de forma integrada na gestão de processos para que alcance os resultados almejados de forma otimizada, ou seja, utilizando menos recursos e menos tempo para atingir as metas planejadas, tais como:

- Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;
- Aumentar o valor do produto ou serviço a partir das considerações dos clientes externos e internos;
- Reduzir a Variabilidade;

- Reduzir tempo de ciclo;
- Minimizar o número de passos e partes;
- Aumentar a flexibilidade da saída;
- Aumentar a transparência do processo;
- Focar o controle no processo global;
- Introduzir melhorias contínuas no processo;
- Equilibrar melhorias de fluxo de conversão;
- Aprender com referências de ponta *Benchmarking*.

No primeiro princípio as atividades podem ser definidas como atividades que agregam valor e atividades que não agregam valor (desperdícios), ou seja, visa melhorar a produtividade e reduzir as atividades que gastam mais tempo, recurso ou espaço, sem agregar valor (ARANTES, 2008).

Outro princípio básico é aumentar o valor do produto ou serviço considerando os requisitos do cliente. Segundo Koskela (1992 *apud* CAMERA, 2015), o valor não é uma qualidade inerente ao processo de conversão, mas é gerado como consequência do atendimento às necessidades do cliente. Por este motivo, é necessário que seja identificado claramente as necessidades do cliente, tanto interno como externo, e ela seja considerada no projeto e na gestão da produção.

Destaca-se também a redução da variabilidade, onde implica em ferramentas e pessoas dedicadas à prática repetitiva de uma atividade, além de proporcionar métodos que permitam a conferência de erros e torne o profissional que pratica determinada atividade repetitiva em uma pessoa mais produtiva, o sequenciamento das atividades se torna mais claro e as dúvidas referentes ao processo sem repetição são eliminadas. Segundo Shingo (1986), a padronização de procedimentos é, normalmente, o melhor caminho para conseguir reduzir a variabilidade, tanto na conversão quanto no fluxo do processo de produção.

Ainda tem-se a redução do tempo de ciclo da produção, este princípio tem origem na filosofia *Just in time* (JIT) e sua aplicação está relacionada a necessidade de reduzir o tempo disponível, melhorando a produtividade através da redução ou até mesmo eliminação dos desperdícios inerente a todo processo produtivo e com base

na compreensão do tempo das atividades de inspeção, espera e movimentação, é possível obter tal redução (FORMOSO, 2000 *apud* CAMERA *et. al.*, 2015).

Importante destacar também, o princípio de simplificação por meio da minimização do número de passos e partes. Segundo Bernardes (2003) a simplificação é a redução do número de componentes ou a redução do número de partes ou estágios num fluxo de materiais ou informações. Este princípio é utilizado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados.

Outro princípio fundamental é o aumento da flexibilidade das saídas, este conceito refere-se à possibilidade de alterar as características do produto ofertado ao cliente sem provocar aumento significativo nos custos. Está relacionado a outros princípios básicos como aumento da transparência do processo e redução do tempo de ciclo da produção e são tratados de maneira conjunta.

A implantação da transparência do processo tende a exibir os pontos falhos existentes nos fluxos produtivos, além de aumentar e melhorar o acesso à informação de todos os usuários. Segundo Koskela (1992), ao proporcionar maior transparência aos processos produtivos, é possível obter a diminuição nas ocorrências de erros na produção.

O foco no controle do processo significa entregar a obra no prazo estimado, com custo e qualidade acordada com o cliente antes da execução. O objetivo principal deste conceito é fornecer e agregar valor ao cliente. Deste modo, há pelo menos, dois pré-requisitos para focar no controle do processo de produção: todo processo deve ser medido e deve haver um responsável pelo controle do mesmo (ISATTO *et. al.*, 2000 *apud* CAMERA *et. al.*, 2015).

Introduzir melhorias contínuas no processo, em que basicamente, seu foco principal é a redução de desperdícios e aumento do valor do produto, que são atividades interativas e devem ser feitas continuamente. A melhoria contínua é um princípio básico para que todo potencial de melhoria possa ser testado e se for bem-sucedido deve ser incorporado, pois deste modo será possível enxergar a evolução das práticas e técnicas construtivas. Segundo Koskela (2002), os esforços para a redução do desperdício e do aumento do valor do produto devem ocorrer de maneira contínua na empresa.

Equilibrar melhorias no fluxo e nas conversões, ou seja, realizar uma melhoria no fluxo produtivo paralelamente a uma melhoria na conversão. Para Koskela (1992) no processo produtivo há diferenças de potencial entre a melhoria de conversão e

fluxo. De forma geral, quanto maior a complexidade do processo, maior é o impacto das melhorias, sobretudo, quanto maior os desperdícios ao processo produtivo, mas proveitosos serão os benefícios das melhorias de fluxo, comparados as melhorias na conversão.

E, por fim, aprender através de *benchmarking*, que consiste no processo de busca das melhores práticas de gestão numa determinada empresa, compreensão de conceitos e sua adaptação à realidade da organização. Porém, é necessário conhecer o processo, os concorrentes, e assim, compreender e analisar as melhores práticas.

2.2.3 Implementação do *Lean Construction*

A implementação do *Lean Construction* no setor da construção civil pode ser desafiante, porém traz inúmeras vantagens. O principal objetivo dessa filosofia é oferecer um método de trabalho personalizado sem desperdícios de ações subsequentes que podem ser necessárias para o sucesso do seu projeto. Segundo Womack e Jones (1998) a filosofia *Lean* não deve ser usada apenas para tornar empresas competitivas, mas sim, ser empregada para definir uma nova forma delas lidarem com os negócios, a qual devem inserir elementos de pensamento enxuta.

Porém, a implementação do *Lean* vai mais além dos conceitos, o comprometimento e a participação dos líderes são fundamentais para o sucesso de uma produção enxuta: É necessário que tanto a gestão, quanto os funcionários que atuarão no canteiro de obras estejam cientes da importância da metodologia e das ferramentas utilizadas; Que haja treinamento para a equipe de trabalhadores; Um planejamento detalhado das etapas da obra, principalmente relacionado ao quantitativo de materiais que serão utilizados; Monitoramento e controle de atividades a serem executadas e execução dos planos de melhorias, através da implantação da ferramenta de melhoria contínua *Kaizen*.

Na filosofia *Lean Construction*, existem 4 tipos de fluxos em projetos de construção: o fluxo de montagem, fluxo de materiais, fluxo de informações e fluxo de trabalho, que são utilizados como base para identificar os princípios dessa metodologia e definir soluções para alcançá-las. Ela busca melhorar e otimizar esses

fluxos ao longo de um projeto, para atingir os objetivos propostos por Koskela, tais como: a redução de custos, a otimização de tempo e o aumento do valor para o cliente (ALARCON; PELLICER, 2009).

Segundo Pons (2014) para garantir valor ao cliente com desperdícios reduzidos é necessário que a administração da obra tenha boa comunicação e haja uma constante atualização de informações, entre eles.

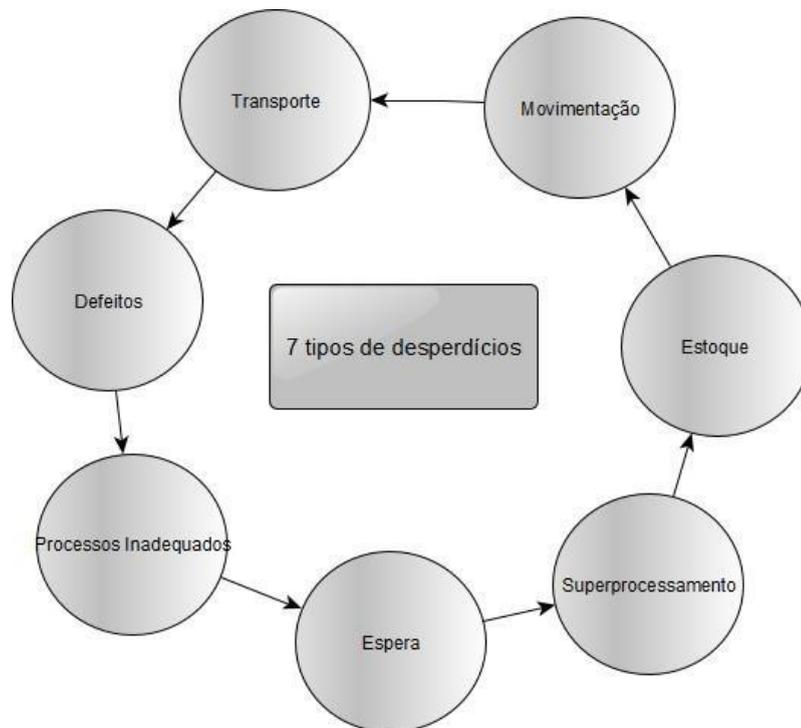
2.2.4 Desperdícios do *Lean Construction*

Ao se pensar em desperdícios ou perdas na construção civil, logo este pensamento é associado a entulho, ou seja, materiais sem condições de reaproveitamento. porém, nem sempre este conceito é adequado, pois nos levar a entender que uma obra eficiente é aquela não há entulhos, não havendo espaço para implantar melhorias (ISATTO *et al.* 2000).

Ainda segundo o autor, na construção enxuta as perdas estão relacionadas com atividades que agregam ou não valor ao produto final, não se limitando apenas a perdas de materiais. Logo, estas perdas estão associadas a mão de obra, equipamentos e capital. As atividades que não agregam valor, por exemplo, podem ser reduzidas ou até mesmo eliminadas conforme a modificação do método de trabalho atual.

