

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

LEONARDO BERTOLDO STEFANELLO

AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE

**Alegrete, RS
2021**

LEONARDO BERTOLDO STEFANELLO

AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Dr. Alisson Simonetti Milani

Coorientador: Dr. Fladimir Fernandes dos Santos

**Alegrete, RS
2021**

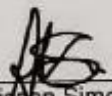
LEONARDO BERTOLDO STEFANELLO

AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA EM EMPRESA DE PEQUENO PORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 16, março de 2021.

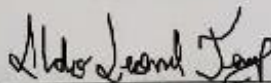
Banca examinadora:



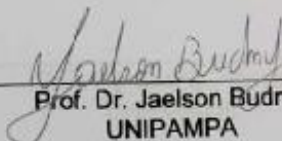
Prof. Dr. Alisson Simonetti Milani
Orientador
UNIPAMPA



Prof. Dr. Fláudio Fernandes Dos Santos
Coorientador
UNIPAMPA



Prof. Me. Aldo Leonel Temp
UNIPAMPA



Prof. Dr. Jaelson Budny
UNIPAMPA

RESUMO

O alto índice de desperdícios e os processos produtivos fragmentados são encontrados no modelo tradicional de produção da construção civil, e isso ocorre devido a problemas na área de gerenciamento das empresas. Sendo assim, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar, sob a ótica da Construção Enxuta, duas obras de uma empresa de pequeno porte da cidade de Alegrete-RS. A pesquisa foi dividida em três etapas: primeiramente foi apresentado os princípios da Construção Enxuta e algumas técnicas e ferramentas que podem ser aplicadas em empresas de pequeno porte, sem precisar investimentos de valores altos; após, foi efetuado um diagnóstico do sistema atual de produção da empresa, com base em entrevista estruturada, observações e registros fotográficos; para, então, elaborar um quadro no qual foi possível relacionar cada princípio da Construção Enxuta aos pontos que necessitam de mudanças na empresa. Concluiu-se que a empresa investigada ainda se encontra no sistema de produção tradicional, gerando resíduos, desperdícios, baixa produtividade, aumentando os custos de produção e trabalhando sem a atenção adequada a segurança do trabalho. Sendo assim, com base no estudo desenvolvido, tornou-se possível observar diversos benefícios que a implantação da Construção Enxuta pode trazer para empresa, sendo sugeridas melhorias passíveis de serem implementadas.

Palavras-chaves: Construção Enxuta. Gestão de obras. Construção civil.

ABSTRACT

The high loss rate and fragmented production processes are commonly found in the civil construction traditional model, and this is due problems in the management companies' area. Therefore, the main objective of this research was to evaluate two buildings of a small company in the city of Alegrete-RS, through lean construction view. The research was divided into three stages: first, the lean construction principles and some techniques and tools that can be applied in small companies were presented, without requiring high-value investments; after was made a diagnosis of the company's current production system, based on structured interviews, observations and photographic records; thereby, a table was created connecting each principle of lean construction to the points that need changes in the company. It was concluded that the investigated company is still using the traditional building system, generating waste, losses, low productivity, increasing production costs and working without adequate attention to work safety. Thus, based on the developed study, it was possible to observe several benefits that the implementation of lean construction can bring to the company, so were suggested improvements that could be implemented.

Keywords: Lean construction. Construction management. Civil construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Os 5 Princípios do Pensamento Enxuto.....	14
Figura 2 – Reduzir número de atividades que não geram valor	19
Figura 3 – Duas formas de planejar uma mesma obra (hipotética).....	20
Figura 4 – Execução de verga moldada <i>in loco</i> VS pré-moldada.....	21
Figura 5 – Exemplo da aplicação do princípio da transparência de processos	22
Figura 6 – Focar o controle do processo global	23
Figura 7 – Introdução de melhoria contínua.....	24
Figura 8 – Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxo e conversões	25
Figura 9 – Níveis do planejamento baseado no LPS	32
Figura 10 – Exemplo de linha de balanço	34
Figura 11 – Exemplo de planejamento de médio prazo	35
Figura 12 – Exemplo de planejamento de curto prazo	36
Figura 13 – O Método dos 5 Sentidos.....	37
Figura 14 – Senso de Organização.....	38
Figura 15 – Ciclo PDCA	41
Figura 16 – Montagem de uma parede pré-fabricada	43
Figura 17 – Layout dos dois canteiros de obras.....	48
Figura 18 – Organização dos canteiros de obras.....	48
Figura 19 – Situação dos materiais, equipamentos e ferramentas.....	50
Figura 20 – Produção de argamassa nos dois canteiros de obras.....	53
Figura 21 – Patologias encontradas nas edificações	54
Figura 22 – Imagens dos processos executivos de construção nas duas obras.....	56
Figura 23 – Imagem das áreas de vivência e instalações sanitárias para os operários	58
Figura 24 – Adoção de uso de EPI e EPC nas duas obras.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro comparativo entre os princípios de Womack e Jones (2004) e os de Koskela (1992)	26
Quadro 2 – Comparação entre a gestão tradicional da construção e a Construção Enxuta	27
Quadro 3 – Ferramentas e técnicas da Construção Enxuta.....	30
Quadro 4 – Classificação do porte da empresa	46
Quadro 5 – Definição da escala para as respostas do questionário	46
Quadro 6 – Sugestões para implantação da metodologia Lean na empresa.....	64