De acordo com Arantes (2008) os desperdícios na construção civil são classificados em 3 grupos: tempo, material e valor. Eles são variados e podem surgir em qualquer fase do processo produtivo, porém, para que seja possível eliminá-los é necessário vê-los e reconhecê-los, identificando quem é o responsável por eles, pois os desperdícios que não se pode ver, não podem ser eliminados.

O Sistema Toyota de Produção identifica conforme Deschamps (2015), sete tipos de desperdícios os quais são especificados na Figura 3, os mesmos podem ser evitáveis, caso contrário, interrompem o fluxo físico dentro de uma planta de produção (PONS, 2014):

FIGURA 3 - Os sete tipos de desperdícios

Fonte: Adaptado de Shingo, (1986)

- a) Desperdícios por movimentação: As perdas por movimentação ocorrem quando os operários realizam movimentos desnecessários no ambiente de trabalho, ou seja, sem agregar valor ao produto final, como por exemplo, o deslocamento para buscar por materiais ou ferramentas;
- b) Estoque: Excesso de material no canteiro de obras, que não são processados;
- c) Superprocessamento: Realização de atividades que não são necessárias, ou seja, execução de processos que não são exigidos pelo cliente ou utilização de técnicas que não são adequadas;
- d) Espera: O desperdício de espera interrompe o fluxo, pois está relacionado ao tempo gasto por operários aguardando por informações ou dúvidas, acarretando paradas nos serviços por falta de disponibilidade de equipamentos ou materiais;
- e) Processos inadequados: Realização de atividades que não agrega valor e as tornam complexas e até mesmo desnecessárias;
- f) Defeitos: Este desperdício está relacionado a diversos fatores, tais como: falta de padronização do processo ou falta de treinamento, tendo como consequência o retrabalho;

- g) Transporte: Movimentação de materiais mal realizada ou desnecessária é uma atividade que não agrega valor ao produto.

2.3 Técnicas e ferramentas do *Lean Construction*

Para que as atividades aconteçam conforme planejado, o Engenheiro civil deverá ter auxílio de algumas técnicas e ferramentas, que irão auxiliar, verificar e solucionar possíveis desvios no decorrer da execução da obra, possibilitando que ela cumpra o cronograma no prazo estimado.

Neste trabalho, será abordada algumas técnicas e ferramentas como: *Just in time*, *Kaizen*, *Kanban* e a metodologia 5S.

2.3.1 Just in time

No início dos anos 70, Taiichi Ohno desenvolveu e implantou na Toyota Motor Company, o *Just in Time*, uma técnica de gestão da produção que garantia combater toda atividade que consome recursos e não agrega valor ao produto. Com a implementação do JIT, a Toyota conseguiu otimizar sua produção e reduzir custos, por este motivo, com o passar dos anos, tal abordagem deixou de ser somente aplicada em centros automotivos, sendo utilizada, também, em outros ramos manufatureiros (SLACK *et al.* 2009).

Just in time significa “no tempo justo” é basicamente, um tipo de metodologia *Lean*, projetada para aumentar a eficiência, reduzir os custos e desperdícios. Um dos seus objetivos é a busca constante da redução dos estoques, que nada deve ser produzido, transportado ou adquirido antes da hora. Assim, conseqüentemente, apenas se recebe as mercadorias quando são necessárias.

A princípio, JIT era definido como a capacidade de se obter a quantidade adequada de material no momento certo, porém, com o passar do tempo a visão do

JIT evoluiu e este método não se concentrava, mas apenas no fluxo de material. Deste modo, surgiram dois modelos a serem seguidos, tais como: o lírico e o pragmático. No lírico, o JIT é visto e tratado como uma filosofia. Já no pragmático, é visto como resultado de uma série de ações que devem ser executadas dentro de um determinado tempo, como por exemplo, a melhoria do controle de estoque e um melhor plano de produção, focado nas atividades fundamentais e na melhoria contínua da qualidade (ALCARAZ *et al.* 2014; ASRI *et al.* 2016; GÉLINAS, 1999; HÜTTMEIR *et al.* 2009; SENGUPTA *et al.* 1993).

Sobretudo, o objetivo principal do JIT é melhorar a eficiência da linha de produção, visando obter produtos e serviços ao menor custo e o mais rápido possível (WILDEMANN e CARLSON, 1987). Para obter sucesso na implantação dessa metodologia, é necessário que sejam seguidos alguns pontos importantes como organização, capacitação, comunicação e definição de metas.

- Organização: Organizar e monitorar dados em tempo real, desta forma, impulsionando a produtividade dos operários;
- Capacitação: Treinar a equipe antes de implantar a metodologia, para que elas estejam preparadas, evitando falhas no processo;
- Comunicação: É importante estabelecer um diálogo com todos, sejam eles funcionários, fornecedores ou clientes, para que a metodologia esteja sempre alinhada;
- Definição de metas: Definir metas é um dos pontos principais, pois evita, por exemplo, que haja excesso de materiais, ou seja, é importante sempre adquirir o necessário para atender a demanda, dessa forma migra-se de uma produção empurrada para a puxada.

O *Just in time* atualmente é empregado em diversas empresas nos seus processos produtivos, pois é um modelo de abordagem que ajuda na otimização de processos e pode ser adaptado para diferentes modelos de negócio, no Quadro 3 é exposto algumas vantagens para implementação da metodologia JIT, conforme Ohno (1988).

QUADRO 3 - Vantagens da implementação do sistema *Just in time*

VANTAGENS DA IMPLEMENTAÇÃO DO JUST IN TIME	
1	OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE ESTOQUE
2	PRODUÇÃO LIMITADA
3	REDUZ OS DESPERDÍCIOS
4	APERFEIÇOAMENTO DA UTILIZAÇÃO DA MÃO DE OBRA
5	MELHORIA NO CONTROLE E NA GESTÃO DA QUALIDADE

Fonte: Adaptado de Ohno, (1988)

Slack *et al.* apud Voss (1999, p. 355), por sua vez, diz que para o sistema JIT obter sucesso em uma empresa, é necessário que os gestores utilizem de palestras e treinamentos para disseminar os conceitos do JIT, motivando os colaboradores, conseqüentemente, quebrando os conceitos tradicionais para a partir daí desenvolver atividades que visam aprimorar a produtividade e eliminar os desperdícios.

2.3.2 *Kaizen*

O *kaizen* que significa "mudar para melhor" é uma das ferramentas do *Lean Manufacturing*, desenvolvida pelo japonês Masaaki Imai no seu livro "Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo", no ano de 1986. Esta filosofia baseia -se no conceito de que o caminho da nossa vida em geral, tanto pessoal, familiar ou no trabalho exige mudanças, melhoria constante (IMAI, 1986).

Conforme o mesmo autor, a filosofia *Kaizen* busca a excelência operacional através de mudanças e melhorias no setor produtivo, mediante a soluções para reduzir os custos e eliminar as perdas, utilizando da criatividade dos colaboradores, sem haver necessidade de grandes investimentos. Tendo em vista, o aumento da produtividade, eficiência, qualidade e rentabilidade.

Segundo Imai (1986) esta filosofia apoia-se em cinco pilares:

- Identificar o interesse do consumidor;

- Identificar e eliminar as perdas;
- Estar sempre presente no setor produtivo;
- Organizar e definir metas aos colaboradores, seguindo o método *Kaizen*;
- Ser transparente.

Ainda segundo o autor, há sete princípios básicos do *kaizen* que garante a qualidade nos processos de forma a obter melhoria contínua, ilustrados na Figura 4:

FIGURA 4 - Princípios básicos do *Kaizen*



Fonte: Adaptado de Imai, (1986)

Conforme Hasan e Hossain (2018), a aplicação do *Kaizen* tem como base o ciclo PDCA, onde ele consiste na aplicação de uma sequência lógica de quatro passos repetitivos para a melhoria contínua e aprendizagem, e seu foco são em atividades que agreguem valor, ou seja:

1. Planejar (*Plan*): desenvolver uma hipótese;
2. Fazer (*Do*): analisar dados, identificar os problemas e dar soluções;
3. Verificar (*Check*): avaliar os resultados;

4. Agir (*Act*): fazer correções, se aperfeiçoar e dar início a um novo ciclo.

Através deste ciclo é possível acompanhar os processos de melhoria, permitindo verificar como está sendo executada cada ação e o sucesso ou insucesso da sua implementação. O *kaizen* por sua vez, inclui nas atividades ciclos básicos de melhoria como o PDCA, programas de sugestões, mudanças de hábitos e trabalho em equipe (VILARINHO, LOPES E SOUSA, 2018).

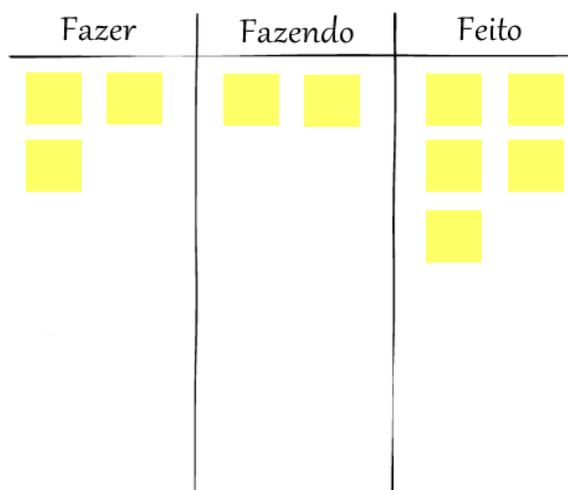
2.3.3 Kanban

Desenvolvida em 1953 no Japão, pelo engenheiro japonês Taiichi Ohno, a ferramenta *Kanban* possibilita a produção *Just in time*, permite a comunicação direta entre cliente e fornecedor, auxilia e controla o progresso das atividades de forma visual (OHNO, 1997).

Conforme o mesmo autor, *Kanban* significa “cartão” ou “etiqueta”, este método permite resumir todas as informações do processo produtivo em cartões, tornando as mesmas de fácil acesso para todos os envolvidos, para que estejam por dentro do andamento da obra. Sobretudo, é uma maneira de organizar e gerenciar o fluxo de trabalho.

O quadro *Kanban* é empregado para representar as atividades que estão em andamento, sendo um método ágil e prático onde normalmente, é utilizado um quadro branco (físico ou digital), como visto na Figura 5, dividido entre colunas e linhas com alguns *post-its* e cada coluna representa uma etapa do fluxo de trabalho. Ao concluir cada uma delas, o *post-it* é relocado para a etapa seguinte até que ela seja finalizada. As colunas mais utilizadas são: fazer, fazendo e feito.

FIGURA 5 - Quadro *Kanban*



Fonte: Adaptado de Ohno, (1997)

Kniberg (2010) adaptou o modelo tradicional para o *Kanban* para desenvolvimento de software, transformando-o em uma abordagem enxuta, visando o desenvolvimento ágil de *software*. Deste modo, além de métodos físicos, obteve-se ferramentas online a fim de auxiliar na implantação do sistema *Kanban* em uma empresa, como por exemplo: o Trello, *Kanban Flow* e Asana, garantindo maior praticidade, visão ampla dos projetos e permitindo que as atividades de todas as áreas da empresa sejam inseridas em tempo real e online.

Segundo Ohno (1997) este sistema tem o conceito de gestão enxuta, visto que, ele busca sempre a evolução, não a revolução. Porém para que seja eficiente é preciso seguir quatro princípios fundamentais, são eles:

- Inicie com o que você faz agora;
- Concorde sempre em buscar mudanças evolucionárias e incrementais;
- Respeite o processo atual, papéis e responsabilidades;
- Incentive atos de liderança em todos os níveis.

2.3.4 Metodologia 5s

A Metodologia 5s é ferramenta de gestão e uma das fundações do *Kaizen*. Ela consiste em um conjunto de técnicas de melhoria da organização no ambiente de

trabalho, pelo qual permite eficiência máxima no processo. Tendo como principal objetivo buscar promover a disciplina e segurança dos processos, garantindo maior qualidade e produtividade (DIAS, 2012).

De acordo com Dias (2012) após a aplicação deste método no local de trabalho, a empresa passa a apresentar alguns benefícios, como por exemplo: maior produtividade, redução de desperdícios (tempo, movimentação, espera), maior qualidade, prevenção de acidentes de trabalho, ambiente mais organizado e por fim, garante atender as necessidades do cliente, deixando o mesmo satisfeito.

O 5s representa, basicamente, numa etapa inicial a base para a implantação da qualidade total, este método de gestão baseia-se em cinco sentidos que proporcionam um ambiente de trabalho ágil, seguro e organizado. Estes princípios são representados pelas palavras japonesas: *Seiri* ou “senso de utilização”; *Seiton* ou “senso de organização”; *Seiso* ou “senso de limpeza”; *Seiketsu* ou “senso de normalização” e *Shitsuke* ou “senso de disciplina”. Conforme apresentados, na Figura 6.

Sobretudo, o propósito da metodologia 5s é melhorar a eficiência através da eliminação de desperdícios dos processos, ou seja, separar o que é necessário do desnecessário, por este motivo os cinco princípios exemplificados no Quadro 4, são essenciais para obter sucesso na implantação. Ela possibilita desenvolver um planejamento sistemático, permitindo aumento da produtividade, segurança no local de trabalho, clima organizacional, conseqüentemente a melhoria da competitividade organizacional.

FIGURA 6 - Metodologia 5s



Fonte: Adaptado de Dias, (2012)

1. *Seiri* ou “Senso de Utilização”: Esta etapa permite que seja verificado quais os equipamentos ou materiais necessários para o processo produtivo, ou seja, que mantenha no ambiente de trabalho apenas o que funciona ou é utilizado, descartando o que não é necessário.
2. *Seiton* ou “Senso de Organização”: Determina que haja organização no local, ou seja, que desde os documentos até os materiais, os mesmos obtenham seus locais de guarda definidos e identificados, possibilitando o fácil acesso e garantindo sua segurança.
3. *Seiso* ou “Senso de Limpeza”: Esta etapa é muito importante pois, desenvolve a consciência de que a limpeza é responsabilidade de todos, que o ambiente deve sempre estar limpo e organizado.
4. *Seiketsu* ou “Senso de Normalização”: Traz um conceito de normalização, ou seja, cria-se normas e padrões de limpeza que devem ser adotados, utilizando processo de gestão visual, como placas.
5. *Shitsuke* ou “Senso de Disciplina”: Por fim, esta etapa consiste em despertar nos colaboradores a importância de cumprirem o que lhe foi combinado, tornando o ambiente de trabalho mais agradável.

Entretanto, o principal objetivo da aplicação desses conceitos é motivar os funcionários para uma mudança cultural onde os resultados podem ser visíveis a curto, médio ou longo prazo, porém trazendo melhorias como: facilidade nas operações, redução de perdas e otimização do tempo.

QUADRO 4 - Conceito do 5s

CINCO SENSOS		CONCEITO
PORTUGUÊS	JAPONÊS	
UTILIZAÇÃO	SEIRI	SEPARAR O NECESSÁRIO DO DESNECESSÁRIO
ORGANIZAÇÃO	SEITON	COLOCAR CADA COISA NO SEU DEVIDO LUGAR
LIMPEZA	SEISO	LIMPAR E CUIDAR DO AMBIENTE DE TRABALHO
NORMALIZAÇÃO	SEIKETSU	CRIAR NORMAS
DISCIPLINA	SHITSUKE	TODOS AJUDAM

Fonte: Adaptado de Dias, (2012)

3. METODOLOGIA

Para atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, a combinação da metodologia com um estudo de caso foi de suma importância. Neste capítulo, será detalhado o método de desenvolvimento do trabalho, visto que as informações apresentadas foram obtidas através de uma pesquisa de campo em um canteiro de obras, na construção de uma escola municipal em Bom- Jardim, Pernambuco.

A princípio será elaborado um diagnóstico do cenário atual do sistema produtivo onde será possível identificar as oportunidades para aplicação da filosofia *Lean Construction*. Logo após, será proposto um plano de ações para melhoria do sistema produtivo da obra e consequentemente comparar os resultados obtidos em relação ao método tradicional. Por fim, aplicar a técnica organizacional do *Kaizen* e a metodologia 5s.

Todavia, será avaliado e apresentado também, os impactos e resultados obtidos através de um estudo no serviço de revestimento cerâmico na área interna da escola. Ele está dividido em duas fases: a primeira mostra a estrutura metodológica e a segunda todo planejamento, coleta e análise de dados obtidos.

3.1 Caracterização da Pesquisa

Com base no tema e no objetivo abordado neste trabalho, pode-se afirmar que a pesquisa tem uma abordagem qualitativa, pois ela é iniciada a partir de uma análise conceitual de planejamento e controle de obras, especificamente relacionada à produtividade, e análise conceitual e histórica do *Lean Construction* até a implementação da mentalidade enxuta em um canteiro de obras, no serviço de revestimento cerâmico interno.

O estudo de caso se enquadra nesta pesquisa pois, segundo Yin (2001) é uma estratégia de pesquisa que compreende um método e abrange tudo através de coletas e análise de dados. Berto e Nakano (1998), por sua vez, dizem que os métodos de pesquisa qualitativa mais comuns são: estudo de caso, pesquisa ação, pesquisa

participante e observação participante.

3.2 Classificação da Pesquisa

Tendo em vista que, inicialmente foi realizado uma revisão bibliográfica do estado-da-arte do tema, onde fez-se, uma consulta a sites, livros especializados e artigos científicos, com objetivo de obter conhecimento sobre o assunto abordado. Na Figura 7 são apresentadas as etapas realizadas para a evolução da pesquisa.

Diante disso, logo após a fase inicial, revisão bibliográfica, foi realizado um estudo de caso que pretende responder ao questionamento: é possível melhorar a produtividade, reduzir os desperdícios e melhorar o fluxo de trabalho, através do aprimoramento dos serviços e método de trabalho?

Deste modo, foram aplicados os princípios da mentalidade enxuta no serviço de revestimento cerâmico na área interna da escola municipal na cidade de Bom-Jardim. Este estudo compreende a análise de técnicas para o aprimoramento da produtividade no setor da construção civil. A pesquisa procede diretamente sobre um canteiro de obras, com coleta de dados, implantação da filosofia *Lean* e análise dos resultados obtidos. O foco principal do trabalho foi a redução de desperdícios, tais como, tempo, movimentação e espera, buscando assim, o aumento da produtividade.