LISTA DE SIGLAS

5S – Cinco Sentidos

LPS – Last Planner System

NR – Norma Regulamentadora

JIT – Just-In-Time

MFV – Mapeamento Do Fluxo De Valor

PBQP-H – Programa Brasileiro De Qualidade E Produtividade No

Habitat

PDCA - Plan Do Check Act

PPC – Percentual De Produção Concluído

TFV – Transformação-Fluxo-Valor

TQM – Total Quality Management

BIM – Building Information Modeling

FMEA – Failure Mode and Effect Analysis

FiFO – First In, First Out

TDV – Target Value Delivery

VDC – Virtual Design and Construction

TVD – Target Value Delivery

IPD – Integrated Project Delivery

TPM – Total Productive Maintenance

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EPC – Equipamento de Proteção Coletiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo geral	11
1.2 Objetivos específicos.....	11
1.3 Justificativa.....	12
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Pensamento Enxuto (<i>Lean Thinking</i>)	13
2.1.1 Valor	14
2.1.2 Fluxo de valor	15
2.1.3 Fluxo contínuo.....	15
2.1.4 Produção puxada	15
2.1.5 Perfeição	16
2.2 Construção Enxuta (<i>Lean Construction</i>).....	16
2.2.1 Os onze princípios da Construção Enxuta	18
2.3 Gestão tradicional da construção e Construção Enxuta	26
2.4 Técnicas e ferramentas auxiliares na implementação da filosofia do Pensamento Enxuto	29
2.4.1 <i>Last Planner System</i>	32
2.4.2 Senso do 5S.....	37
2.4.3 Kaisen – Melhoria Contínua	39
2.4.4 Trabalho Padronizado.....	42
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	44
3.1 Apresentação do processo inicial de pesquisa.....	45
3.2 Caracterização da revisão bibliográfica.....	45
3.3 Definição da população e amostra	45
3.4 Coleta e análise dos dados	46

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	48
4.1 Situação atual de produção nas Obras	48
4.2 Sugestões para implementação da Construção Enxuta nas obras	64
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS.....	71
ANEXO A	77

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é considerada como uma das mais resistentes a mudanças. Nesse contexto, isso leva a vícios que se repetem, há anos, como não levar em conta questões relacionadas aos custos totais de produção, ao desperdício de recursos e, também, ao planejamento e controle da produção. Para, Lorenzon (2008), este método tradicional de produção leva a altas taxas de perdas, altos custos de produção e baixa produtividade, deixando evidente a necessidade de mudança, para que a empresa possa ter sucesso dentro do ramo.

Com o propósito de diminuir desperdícios e aumentar a produtividade, surgiu a filosofia do *Lean Construction*, ou Construção Enxuta, estimulando a inovação e renovação do modo de produção da construção civil. Estando baseada na metodologia do Sistema Toyota de Produção, a filosofia *Lean Thinking*, ou Pensamento Enxuto, teve origem em meados da década de 50, na indústria automobilística japonesa. Nesse contexto, o Pensamento Enxuto traz a possibilidade de se adaptar ferramentas para ambientes distintos, trazendo inúmeras alternativas para melhorar processos e nível de serviço para diferentes setores da área. Percebendo isso, Koskela, em 1992, adaptou esse sistema para a construção civil.

Eliminar tudo que não agrega valor para, assim, reduzir custos e gerar maior lucro, é o grande desafio da Construção Enxuta, visto que, na construção civil, existem muitas atividades não geradoras de valores. Tais perdas estão escondidas em transportes desnecessários, em retrabalhos, nos projetos não bem delineados que acabam por gerar improvisos, entre outros. Diversos diagnósticos realizados no Brasil, e no exterior, indicam que a maioria dos problemas resultam em baixos patamares de eficiência e qualidade na construção civil e que eles têm origem em problemas gerenciais (ISATTO *et al.* 2000).

A origem dessas atividades, que não agregam valor, pode ocorrer devido ao planejamento executivo coordenado ser realizado por meio de princípios obsoletos, aos projetos mal concebidos, a falta de orientação em relação à mão de obra, a predominância da individualidade de ações no canteiro de obras, não havendo uma ideia de conjunto e trabalho em equipe. Segundo Formoso (2002), no relatório publicado em 1992, Koskela desafia os profissionais da construção civil a quebrarem seus paradigmas de gestão e, assim, se adaptarem a técnicas e ferramentas de sucesso já comprovado pelo Sistema Toyota de Produção.

Uma evidente problemática técnica é o fato de que pequenos empreendimentos visam cortar gastos não investindo em projetos bem elaborados e não realizando visitas técnicas periódicas na execução da obra, objetivando, assim, maximizar os lucros. Entretanto, essa técnica é retrógrada e equivocada, pois surgem inúmeros problemas de desperdícios e atrasos, já citados anteriormente, que acabam gerando insatisfação por parte do cliente e, também, gastos não previstos no orçamento (KOSKELA,1992).

Souza, Silva e Felizardo (2007) destacam que os maiores problemas encontrados nas obras de pequeno porte são a falta de detalhamento adequado na fase de projeto, aliado à ausência ou pouca orientação na fase de execução. Dessa forma, fica clara a necessidade de investir na elaboração de projetos ricos em detalhes e na orientação contínua durante a fase de execução da obra, assim, evita-se possíveis insatisfações e desperdícios ao final do processo.

A partir dessas premissas, torna-se clara a necessidade de mudança no pensamento dos envolvidos no ramo da construção civil, sendo a metodologia Construção Enxuta uma opção relevante. Assim, este estudo aborda a implantação desta filosofia em empresas de pequeno porte.