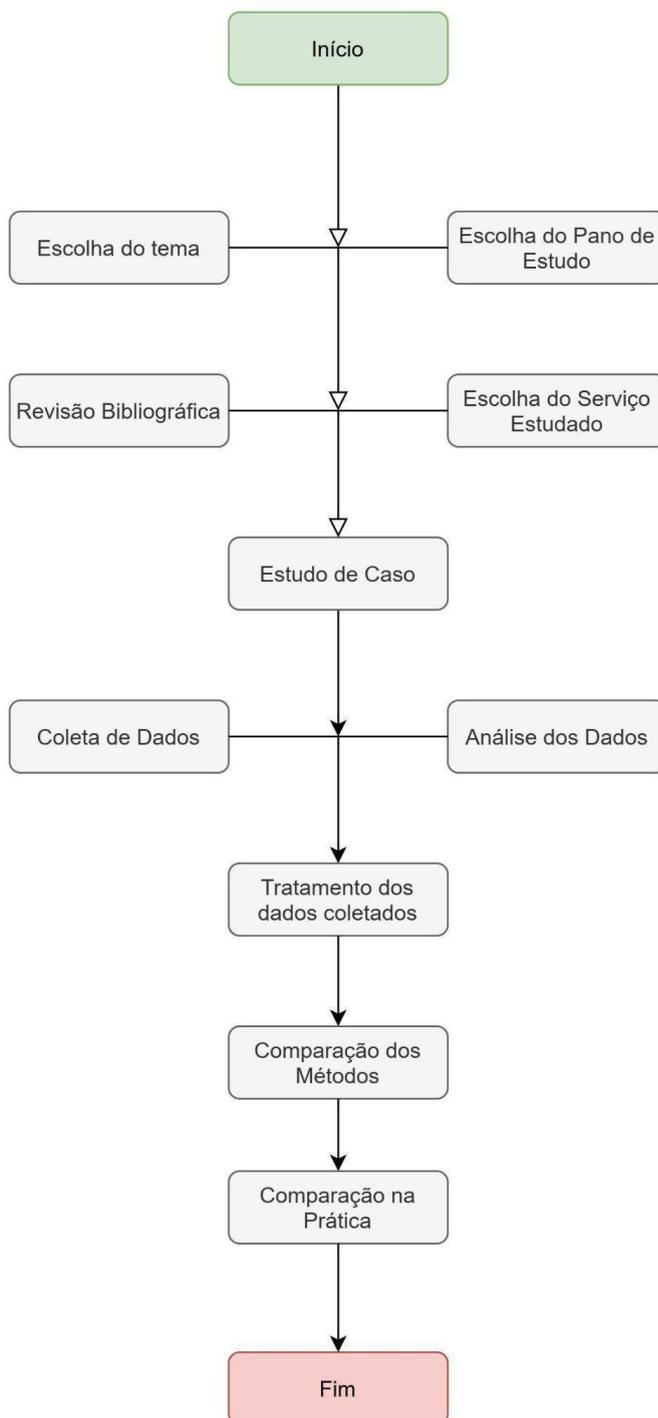
3.3 Técnicas e ferramentas para coleta de dados

Para realização da pesquisa foi utilizada metodologias, tais como, *Kaizen* para coleta e gerenciamento de dados. Além de técnicas organizacionais para aperfeiçoar a administração, aplicam-se ferramentas de gestão, tais como, o Software Excel para análise dos resultados.

Por meio das pesquisas realizadas sobre o assunto abordado, adquiriu-se todo conhecimento teórico através de livros e artigos, agrupando ideias e informações detalhadas, a fim de demonstrar a eficiência do método *Lean* aplicado à construção

civil. Todo planejamento e levantamento de dados do serviço em estudo foi elaborado através de planilhas, onde elas apresentavam atividades executadas e suas etapas, além de identificar quem a realizou e o período.

FIGURA 7- Fluxograma do processo



Fonte: Autor, (2021)

3.4 Desenvolvimento da pesquisa

Neste capítulo serão apresentadas as etapas seguidas no estudo de caso, onde foi realizado o gerenciamento de um serviço, assentamento do revestimento cerâmico, no canteiro de obras em uma construção de uma escola municipal, utilizando-se técnicas e princípios do *Lean Construction*.

3.4.1 Dados da empresa

No referido trabalho, por questão de confiabilidade o nome da empresa pela qual foi realizado o estudo será nomeada como “Construtora do Agreste”.

A construtora do agreste é uma empresa que atua no setor da construção civil, com foco em empreendimentos e construção. Além disso, ela executa outros serviços como, atividades de apoio à safra, fabricação de outros produtos de Betão, fabricação de todos os produtos minerais não metálicos, preparação do solo, plantação e cultivo. Foi fundada em 26 de outubro de 2011 e seu escritório principal está localizado em Garanhuns-PE.

Os empreendimentos da mesma possuem semelhanças, pois na maioria das vezes, são construções de edifícios, conforme demonstrado na figura 8 e 9:

FIGURA 8 - Obra em andamento



Fonte: Construtora do agreste, (2021)

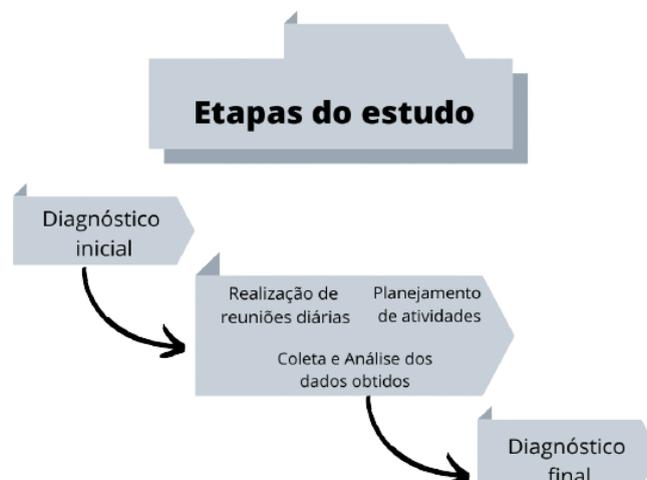
FIGURA 9 - Escola municipal

Fonte: Construtora do agreste, (2021)

Na construtora do agreste, atividades como pintura, instalações hidráulicas e elétricas são executadas pela própria empresa, por meio de mão de obra própria, já algumas atividades como, aplicação do piso vinílico ou instalação do forro de gesso, são realizadas por empresas terceirizadas.

3.4.2 Planejamento da pesquisa

Para início do estudo de caso, fez-se necessário um planejamento, com objetivo de orientar a realização do serviço de revestimento cerâmico na área interna da escola municipal, seguindo as etapas conforme demonstrado na Figura 10 a seguir:

FIGURA 10 - Etapas do estudo

Fonte: Autor, (2021)

Na primeira etapa, definida como “diagnóstico inicial”, foi realizado um estudo no canteiro de obras, especificamente, no serviço de revestimento cerâmico, analisando os dados da produtividade da mão de obra. Após essa análise inicial constatou-se que com a produtividade atual não seria viável a entrega no período estimado.

Visando garantir o cronograma da obra foi proposto um novo sistema de gerenciamento na última etapa de revestimento, localizada no pátio coberto, que será detalhado na próxima seção, marcando assim o início da segunda etapa da pesquisa. Nesta iniciou-se o acompanhamento através de reuniões diárias, onde além da administração da obra, os colaboradores obtiveram conhecimento sobre a metodologia baseada no pensamento enxuto implantado no serviço.

Por fim, houve um planejamento de atividades, implementação do conceito da mentalidade enxuta no processo, levantamento e análise dos dados obtidos. Deste modo, a última etapa ficou marcada como “diagnóstico final” onde se tirou as conclusões da pesquisa realizada neste trabalho.