1.1 Objetivo geral

Avaliar, sob a ótica da Construção Enxuta, dois empreendimentos de uma empresa de pequeno porte de Alegrete-RS.

1.2 Objetivos específicos

- Apresentar os princípios, as técnicas e as ferramentas básicas para a implantação da Construção Enxuta;
- investigar, com base na metodologia da Construção Enxuta, as melhorias necessárias para o atual sistema de produção da empresa;
- elaborar um quadro com sugestões de melhorias, relacionando os princípios da Construção Enxuta, suas técnicas e ferramentas auxiliares, com as necessidades da empresa.

1.3 Justificativa

A filosofia do Pensamento Enxuto traz uma nova perspectiva frente aos processos da construção civil. Ela atenta para a eliminação dos desperdícios, que levam a uma queda tanto na qualidade quanto na produtividade. Assim, essa nova forma de pensar, ao abrir os olhos para os desperdícios costumeiros da construção civil, acaba por identificar o que gera prejuízo e o que de fato agrega valor ao produto.

A eficácia da implantação da Construção Enxuta é comprovada em vários países, tais como Estados Unidos, Reino Unido, Inglaterra, Alemanha, Coréia do Sul, Japão, Iraque, Austrália, Brasil, Egito, Malásia e China. Em termos econômicos, a metodologia da Construção Enxuta tem um destaque importante (MONTE, 2017).

Conforme a literatura pesquisada, são inúmeras as razões para se estudar a metodologia do Pensamento Enxuto; diante disso, esse trabalho pode ser importante, pois poderá contribuir para que as empresas ou profissionais possam:

- conhecer técnicas e ferramentas para reduzir custos e desperdícios;
- atentar para o trabalho com o mínimo necessário de mão de obra, materiais, tempo e componentes;
- focar em processos ou ações que tragam valor ao produto final;
- eliminar qualquer atividade humana que não traga valor ao produto;
- usar ferramentas que proporcionem uma forma de gestão diferenciada, criando valor para os processos e procedimentos;
- obter conhecimento sobre esta nova forma de entender os processos, os indicadores de desperdício, a grande ocorrência de patologias, os processos ineficientes e ineficazes, e entrega de produtos conforme a qualidade desejada pelo cliente;
- entender a necessidade de diminuir os desperdícios e aumentar a produtividade dentro da indústria da construção civil;
- assimilar a importância dessa forma de pensar, no qual o mercado, de certa forma, exige comparar produtos, serviços e métodos de trabalho com os das organizações que possuem as melhores práticas;
- ter o entendimento que suas atividades executadas precisam levar em consideração todos os acontecimentos durante o processo, desde a escolha da matéria prima, as atividades de transporte, espera, processamento, inspeção e organização das atividades laborais, entre outros aspectos.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

Com base na origem da produção enxuta, este capítulo discute o conceito de Pensamento Enxuto e de Construção Enxuta, bem como a base teórica das principais ferramentas a serem aplicadas em empresas de pequeno porte.

2.1 Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*)

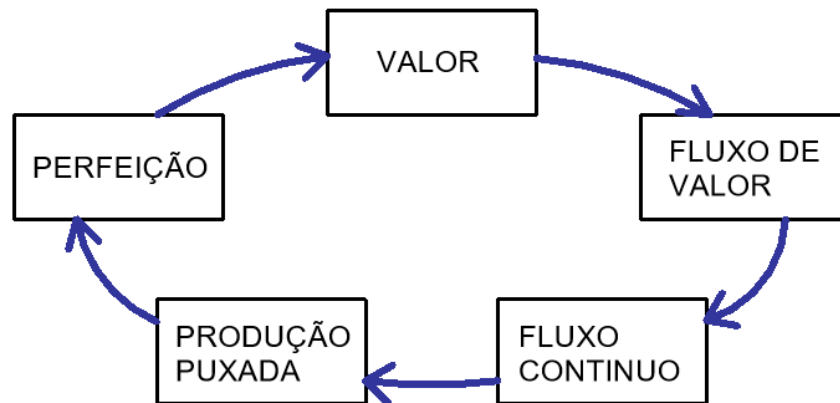
A linha de Pensamento Enxuto surgiu a partir da Segunda Guerra Mundial, em meados da década de 1950, quando o Japão enfrentava uma grande crise econômica causada pelos resultados da Segunda Guerra. Nesse momento a escassez de recursos materiais, financeiros e humano assolava a indústria japonesa, que reagiu criando um novo modelo de produção. Dessa forma, surgiu o Sistema Toyota de Produção, idealizado por Taiichi Ohno e Shingeo Shingo, que consiste em um sistema de produção em massa de forma enxuta, no qual viria para reduzir custos e desperdícios na indústria.

Desperdício, segundo Hay (1992), é aquilo que vai além do mínimo necessário, incluindo equipamentos, mão de obra, materiais, tempo e componentes, ou seja, consiste em todo processo ou ação que não traga valor ao produto final, ou qualquer quantidade que não seja absolutamente essencial à produção.

Womack e Jones (2004) dirigem-se Pensamento Enxuto (*Lean Thinking*) como o “antídoto para o desperdício”, no qual o desperdício é caracterizado por qualquer atividade humana que não traga valor ao produto.

Womack e Jones (1996), em seu trabalho “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*”, abordaram esse tema no ramo da gestão empresarial, definindo ferramentas que trariam uma forma de gestão diferenciada, baseada na eliminação de desperdícios e foco na criação de valor para os processos e procedimentos. Dessa forma, a Figura 1 apresenta os cinco princípios do Pensamento Enxuto para empresas que adotarem o Sistema Toyota de Produção.

Figura 1 – Os 5 Princípios do Pensamento Enxuto



Fonte: Elaboração própria (2020).

Na sequência, tem-se a descrição dos diversos elementos que caracterizam cada um dos cinco princípios que fazem parte desta filosofia.

2.1.1 Valor

Visto que, de nada adianta fazer algo tecnicamente perfeito, se é algo que o cliente não deseje. Certo disso, considera-se o valor, a partir das necessidades do consumidor final, como o ponto de partida para o Pensamento Enxuto (WOMACK; JONES, 2004) .

O **valor** só pode ser definido pelo cliente final. E só é significativo quando expresso em termos de um produto específico (um bem ou serviço e, muitas vezes, ambos simultaneamente) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico. O **valor** é criado pelo produtor. Do ponto de vista do cliente, é para isso que os produtores existem (WOMACK; JONES, 2004, p.4, grifo nosso).

Segundo Taiichi Ohno (1997), criador do Toyotismo, na apresentação de seu livro “O Sistema de Produção Toyota: além da produção em larga escala”:

O mundo já tinha mudado de uma época em que a indústria podia vender tudo que produzisse, para uma sociedade afluyente onde as necessidades materiais são satisfeitas rotineiramente. Os valores sociais mudaram. Agora, não podemos vender nossos produtos a não ser que nos coloquemos dentro dos corações dos nossos consumidores, cada um dos quais tem conceitos e gostos diferentes (OHNO, 1997, p.8).

2.1.2 Fluxo de valor

O valor de produtos e/ou serviços específicos ofertados deve ser mapeado do início da produção até à entrega final, formando, assim, o **fluxo de valor** desejado para o cliente (WOMACK; JONES, 2004).

Segundo Womack e Jones (2004), o **fluxo de valor** é um emaranhado de processos específicos, necessários para levar um produto determinado passar por três tarefas gerenciais críticas: (1) a solução de problemas que percorre todo seu desenvolvimento, ou seja, lançamento do produto passando pelo projeto detalhado; (2) o gerenciamento de informações que vai do pedido até sua entrega; (3) a transformação física é o caminho onde a matéria prima se torna o produto finalizado, entregue nas mãos do cliente.

2.1.3 Fluxo contínuo

As atividades produtivas devem ser de fluxo ininterrupto, eliminando qualquer atividade que não venha para agregar valor e, conseqüentemente, gerar desperdícios (WOMACK; JONES, 2004).

Diante disso, pode-se dizer que o conceito de fluxo é a base da filosofia enxuta. Por exemplo, o fluxo contínuo pode ser visto na produção celular, onde o uso de conceitos de fluxo peça, operadores multifuncionais e ritmo padronizado e controlado, é altamente produtivo.

2.1.4 Produção puxada

Para Womack e Jones (2004), o ritmo que os clientes fazem os pedidos deve definir o ritmo de produção. Dessa forma, esse sistema faz que o mercado “puxe” o produto até si, e esse processo contribuiu para a eliminação dos desperdícios nas etapas produtivas, onde ocorre a inexistência de parada ou descanso dos produtos em chão-de-fábrica ou estoque.

A melhor forma de compreender a lógica e o desafio de puxar é começar com um cliente real expressando a demanda por um produto real e caminhar no sentido inverso, percorrendo todas as etapas necessárias para levar o produto ao cliente (WOMACK; JONES, 2004, p.60).

2.1.5 Perfeição

O último princípio revela que a melhoria contínua para os quatro princípios citados deve ser perseguida constantemente (WOMACK; JONES, 2004).

À medida que as organizações começarem a especificar valor com precisão, identificarem o *fluxo de valor* total, à medida que fizerem com que os passos para criação de valor *fluam* continuamente, e deixem que os clientes *puxem* o valor, algo muito estranho começará a acontecer. Ocorre aos envolvidos que o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros é infinito e, ao mesmo tempo, oferece um produto que se aproxima ainda mais do que o cliente realmente quer. De repente, a *perfeição*, o quinto e último conceito do Pensamento Enxuto, não parece uma ideia maluca (WOMACK; JONES, 2004, p.14).

2.2 Construção Enxuta (*Lean Construction*)

Lauri Koskela, em seu trabalho *Applications of the New Production Philosophy to Construction*, no ano de 1992, traz a filosofia da produção enxuta aplicada à construção civil. Nesse contexto, surge a Construção Enxuta, devido à Koskela desafiar, em seu trabalho, os profissionais da construção a quebrarem seus padrões de gestão e moldar as ferramentas e técnicas do Sistema Toyota de Produção para o seu meio de trabalho. Assim, são introduzidas as bases dessa nova forma de pensamento, adaptando-se os conceitos de conversão, fluxo e geração de valor presentes no Pensamento Enxuto à construção civil.

Segundo Formoso (2002), a principal mudança entre o modelo antigo e o Pensamento Enxuto está no fato de a implantação desse novo paradigma envolver uma nova forma de entender os processos. Nesse modelo, a produção é definida como série de atividades de conversão. Estas consistem na transformação de insumos em um produto intermediário ou final.

Enquanto as atividades de fluxo geram custos e consomem tempo, apenas as atividades de conversão são capazes de agregar valor ao material ou informação, pois transformam matéria prima em produtos. Assim, as atividades de fluxo devem sofrer melhorias focadas, principalmente, na sua redução ou eliminação; já nas atividades de conversão o enfoque deve ser em torná-las mais eficientes. Esta é ideia central da nova filosofia de produção (FORMOSO, 2002).