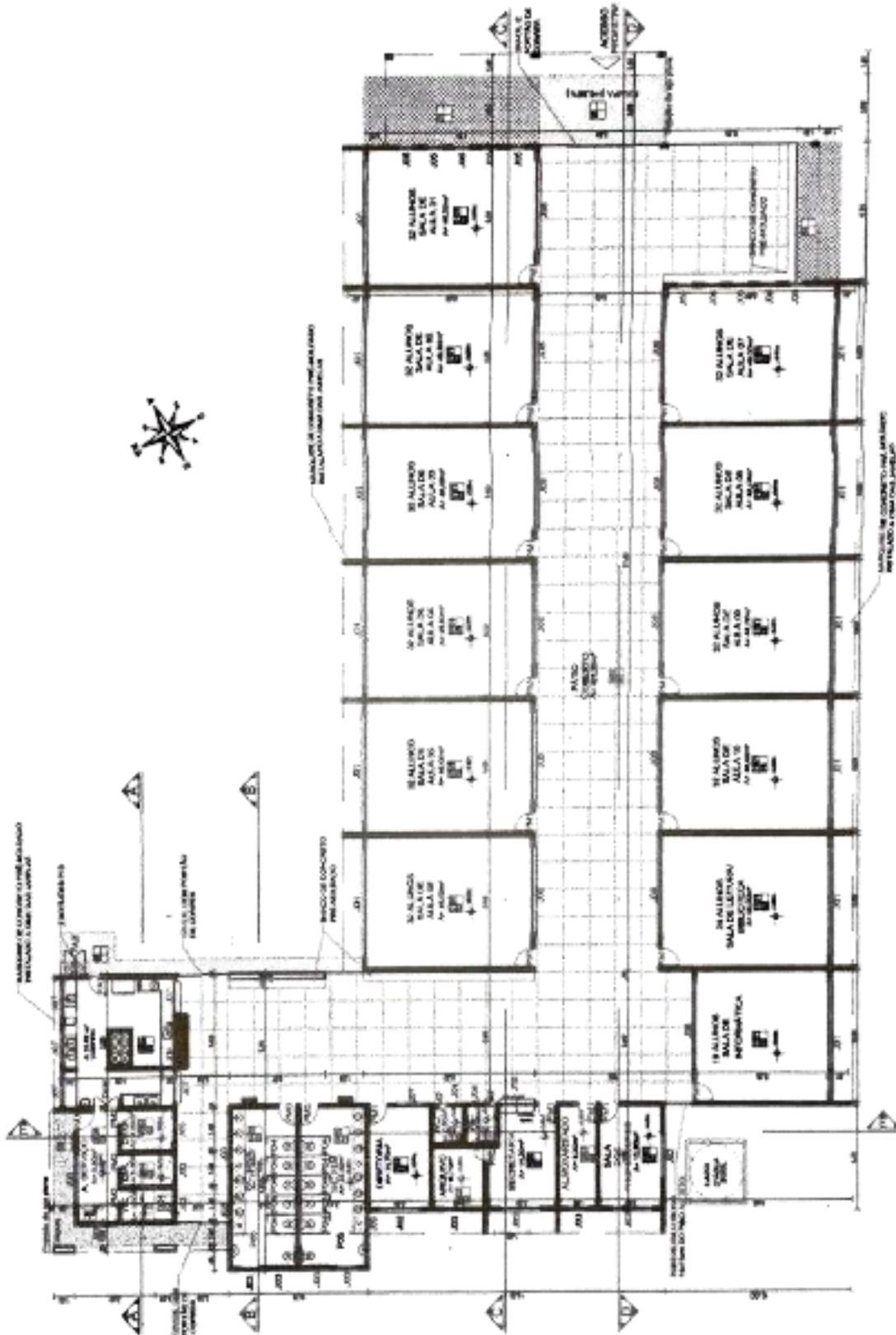
3.4.3 Descrição do ambiente

O ambiente estudado está localizado no pátio coberto em uma construção de uma escola municipal, na cidade de Bom Jardim. Possui uma área total de 423,20m² e 157,3 m² de área revestida, com altura padrão de 1,25 m. A figura 11 representa a planta baixa da escola, nesta é possível identificar o pátio coberto, local onde foi realizado o estudo.

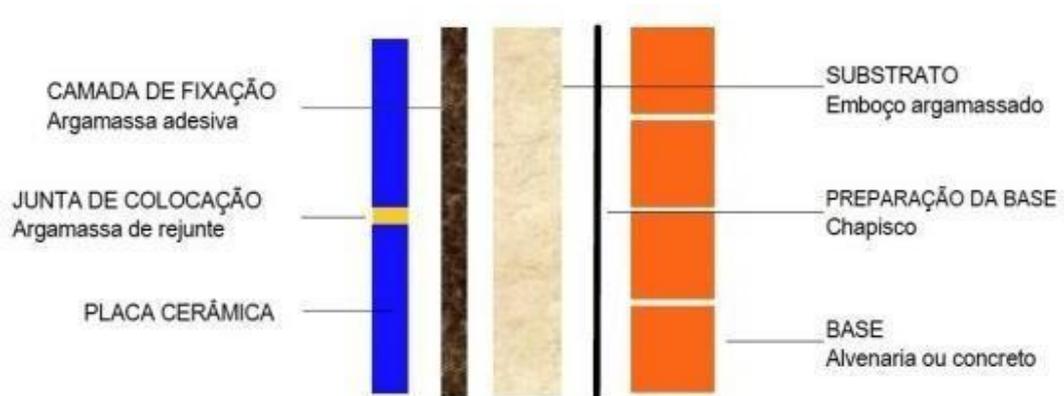
Para realização do serviço foi utilizado alguns materiais como: Argamassa colante AC-I de 20 Kg, pastilhas lux verde claro 10x10 cm - cerâmica elizabeth e rejunte tipo I- interno cinza platina de 5 Kg.

De acordo com Medeiros e Sabbatini (1999) analisando o modelo de camadas para revestimentos cerâmicos de paredes, é possível identificar cinco principais conjuntos de componentes, conforme ilustrado na Figura 12:

FIGURA 11 - Planta baixa



Fonte: Construtora do agreste, (2021)

FIGURA 12 - Sistema de revestimento cerâmico

Fonte: Medeiros; Sabbatini (1999)

Nesta figura tem-se uma visão detalhada das camadas de um revestimento cerâmico, é possível identificar o substrato, a camada de regularização, camada de fixação, argamassa colante, peças do revestimento (placas cerâmicas) e as juntas de assentamento entre elas.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Nesta seção será apresentado como se deu a implementação das metodologias no processo construtivo e os dados referentes ao desempenho da mão de obra no serviço de revestimento cerâmico. Com o objetivo de diminuir desperdícios de tempo e materiais e aumentar a produtividade no canteiro de obras, visando assim a melhoria no processo.

4.1 Índice de produtividade

Neste trabalho o índice de produtividade foi coletado em dois momentos: o primeiro ocorreu através do diagnóstico inicial, ou seja, antes da aplicação da mentalidade enxuta em ambientes, bem como, fachada e salas de aula, no segundo momento, no pátio coberto, após a aplicação dos princípios do *Lean*, conforme foi nomeado como diagnóstico final.

Conforme Alves (2008), os índices de produtividade são valores de quantidade de serviços executados pela mão de obra, podendo ser realizado por um profissional ou uma equipe em um determinado período de tempo.

Analisando os índices de produtividade constatou-se que com a produtividade atual não seria possível cumprir o prazo estimado de 5 dias para a entrega da última etapa de revestimento cerâmico. Para obtenção dos dados foi realizado o acompanhamento das atividades na qual se obteve a quantidade de atividade produzida pelos funcionários em um determinado período de 8 horas por dia.

4.2 Aplicação da Mentalidade Enxuta no processo

Através da análise do desempenho da mão de obra no serviço de revestimento cerâmico, é possível identificar que, dois profissionais por dia assentavam de 12 m² a

14 m², em cerca de 8 horas de trabalho, chegando a um certo momento atingir uma média insatisfatória de 5 m² neste mesmo período. A Tabela 1 a seguir apresenta a produtividade diária das equipes no primeiro momento.

TABELA 1 - índice de produtividade

PRODUÇÃO DIÁRIA			
ID	EQUIPE	SERVIÇO EXECUTADO	PRODUTIVIDADE DIÁRIA
1	2 pedr. + 1 serv.	Assentamento do revestimento cerâmico	13,13 m ²
2	2 pedr. + 1 ser.	Assentamento do revestimento cerâmico	14,46 m ²
3	2 pedr. + 1 serv.	Assentamento do revestimento cerâmico	12,18 m ²
4	2 pedr. + 1 serv.	Assentamento do revestimento cerâmico	5,35 m ²

Fonte: Autor, (2021).

Baseado nestes dados foi investigado as possíveis causas que estariam levando a baixa produtividade neste serviço. Para melhores resultados, foi implantado no canteiro metodologias de melhoria contínua e que tornam processos enxutos, como por exemplo, o *Kaizen*.

No tempo de ciclo de 5 dias houve o acompanhamento das atividades diariamente, levantamento de dados baseado no canteiro de obras, para mapeamento da produção, contendo uma equipe com 6 funcionários, divididos em 3 profissionais e 3 serventes de obras, com a missão de entregar a última etapa do revestimento cerâmico localizado no pátio coberto da escola no prazo acordado acima. Trabalhando desta forma, 8 horas por dia e dividindo o tempo para limpeza inicial, mapeamento de partida, conforme demonstrado na Figura 13, corte de trinchos, assentamento do revestimento cerâmico e por fim, a aplicação do rejunte.

FIGURA 13 - Mapeamento de partida

Fonte: Construtora do agreste, (2021)

Como demonstrado na Figura 14, foram realizadas reuniões com a equipe administrativa da obra e os funcionários na qual foi abordado a situação atual, expectativas futuras e para que todos obtivessem conhecimento sobre a metodologia aplicada no processo.

FIGURA 14 - Reuniões diárias

Fonte: Construtora do agreste, (2021)

4.2.1 Melhoria contínua na gestão de processos

A metodologia *Kaizen* deve ser direcionada de forma que seu objetivo seja unicamente a melhoria dos processos, conforme o significado da palavra japonesa diz “melhoria contínua”. Deste modo, o *Just in time* que significa “no tempo justo”,

encaixa-se perfeitamente nesse contexto, pois assim como o *Kaizen* essa metodologia tem como foco aumentar a eficiência, reduzir os custos e desperdícios.

No estudo de casos essa união gerou resultados positivos no serviço de revestimento cerâmico, abaixo na Figura 15 é demonstrado como se deu a implantação da metodologia.

O plano de gestão foi nomeado como “Formulário *Kaizen*” onde é dividido em: problema, plano de ação e resultados. Neste exemplo, o caso foi diagnosticado e solucionado desta forma:

1. Problema: Falta de Organização; Dificuldade em encontrar as peças a serem utilizadas; Perdas de cerâmicas.
2. Plano de ação: Organizar por cores; enumerar as caixas para melhor identificação; evitar desperdícios.
3. Resultados: Estoque organizado e de fácil acesso; sem perdas.

FIGURA 15 - Método *Kaizen*



Fonte: Construtora do agreste, (2021)

Na Figura 16 é ilustrado no que a falta de organização do estoque resultou. Conforme os funcionários procuravam as peças a serem utilizadas no serviço, por estarem praticamente soltas ocorreu muita quebra de cerâmicas, resultando em desperdícios.

FIGURA 16 - Desperdícios

Fonte: Construtora do agreste, (2021)

Para melhor identificação, as caixas foram organizadas por cores e numeradas, conforme visto na Figura 17, o número 1 indica a cor verde claro e o número 2 o verde escuro.