Os processos de conversão podem ser segmentados em subprocessos, sendo que o valor destes levará em consideração o custo do insumo utilizado. Assim, o

esforço de minimização do custo total de um processo em geral é focado do esforço de minimização do custo de cada subprocesso separadamente (FORMOSO, 2002).

Formoso (2002) defini conceitos de atividades de conversão, fluxo e geração de valor como:

Atividade de conversão: São atividades que transformam os insumos (materiais, informação) em produtos intermediários (por exemplo, alvenaria, estrutura, revestimentos) ou final (edificação);

Atividade de fluxo: São as atividades que não agrega valor ao produto final, como por exemplo: atividades de transporte, espera e inspeção;

Geração de valor: O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo dependente à execução de um processo. Assim, um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos;

Para entender melhor esses novos processos se tornam necessário compreender os 4 fluxos da Construção Enxuta (FORMOSO, 2002).

- **Fluxo de montagem:** nesse fluxo os orçamentos são segmentados por cada produto intermediário, como portas, paredes, vigas e, nos planos de obra, são representadas somente as atividades de conversão. Portanto, a sequência das atividades que agregam valor ao produto irá ser expressa no orçamento e no plano de obras.
- **Fluxo de materiais:** compreende atividades de espera, processamento, transporte e inspeção. Assim, o fluxo de materiais inclui desde a matéria prima até o produto final. As atividades de transporte, espera e inspeção não agregam valor ao produto final, sendo assim denominadas de atividades de fluxo
- **Fluxo de informações:** as informações, assim como os materiais, também compreendem o transporte, espera, processamento e inspeção. Isso são processos gerenciais, que inclui planejamento e controle de projetos. Assim, leva-se em consideração as informações como as exigências do cliente e características do terreno.
- **Fluxo de trabalho:** compreende o conjunto de tarefas realizadas por cada equipe no canteiro de obras. Nesse contexto, essas operações podem estar relacionadas ao trabalho realizado por máquinas ou pelas equipes.

Para Koskela (1992), aplicar os princípios da produção enxuta na construção civil requer uma mudança no paradigma gerencial, centralizando a atenção na produtividade, dando ênfase nas atividades de conversão para, assim, obter uma abordagem sistêmica do processo. Segundo o supracitado autor, a Construção Enxuta é uma filosofia paralela ao Pensamento Enxuto, a qual evidencia a necessidade de diminuir os desperdícios e aumentar a produtividade dentro da indústria da construção civil. Nesse sentido, se faz necessária a implantação de uma nova forma de pensar dentro das construtoras.

2.2.1 Os onze princípios da Construção Enxuta

Koskela (1992) sintetiza a Construção Enxuta em onze princípios base, os quais são os seguintes:

I. Reduzir o número de atividades que não geram valor

Koskela (1992) destaca que existem três formas definidas como atividades que não agregam valor, sendo elas:

- a) As atividades mais críticas são perdas na inspeção, movimentação e espera. Bernardes (2003) salienta que para reduzir as atividades de movimentação, inspeção e espera, deve haver um plano de produção e um processo de controle.
- b) Falta de informação sobre a medição de desempenho das atividades realizadas no canteiro de obra.
- c) Acidentes, defeitos, transportes de uma conversão para outra.

Para Formoso (2002), esse princípio é fundamental para a filosofia do Pensamento Enxuto, pois aumentar a eficiência das atividades e remover as que não agregam valor, e que consomem tempo, recursos e espaço, é essencial para o sucesso do empreendimento. Dessa forma, consta na Figura 2 um exemplo no qual é eliminada uma atividade que não agrega valor.

Figura 2 – Reduzir número de atividades que não geram valor



Fonte: Herberts (2018, p.37)

Pode-se verificar que, na Figura 2, ao fazer uso de um manipulador de carga (Skytrak), o abastecimento de materiais ocorre de forma direta aos apartamentos, reduzindo tempo de transporte ou qualquer risco de dano/perda de material durante o transporte, ou seja, elimina as atividades de fluxo.

II. Aumentar o valor do produto na perspectiva do cliente

Princípio básico do Pensamento Enxuto, agregar valor ao produto consiste em satisfazer as expectativas do cliente, recorrendo à identificação das suas necessidades e da sua participação na elaboração do projeto e na gestão de produção (KOSKELA, 1992).

Segundo Formoso (2002), um processo que exemplifica esse princípio é que para a realização do projeto multifamiliar, primeiramente deve-se realizar pesquisas de mercado ou ainda avaliações de empreendimentos já entregues anteriormente. “Tais informações devem ser claramente comunicadas aos projetistas através de planilhas e reuniões ao longo das várias etapas do processo de projeto, desde a concepção do empreendimento até o detalhamento do projeto” (FORMOSO, 2002. p. 7). Sendo assim, os projetistas terão acesso a todas as necessidades requeridas pelos possíveis clientes finais, ao longo de toda realização do projeto.

III. Reduzir a variabilidade

Visto que a variabilidade aumenta as atividades que não geram valor ao produto final, busca-se a padronização de processos e produtos (KOSKELA, 1992). Dessa forma, o uso de treinamentos e capacitação da mão de obra também são fatores chaves para garantir a segurança e a redução de desperdícios de materiais.

Um exemplo prático para reduzir ou eliminar a variabilidade seria a padronização de execução de instalações hidrossanitárias, eliminando possíveis dúvidas e improvisos na execução e, assim, eliminar a incidência de retrabalho.

IV. Reduzir o tempo de ciclo

Composto por tempo de transporte, espera, processamento e inspeção. O foco na redução deve ser nas ações de espera e inspeção por não acrescentarem valor ao produto final (KOSKELA, 1992).

Formoso (2002) mostra duas estratégias possíveis para execução de uma obra hipotética, como pode ser visto na Figura 3.

Figura 3 – Duas formas de planejar uma mesma obra (hipotética)

ALTERNATIVA 1 (LONGO TEMPO DE CICLO)

Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A	■	■	■	■	■	■			
B		■	■	■	■	■	■		
C			■	■	■	■	■	■	
D				■	■	■	■	■	■

ALTERNATIVA 2 (PEQUENO TEMPO DE CICLO)

Etapa	Período 1	Período 2	Período 3	Período 3	Período 4	Período 5	Período 6	Período 7	Período 8
A	■	■	■						
B			■	■	■				
C					■	■	■		
D							■	■	■

Fonte: Formoso (2002, p.9)

Pela Figura 3 nota-se que, para a alternativa 2, os primeiros lotes podem ser entregues mais cedo, e isso se torna benéfico, pois o efeito de aprendizagem relacionado a execução será maior. Logo, caso haja erros nos primeiros lotes, os mesmos podem ser evitados nos lotes futuros.

V. **Simplificar através da redução do número de passos ou partes**

Visto que, quanto maior o número de passos em um processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valores, assim, esse princípio busca eliminar passos ou partes desnecessárias que não geram valor ao produto. Esse princípio se relaciona com a racionalização de processos (KOSKELA, 1992).

No exemplo apresentado por Formoso (2002), na Figura 4, duas opções para a execução de vergas são disponibilizadas.

Figura 4 – Execução de verga moldada *in loco* VS pré-moldada



Fonte: Formoso (2002, p.10)

Verifica-se, na Figura 4, que a verga moldada *in loco*, a qual interrompe a execução de alvenaria, que ela demanda tempo para realização das formas e concretagem no local. De outra forma, na verga pré-moldada, basta que o pedreiro a posicione no local determinado, reduzindo consideravelmente o número de atividades que não agregam valor.

VI. **Aumentar a flexibilidade da saída**

Esse princípio é definido como a possibilidade de alterar as características finais dos produtos, tendo em vista as necessidades dos clientes, sem aumento significativo de custo (KOSKELA, 1992).

Segundo Formoso (2002), um exemplo para esse princípio seria de empresas do mercado imobiliário que flexibilizam a definição do projeto e até mesmo a execução das divisórias internas de algumas unidades para possibilitar diferentes *layouts*, que serão definidos posteriormente conforme a necessidade do cliente. Com isso, a

empresa flexibiliza as possibilidades de execução, para cada consumidor, sem comprometer o orçamento previsto.

VII. Aumentar a transparência do processo

Torna transparente a gestão do projeto e aumenta o envolvimento da mão de obra no processo. Isso possibilita que possíveis erros sejam detectados e sanados rapidamente (KOSKELA, 1992). Sendo assim, placas de sinalização precisam ser postas no canteiro de obra para informar sobre os EPI's necessários aliado a indicadores de desempenho. Um exemplo para esta aplicação é mostrado na Figura 5

Figura 5 – Exemplo da aplicação do princípio da transparência de processos



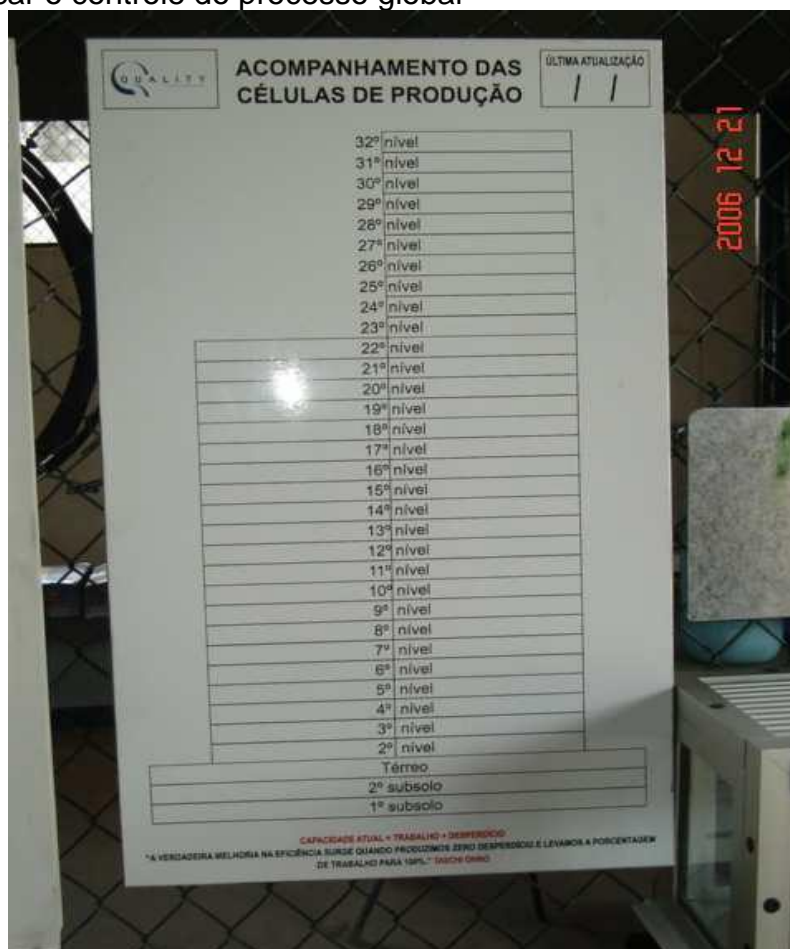
Fonte: Formoso (2002, p.12)

Explicando a Figura 5, para Formoso (2002), o princípio seria substituir os obstáculos visuais do canteiro de obras, tais como divisórias e tapumes, por um dispositivo de controle de utilização do espaço que mantenha o ambiente de trabalho transparente, com a adição de cartazes e sinalizações com informações relevantes.