FIGURA 17 - Organização do estoque

Fonte: Construtora do agreste, (2021)

Além disso, na execução do assentamento de revestimento cerâmico na área interna, foi comparado com métodos utilizados em outros ambientes, executado o formulário *Kaizen* e implantado alguns hábitos descartando o método atual, visando a redução da perda de tempo, como por exemplo, se deslocar do local de trabalho em busca de materiais. Abaixo segue a comparação na Figura 18.

FIGURA 18 - Melhoria Contínua



Sobretudo, através do formulário é possível observar que:

1. Problema: Perda de tempo; Material distante.
2. Plano de ação: Disposição de material.
3. Resultados: Material de fácil acesso; sem perda de tempo.

Observa-se que, antes do *Kaizen* as cerâmicas ficavam distantes do profissional e dentro das caixas, visto que, além de perder tempo em busca da cerâmica, ele iria ainda retirá-las da caixa e retornar ao local de aplicação. Além disso, como visto na Figura 19, sua aplicação resultou também na eliminação de resíduos.

FIGURA 19 - Gestão de resíduos



Ainda visando a melhoria contínua no serviço de revestimento cerâmico, o servente ficou responsável pelo preparo da argamassa e corte de trinchos, conforme

é ilustrado na Figura 20.

Entretanto, ainda pensando em melhorias no processo, para facilitar a busca por ferramentas de trabalho, foi executado o *kaizen* um método organizacional, simples e eficaz demonstrado na Figura 21.

FIGURA 20 - Corte de trinchos



Fonte: Construtora do agreste, (2021)

FIGURA 21 - Organização de ferramentas



Fonte: Construtora do agreste, (2021)

Diante disto, após a aplicação dos novos métodos no ambiente de trabalho, especificamente, no serviço de revestimento cerâmico na área interna da escola, a quantidade de atividade foi analisada individualmente.

5. RESULTADOS

5.1 Resultados diretos

Na seção anterior apontamos para os dados relacionados à produtividade dos funcionários no exercício do trabalho de revestimento cerâmico interno. Os dados podem ser vistos abaixo na Tabela 2:

TABELA 2 - Produtividade diária

PRODUÇÃO DIÁRIA				
Dia 1				
	Pedreiro 1	Revestimento cerâmico	12 m ²	
	Pedreiro 2	Revestimento cerâmico	12,50 m ²	
	Pedreiro 3	Revestimento cerâmico	10,50 m ²	
Dia 2				
	Pedreiro 1	Revestimento cerâmico	14 m ²	
	Pedreiro 2	Revestimento cerâmico	13,50 m ²	
	Pedreiro 3	Revestimento cerâmico	15 m ²	
Dia 3				
	Pedreiro 1	Revestimento cerâmico	14,75 m ²	
	Pedreiro 2	Revestimento cerâmico	13 m ²	
	Pedreiro 3	Revestimento cerâmico	12,50 m ²	
Dia 4				
	Pedr. + Serv 1	Resv. cerâmico + Rejunte	13 m ²	19 m ²
	Pedr. + Serv 2	Resv. cerâmico + Rejunte	14,55 m ²	21 m ²
	Pedr. + Serv 3	Resv. cerâmico + Rejunte	12 m ²	22 m ²
Dia 5				
	Servente 1	Rejunte		32 m ²
	Servente 2	Rejunte		34 m ²
	Servente 3	Rejunte		29,3 m ²
	TOTAL:		157,3	157,3

Fonte: Autor, (2021)

Através da mesma é possível observar que, no tempo de ciclo de 4 dias os profissionais revestiram toda área prevista de cerâmica e no penúltimo e último, os

serventes de obra aplicaram o rejunte em toda área revestida, conforme apresentado na Figura 22.

O índice de produtividade desse serviço foi analisado através de dois gráficos: O gráfico 1 apresenta os dados relacionados à produtividade no serviço de revestimento cerâmico utilizando o método atual, analisada antes da aplicação dos princípios enxutos, baseados na metodologia do *Lean Construction*.

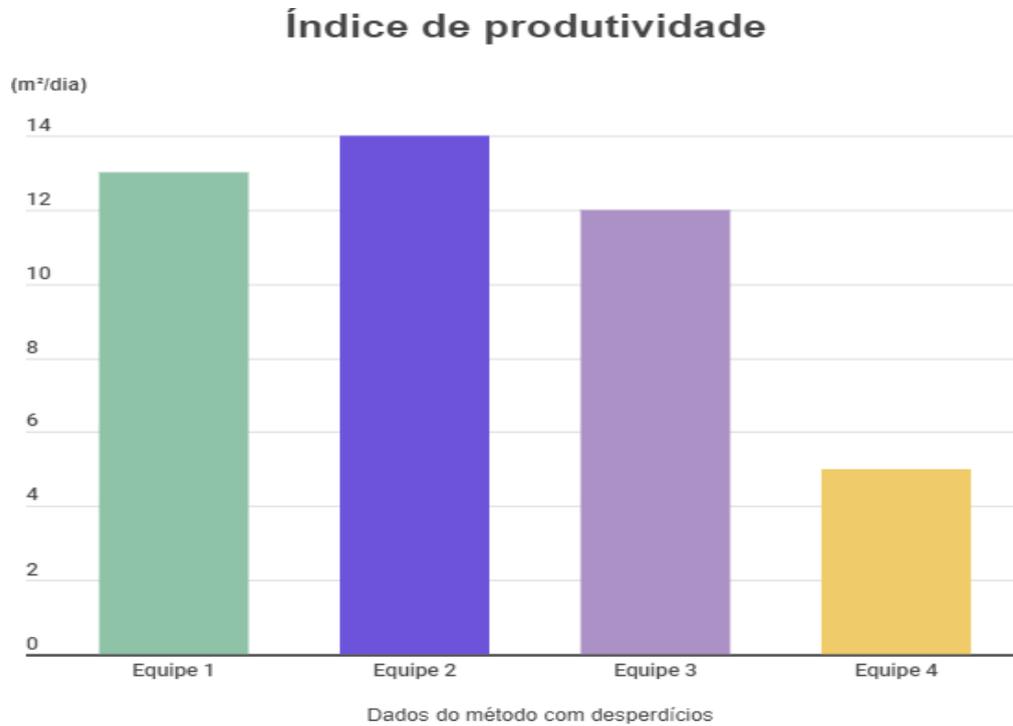
FIGURA 22 - Aplicação de rejunte



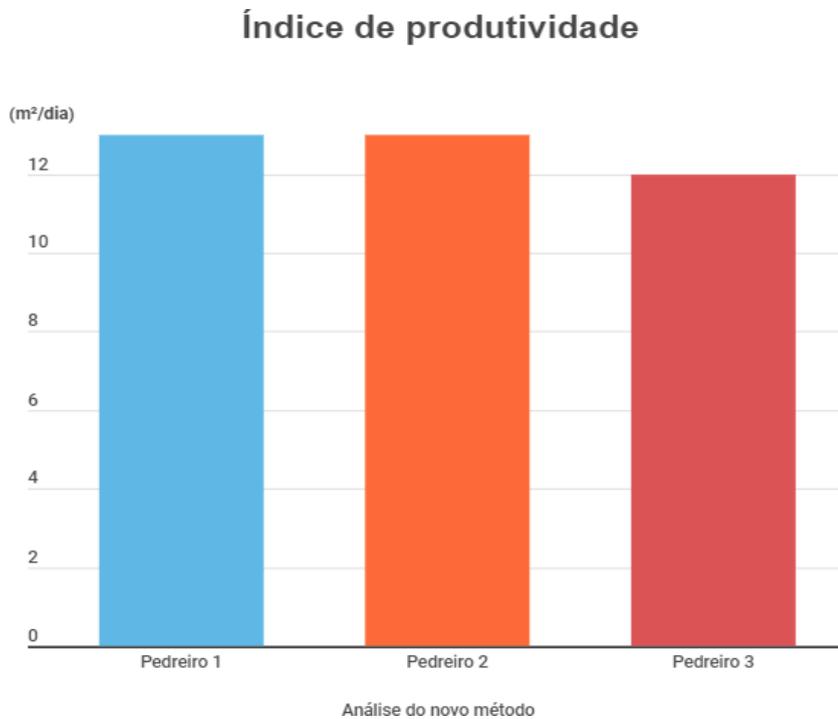
Fonte: Construtora do agreste, (2021)

Neste serviço, 8 profissionais trabalharam no período de 8 horas revestindo as salas de aulas, cada uma com área de 48 m² e fachada. Como visto anteriormente na Tabela 1, o índice de produtividade de dois profissionais na mesma área era cerca de 12 á 14 m² por dia, dando em média 6 m² caso a produção fosse avaliada por cada profissional individualmente.

No gráfico 2 é demonstrado a produtividade após a implementação da mentalidade enxuta no serviço. Observa-se que, na última etapa de revestimento localizada no pátio coberto, 3 profissionais trabalharam no mesmo período de tempo de 8 horas por dia, porém individualmente, conforme indicado na Tabela 2.

GRÁFICO 1 - Dados do método com desperdícios

Fonte: Autor, (2021)

GRÁFICO 2 - Idem gráfico 1

Fonte: Autor, (2021)

Outro fator relevante notado no serviço era o elevado nível de desperdício tanto de tempo, como de materiais. Após a implementação das técnicas organizacionais e metodologias de melhoria contínua esse fator foi bastante reduzido, como exibido nas Figuras 16 e 18.

5.2 Resultados indiretos

Ao aplicar a melhoria contínua no processo, obtiveram resultados diretos, ou seja, ligados ao índice de produtividade. Porém, houve também resultados indiretos relacionados ao índice de satisfação dos funcionários, que expunham os seus sentimentos através das reuniões diárias, explanadas na Figura 14. Notou-se que com os resultados consequentes da implementação das metodologias já citadas anteriormente, os relatos eram cada vez mais positivos.