VIII. Focar o controle no processo global

Busca a otimização do fluxo de trabalho, tendo uma percepção sistemática da produção (KOSKELA, 1992), sendo representado na Figura 6.

Figura 6 – Focar o controle do processo global



Fonte: Branco (2006) *apud* Carvalho (2008, p.34)

Carvalho (2008) exemplifica, na Figura 6, um quadro de controle global usado nos canteiros de obras que já implementa a filosofia do Pensamento Enxuto. A partir deste quadro os colaboradores podem ter acesso ao controle de células de produção em todos os pavimentos.

IX. Introduzir melhoria contínua no processo

Esse princípio busca reduzir desperdícios, monitorar o desenvolvimento e promover o envolvimento das pessoas na organização (KOSKELA, 1992). Segundo Koskela (2000), como a implantação e conservação dos princípios da Construção Enxuta são processos complexos, realizar a melhoria da empresa em etapas e de forma contínua é a forma mais recomendada para que se tenha sucesso no uso da ferramenta de Pensamento Enxuto. A Figura 7 mostra uma empresa implementando

em seu canteiro de obras a melhoria contínua por meio de cursos para seus trabalhadores (CARVALHO, 2008).

Figura 7 – Introdução de melhoria contínua



Fonte: Branco (2006) *apud* Carvalho (2008, p.35)

X. Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxos e conversões

Envolve observar os processos e analisar o que pode ser melhorado para, então, balancear melhorias dos fluxos com aperfeiçoamento das conversões. Cabe dizer que fluxos controlados tornam a implantação de novas tecnologias mais fácil (KOSKELA, 1992). Tem-se um exemplo na Figura 8.

Figura 8 – Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxo e conversões



Fonte: Branco (2006) *apud* Carvalho (2008, p.36)

Na Figura 8 a empresa utiliza um escorregador como ferramenta para auxiliar no transporte de materiais entre pavimentos. Dessa forma, o material flui por gravidade do ponto de pavimento superior para o pavimento inferior de forma ágil, melhorando o fluxo de materiais no canteiro de obras.

XI. Fazer Benchmarking

Esse princípio é baseado em conhecer os processos empresariais, no qual busca-se identificar boas práticas em empresas similares, consideradas líderes no seguimento, para adaptá-las a realidade da própria empresa (KOSKELA, 1992). “Os resultados deste processo proporcionam às empresas comparar os seus produtos, serviços e métodos de trabalho com os das organizações representantes das melhores práticas” (CARVALHO, 2008, p.36).

Carvalho (2008) ainda salienta que esse método não é uma cópia de informação, mas sim um processo sistemático, estruturado, no qual será possível avaliar os métodos empregados pela empresa.

No Quadro 1, Picchi (2003) apresenta um comparativo entre os cinco princípios apresentados por Womack e Jones (1998) e os onze princípios apresentados por Koskela (1992), constatando a influência do Pensamento Enxuto com os princípios citados.

Quadro 1 – Quadro comparativo entre os princípios de Womack e Jones (2004) e os de Koskela (1992)

Princípios do Pensamento Enxuto (WOMACK;JONES, 2004)	Princípios para a Construção Enxuta (KOSKELA, 1992)
1. Valor	1. Aumentar o valor do produto na perspectiva do cliente; 2. Reduzir o tempo de ciclo;
2. Fluxo de valor	3. Reduzir o número de atividades que não geram valor; 4. Focar o controle no processo global; 5. Simplificar através da redução do número de passos ou partes; 6. Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxos e conversões;
3. Fluxo contínuo	7. Reduzir a variabilidade; 8. Aumentar a transparência do processo;
4. Produção Puxada	9. Aumentar a flexibilidade da saída;
5. Perfeição	10. Introduzir melhoria contínua no processo; 11. Fazer Benchmarking;

Fonte: adaptado de Picchi (2003, p. 13)

2.3 Gestão tradicional da construção e Construção Enxuta

A gestão tradicional da construção civil é considerada um sistema arcaico, no qual apresenta muitos métodos, ferramentas e técnicas de gestão que estão obsoletos e considerados ineficientes (PENEIROL, 2007). Neste contexto, entende-se, com base em Howell e Koskela (2000), que existem fatores importantes que estão ligados diretamente a essa ineficiência dentro da construção civil, listando-se os seguintes:

- despreza as incertezas presentes na abrangência e nos métodos do projeto;
- considera a relação entre atividades simples e sequencial quando na realidade é mais complexa;
- enrijece as fronteiras das atividades, sendo que na verdade raramente a relação de precedência existe;

- preocupa-se com o resultado obtido em cada atividade, fazendo com que haja uma perspectiva egoísta de melhoria para cada uma, sem se preocupar com o impacto que possa ter nas restantes ou no processo global;
- exclui a gestão da produção da gestão de projeto.