Além disso, sentiram-se motivados e eficientes, principalmente os serventes de obra que, por sua vez, tiveram a oportunidade de acrescentar no serviço experimentando outra habilidade diferente do seu cotidiano, tal como, o corte de trinchos. Os profissionais conseguiram observar o mesmo problema abordado pela administração da obra, a baixa produtividade e adquirir habilidades práticas para sua resolução.

Por outro lado, foi despertado em toda equipe o senso de limpeza e organização. Havia bastante resíduos, ferramentas espalhadas e estoque desorganizado. Após os novos métodos de trabalho, o volume de resíduos foi drasticamente reduzido e as ferramentas e estoque foram devidamente organizados, como demonstrado nas Figuras 16 e 22.

6. DISCUSSÕES

Com base nos resultados obtidos, nota-se que através do aprimoramento do serviço e novos métodos de trabalho ocorreu uma otimização no fluxo no qual obteve-se redução de desperdícios no canteiro, senso de limpeza e organização e cumpriu-se o tempo necessário para conclusão da tarefa. Além disso, comparando os dois gráficos a média de 6 m² de área revestida por cada profissional do primeiro, aumentou para aproximadamente 14 m² no segundo. Ou seja, houve um aumento da eficiência da mão de obra. Vimos também que, para obter maiores resultados no andamento das atividades o Engenheiro civil deverá ter o auxílio de algumas técnicas e ferramentas, no caso do serviço em estudo foi utilizado algumas delas, como: o *Kaizen* e a metodologia 5s.

Quanto a qualidade na execução do serviço, propôs-se reuniões diárias para que a equipe de produção informe seus problemas e que esses possam ser resolvidos com o auxílio de todos da administração da obra. Além da implementação das metodologias, onde seu principal objetivo é tornar o local de trabalho melhor, aumentando a eficiência, a satisfação dos colaboradores e a produtividade da organização.

Observando o cenário, um dos grandes desperdícios no serviço, era o de tempo. Além do que foi demonstrado na Figura 18, este era causado também pela má distribuição das equipes, causando situações em que, ela era formada por mais trabalhadores que o necessário, causando ociosidade. Estes trabalhadores ociosos acabavam tirando o foco da equipe, acarretando uma extrema redução na eficiência da mão de obra e conseqüentemente a uma baixa produtividade no serviço.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta inicial deste trabalho era estudar a metodologia *Lean*, através da fundamentação teórica juntamente a um estudo de casos, especificamente, no serviço de revestimento cerâmico em uma obra pública. Esta metodologia surgiu a partir do *Lean Manufacturing*, mas precisamente pelo autor Taiichi Ohno, um dos responsáveis pelo SPT. Onde em uma visão global, tem como objetivo eliminar os desperdícios e obter uma oportunidade de melhoria contínua no processo.

Deste modo, através dos estudos de Koskela o *Lean* foi adaptado para o setor da construção civil, onde ficou conhecido como *Lean Construction*. Nessa metodologia, são utilizadas ferramentas com o intuito de elevar significativamente a produtividade, eficiência e a qualidade da obra ou de um serviço.

O estudo de caso realizado neste trabalho, relacionou positivamente a teoria com a prática, de forma que deixou claro a importância de se obter um processo de planejamento e controle de produção, para garantir que a obra ou o serviço a ser executado, seja entregue conforme o prazo estabelecido e com qualidade. Como problema de pesquisa, ele abordou a questão de que: “é possível melhorar a produtividade, reduzir os desperdícios e melhorar o fluxo de trabalho, através do aprimoramento dos serviços e método de trabalho?”.

Deste modo, umas das estratégias encontrada para desenvolver um sistema de gerenciamento da produção mais adequado às características do setor da construção civil, no intuito de aumentar a produtividade e reduzir os custos, é a implementação do *Lean Construction*. Esta filosofia, por sua vez, parece ser a melhor forma para resolver os problemas dos processos produtivos. Pois, ela tem um forte impacto no desempenho da produção, uma vez que visa a produção enxuta. As perdas vistas na pesquisa, como movimentações desnecessárias e ociosidade do funcionário, fazem parte das atividades de fluxo que não agregam valor ao produto final.

REFERÊNCIAS

- ALVES, T. *et al.* **Implementação do Pensamento Enxuto Através do Projeto do Sistema de Produção: Estudo de Caso na Construção Civil.** XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.
- ALCARAZ, J. L. G. *et al.* **Uma revisão sistemática / pesquisa para a implementação do JIT: maquiladoras mexicanas como estudo de caso.** *Computadores na Indústria*, v. 65, n. 4, 2014.
- ALARCON, L.; PELLICER, E. **Uma nova abordagem de gestão: construção sem perdas.** *Revista de Obras Públicas*, v. 46, n. 1, 2009.
- ARANTES, Paula Cristina Fonseca Gonçalves. *et al.* **Lean Construction: filosofia e metodologias.** Dissertação apresentada ao programa de mestrado em Engenharia Civil, FEUP Faculdade de Engenharia do Porto, 2008. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60079/1/000129800.pdf>. Acesso em: 15 de julho 2020.
- ASRI, M. *et al.* **Fatores-chave do sucesso da integração JIT com IBS – Uma Visão geral.** *AIP Conferencie Proceedings*, v.1761, n.1, 2016.
- BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, Davi N. **Metodologia da pesquisa e a engenharia de produção.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, v. 18, 1998.
- BERNARDES, M. M. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção,** 2001.
- BERNARDES, M. M. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.
- CAMERA, E.; CASTRO, M. D. G.; CAMPOS, R. **Princípios e Ferramentas da Lean Construction: Uma comparação entre empresas.** In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, PR, Brasil. 2015.
- DESCHAMPS, R. R. **Melhoria sistêmica do planejamento e controle de uma construtora em nível tático-estratégico utilizando conceitos da lean construction.** TCC de engenharia de produção. UFSC, 2015.
- DIAS, T. S. C. *et al.* **Projeto de aumento de produtividade e redução de inventário: Kaizen** Institute Consulting Group, 2012.
- FORMOSO C. T. *et al.* Resíduos de Materiais na Construção Civil: principais causas e prevenção. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2002.
- GÉLINAS, R. **O projeto de implementação Just-In-Time.** *International Journal of Project Management*, v.17, n.3, 1999.
- HASAN, Z. ; HOSSAIN, M. S. Melhoria da eficácia pela aplicação do ciclo PDCA ou Kaizen: um estudo experimental em estudantes de engenharia. *Journal of*

Scientific Research, v. 10, n. 2, 2018.

HÜTTMEIR, A. *et al.* **Trading off between hijiki and just-in-sequence**. International Journal of Production Economics, v.118, n.2, 2009.

IMAI, Masaaki. **Kaizen**. Nova York: Random House Business Division, Vol. 201, 1986.

ISATTO, Eduardo L. *et al.* **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

KOSKELA, L. **Aplicação da Nova Filosofia de Produção à Construção**. Stanford. *Universidad de Stanford*, 1992.

KOSKELA, L. *et al.* **Produção enxuta na construção**. **Construção enxuta**, 1993.

KOSKELA, L. **Uma exploração em direção a uma teoria da produção e sua aplicação à construção**. Espoo, 2000. Centro de Pesquisa Técnica da Finlândia, *VTT Publications* 408.

KOSKELA, Lauri; HOWELL, Greg. **A teoria de gerenciamento de projetos: Explicação de novos métodos**. In: *Proceedings IGLC*. Vol. 10, 2002.

KNIBERG, H. *et al.* **Kanban e Scrum - obtendo o melhor de ambos**. Prefácio de **Mary Poppendieck e David Anderson**. ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA: C4MediaInc , 2010.

LIMMER, Carl. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. 1999. 457p. 1999. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)– Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção: Abordagem Prática para Gestão da Produção**. *Morosos, EUA: Industrial Engineering and Management Press*, 1983

NOCÊRA, R. J. **Teoria e Prática de Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo:RJN, 2010.

NOVAIS, Sandra Gaspar. **Aplicação de Ferramentas para o Aumento da Transparência no Processo de Planejamento e Controle de Obra na Construção Civil**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil– Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2000. Disponível em: <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/78534>. Acesso em: 12 de julho 2020.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1997.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. *Cambridge, Massachusetts: Productivity Press*, 1988.

- PERETTI, L. *et al.* **Aplicação dos princípios da Construção Enxuta em construtoras verticais**: estudos de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo. XXXVII Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro/RJ, 2013.
- PONS, Juan Felipe. **Introdução à construção enxuta**. Fundação do Trabalho de Construção, 2014.
- SENGUPTA, S. *et al.* **Planejamento e controle da produção em um ambiente JIT**. Aplicado Modelagem Matemática, v.17, n.1, 1993.
- SHINGO, S. **Controle de qualidade zero**: inspeção na fonte e sistema poka-yoke. *Cambridge, Massachusetts: Productivity Press*, 1986.
- SHINGO, S. **Produção sem estoque**: o sistema Shingo para a melhoria contínua. *Cambridge, Massachusetts: Productivity Press*, 1988.
- SLACK, Nigel *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.
- SLACK, Nigel *et al.* **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.
- VILARINHO, S.; LOPES, I.; SOUSA, S. Desenvolvimento de dashboards para PMEs para melhorar o desempenho de equipamentos e processos produtivos. ***Journal of Industrial Information Integration***, v. 12, 2018.
- WILDEMANN, H.; CARLSON, J. G. **Implementando conceitos just-in-time em empresas europeias**. Custos de engenharia e economia de produção, v. 13, n. 1, 1987.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **Pensamento enxuto**. *Optimist Publishing Group*, 1998.
- YIN, R. K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman. 2^o edição, 2001.

APÊNDICE A - Índice de produtividade com desperdícios

DATA	PROFISSIONAL	CARGO	SERVIÇO EXECUTADO	QNT	OBS
03/02	Valdir e Edson	Carpinteiro	Execução da cobertura	L1, L2, L4 (1 laje)	Início dia 03/02 lombas e
03/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica branca marquise	2,46 m ²	Início dia 03/02 fachada l. esquerda
03/02	Luigi e Manoel	pedreiro	Cerâmica branca sala de aula 07	14,75 m ²	Sala 07 - platibanda reprogramação
03/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica branca platibanda	14,3 m ²	
03/02	Zilmar e Tony	pedreiro	Chapisco e Reboco (C) (R)	10 m ² - C 10 m ² - R	Wc. masculino e feminino
03/02	Marcos e Alexandre	Eletricista	Instalação elétrica	2 salas por dia	Sala 01 + 02
03/02	Sandro e Jorge	pedreiro	Capicacos	2 salas por dia	anelas JO 8 e (5+1+2) JO 1
03/02	Raimundo	pedreiro	Cerâmica fachada frontal	4,13 m ²	Cerâmica verde escuro
03/02	Itáirio	pedreiro	Contra piso - calha	30 m	
03/02	José Casimiro	pedreiro	Cortes nas paredes	1 sala e meio período	as condicionarado e tomadas
04/02	Valdir e Edson	Carpinteiro	Execução da cobertura	L1, L2, L4 (1 laje)	lombas e
04/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica branca	17,18 m ²	marquise, platibanda e marquise
04/02	Luigi e Manoel	pedreiro	Cerâmica verde cloro	19,5 m ²	biblioteca - reprogramação
04/02	Itáirio	pedreiro	Contra piso - calha	35 m	
04/02	Raimundo	pedreiro	Cerâmica fachada frontal	9,36 m ²	
04/02	Zilmar e Tony	pedreiro	Chapisco e Reboco (C) (R)	10 m ² - C 10 m ² - R	
04/02	Marcos e Alexandre	Eletricista	Instalação elétrica	2 salas por dia	
04/02	Sandro e Jorge	pedreiro	Capicacos	2 salas por dia	anelas JO 8 e (5+3+4) JO 1
04/02	José Casimiro	pedreiro	Cortes nas paredes	1 sala e meio período	as condicionarado, ventiladores - tomada
05/02	Valdir e Edson	Carpinteiro	Execução da cobertura	L1, L2, L3 (1 laje)	
05/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica branca fachada l.e.	8,36 m ²	
05/02	Luigi e Manoel	pedreiro	Cerâmica branca fachada l.o.	3,45 m ²	
05/02	Itáirio	pedreiro	Contra piso - calha	22,3 m	
05/02	Raimundo	pedreiro	Cerâmica fachada frontal	6,66 m ²	Cerâmica verde escuro

DATA	PROFISSIONAL	CARGO	SERVIÇO EXECUTADO	QNT	OBS
05/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica fachada l. e.	5,74 m ²	Cerâmica verde claro
05/02	Luigi e Manoel	pedreiro	Cerâmica verde claro	13 m ²	Sala de informática
05/02	Zilmar e Tony	pedreiro	Chapisco e Reboco (C) (R)	10 m ² - C 25,8 m ² - R	platibanda
05/02	Sancho e Jorge	pedreiro	Capicacos	2 salas por dia	Janelas J08 e (3:5+6) J01
05/02	José Cícero	pedreiro	Cortes nas paredes	1 sala e mais por dia	ar condicionado - tomadas
06/02	Luigi e Manoel	pedreiro	Cerâmica branca	13,13 m ²	Sala 10, biblioteca e Sala de informática
06/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica branca platibanda	14,46 m ²	platibanda - man. quise
06/02	José Cícero	pedreiro	Cortes nas paredes	1 sala e mais por dia	ventiladores, ar condicionado - tomada
06/02	Zilmar e Tony	pedreiro	Chapisco e Reboco (C) (R)	10 m ² - C 13,8 m ² - R	platibanda
07/02	Luigi e Manoel	pedreiro	Cerâmica branca	5,35 m ²	platibanda e fachada
07/02	Sancho e Jorge	pedreiro	Capicacos	2 salas por dia	Janelas J08 e (3:7+8) J01
07/02	Raimundo e Roberto	pedreiro	Cerâmica branca	12,18 m ²	fachada
07/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica branca	10,69 m ²	platibanda e arco de serviços
07/02	José Cícero	pedreiro	Cortes nas paredes	1 sala e mais por dia	ar condicionado, ventiladores - tomada
10/02	Raimundo e Roberto	pedreiro	Cerâmica branca	30 m ²	platibanda e fachada
10/02	Sancho e Jorge	pedreiro	Capicacos	2 salas por dia	Janelas J08 e (3:9+10) J01
10/02	Valdir e Edson	Carpinteiro	Execução da Coluna	25,26 x 27 (1 laje)	
10/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica verde claro	22,08 m ²	platibanda e coluna
10/02	Luigi e Manoel	pedreiro	Cerâmica branca	15,03 m ²	platibanda
10/02	José Cícero	pedreiro	Cortes nas paredes	1 sala e mais por dia	ar condicionado, ventiladores - tomada
11/02	Valdir e Edson	Carpinteiro	Execução da Coluna	24,26 (1 laje)	
11/02	Wellison e Edraldo	pedreiro	Cerâmica branca	24,60 m ²	fachada
11/02	Zilmar e Tony	pedreiro	Alvenaria	10,8 m ²	reservatório superior
11/02	Sancho e Jorge	pedreiro	Capicacos	2 salas por dia	Janelas J08 e (3:11+12) J01

APÊNDICE B - Índice de produtividade sem desperdícios

PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DIÁRIO								
*PLANILHA SUCINTA PARA COLETA DIÁRIA DAS ENTREGAS (HDI) DE UM SERVIÇO							DATA:	
OBRA:	Construção de uma escola mun.			ENCARREGADO:			MÊS REFERENTE:	
BL CONSTRUTORA E SERVIÇOS LTDA								
NOME DO FUNCIONÁRIO	CARGO	HORÁRIO DE		HORAS TOTAIS (d) = (b) - (a) - 1	OUTRAS ATIVIDADES EM QUE SE ENVOLVEU	HORAS EM OUTRAS ATIVIDADES (e)	HORAS DISPONÍVEIS (h) = (c) - (e)	PRODUTIVIDADE DIÁRIA CASO SE APLIQUE PREENCHER
		ENTRADA (a)	SÁIDA (b)					
1. Manoel de Moura	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Manoel	12 m ²
Luiz Barbosa	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Riasso	10,50 m ²
Roberto Domingos	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Roberto	12,50 m ²
João José	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	João José	-
Jaciel Pedro	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	Jaciel	-
Jean Silva	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	Jean	-
2. Manoel de Moura	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Manoel	13,50 m ²
Luiz Barbosa	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Riasso	14 m ²
Roberto Domingos	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Roberto	15 m ²
João José	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	João José	-
Jaciel Pedro	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	Jaciel	-
Jean Silva	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	Jean	-
3. Manoel de Moura	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Manoel	13 m ²
Luiz Barbosa	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Riasso	12,50 m ²
Roberto Domingos	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Roberto	14,35 m ²
João José	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	João José	-
Jaciel Pedro	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	Jaciel	-
Jean Silva	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Corte de fôrmas	Jean	-
4. Manoel de Moura	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Manoel	12 m ²
Luiz Barbosa	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Riasso	13 m ²

PLANILHA DE ACOMPANHAMENTO DIÁRIO								
*PLANILHA SUCINTA PARA COLETA DIÁRIA DAS ENTREGAS (HDI) DE UM SERVIÇO							DATA:	
OBRA:	Construção de uma escola mu.			ENCARREGADO:			MÊS REFERENTE:	
BL CONSTRUTORA E SERVIÇOS LTDA								
NOME DO FUNCIONÁRIO	CARGO	HORÁRIO DE		HORAS TOTAIS (d) = (b) - (a) - 1	OUTRAS ATIVIDADES EM QUE SE ENVOLVEU	HORAS EM OUTRAS ATIVIDADES (e)	HORAS DISPONÍVEIS (h) = (c) - (e)	PRODUTIVIDADE DIÁRIA CASO SE APLIQUE PREENCHER
		ENTRADA (a)	SÁIDA (b)					
Roberto Domingos	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do revestimento cerâmico	-	Roberto	14,55 m ²
João José	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Aplicação do revestimento	João José	-
Jaciel Pedro	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Aplicação do revestimento	Jaciel	-
Jean Silva	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro: Escurecimento da argamassa.	Aplicação do revestimento	Jean	-
5. Manoel de Moura	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Aplicação do reboco	-	Manoel	Complemento em obra possível
Luiz Barbosa	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do piso interlockado	-	Riasso	11
Roberto Domingos	pedreiro	07:00	17:00	8 hrs	Montamento do piso interlockado	-	Roberto	11
João José	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro	Aplicação do revestimento	João José	-
Jaciel Pedro	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro	Aplicação do revestimento	Jaciel	-
Jean Silva	servente	07:00	17:00	8 hrs	Auxílio o pedreiro	Aplicação do revestimento	Jean	-