Outro ponto é que no sistema tradicional os objetivos de projeto são considerados como fixos, não prevendo possíveis falhas ao decorrer do projeto, ou seja, os meios para atingi-los são considerados válidos de mudança apenas quando ocorrer falhas (HOWELL; KOSKELA, 2000).

Segundo Peneirol (2007), no Pensamento Enxuto a execução de uma tarefa de uma obra só deve ocorrer quando estiver com todo o aparato necessário para sua conclusão resolvido antecipadamente. No caso de uma tarefa não ser concluída, o sistema recebe uma resposta imediata para identificação de possíveis causas do problema. Com todas as informações de projeto e planejamento em mãos, a gestão poderá tomar medidas preventivas ou corretivas, rapidamente (BALLARD; HOWELL, 1998).

Para um maior entendimento entre as considerações relacionadas entre a Construção Enxuta e a gestão convencional da construção, Abdelhamid e salem (2005) apresentam uma comparação das duas metodologias, como é possível ver no Quadro 2.

Quadro 2 – Comparação entre a gestão tradicional da construção e a Construção Enxuta

Gestão convencional da construção	Construção Enxuta
Sabe-se como transformar materiais em estruturas fixas.	Sabe-se (também) sobre como transformar materiais em estruturas fixas.
Espera-se que ocorram mudanças de definições e erros de projeto durante a construção, que serão resolvidos e novamente preparados pela equipe de construção.	Desenha-se produto e processo de construção em conjunto para evitar erros/omissões que possam possibilitar confusão na execução.
O gestor é o único responsável pelo planejamento.	Os gestores são os primeiros responsáveis pelo planejamento dos processos e das fases, enquanto os encarregados e os trabalhadores são os últimos responsáveis pelo planejamento e pelas as operações.

continua...

...continuação

Gestão convencional da construção	Construção Enxuta
Assume-se que reduzindo o custo de uma peça irá reduzir o custo de todo o projeto – o todo é a soma das partes.	Trata-se todo o projeto como um sistema e faz-se uso do <i>custo-meta</i> para alcançar as reduções do custo de projeto, ou seja, o todo é mais que a soma das suas partes.
Procura-se aperfeiçoar cada processo à nível local, pensando erroneamente que esta é a forma de alcançar a eficiência global.	Procura-se aperfeiçoar a produção para maior processamento do sistema considerando ser a única forma de alcançar a eficiência global.
Gere-se o processo utilizando os elementos que referem à evolução de custos – os quais estão na base dos pagamentos.	Utiliza-se os elementos de evolução de custos como um <i>input</i> para o planeamento e controle das operações no estaleiro.
É guiado pelo paradigma de retornos em termos de prazo/custo/qualidade.	Desafia-se o paradigma de retorno em termos de tempo/custo/qualidade ao remover as fontes de desperdício nos processos de desenho/produção de forma a melhorar o fluxo de valor.
Não se planeja ou controla as operações de produção em canteiros de obras a não ser que se verifiquem desvios de custo e de prazo – espera-se até que os problemas aconteçam para se reagir no sentido de voltar a ter o projeto no rumo definido.	Planeja-se e controla-se as operações de produção em canteiros de obras de forma a prevenir que os indicadores de evolução do projeto não desviem dos prazos e custos definidos.
Considera-se fornecer valor ao cliente quando se maximiza o desempenho em relação ao custo.	Considera-se fornecer valor ao cliente quando o valor do produto é aumentado (a infraestrutura efetivamente corresponde às necessidades do cliente) através da gestão do processo de valor da construção.

Fonte: Abdelhamid e Salem (2005, p.11)

Dessa forma, o diferencial no modelo de Construção Enxuta, em relação ao modelo tradicional, é a forma com que os processos são entendidos. No modelo tradicional todas as atividades relacionadas a construção é visando apenas o produto final. Já na mentalidade enxuta, o processo consiste em levar em consideração todos os acontecimentos durante o processo, desde a escolha da matéria prima, atividades de transporte, espera, processamento e inspeção (PENEIROL, 2007).

2.4 Técnicas e ferramentas auxiliares na implementação da filosofia do Pensamento Enxuto

A partir dos estudos realizados por Koskela, onde foram analisados os princípios do sistema Toyota de produção, com o objetivo de implementá-los na engenharia civil, muitas ferramentas do Pensamento Enxuto foram adaptadas e, com o passar do tempo, novos métodos foram criados e aplicados nesse campo. O Quadro 3 foi adaptado de Ferreira (2020), onde o autor apresenta uma seleção recente sobre as ferramentas e técnicas que vem sendo mais estudadas. O prazo adotado foi de 2015 a 2019, onde o autor selecionou 41 artigos da base de dados “Web of Science”.

Cabe ressaltar que apenas os nomes dos autores que apresentaram em suas pesquisas um conjunto de mais de 2 ferramentas e técnicas são citados no Quadro 3. Dessa forma, as pesquisas que apresentaram apenas 1 ou 2 ferramentas e técnicas foram adicionadas nas duas últimas colunas do Quadro, sem citação de autor.

Quadro 3 – Ferramentas e técnicas da Construção Enxuta

Bajjou et al (2017)	Gambatese et al (2017)	Sarhan et al (2017)	Bajjou e Chafi	Memon et al (2018)	Inella et al (2019)
Last Planner System	Last Planner System	Last Planner System	Last Planner System	Last Planner System	Redeção do tamanho do lote
Gestão Visual	Design simultâneo de produtos e processos	Mapeamento de flux de valor	Trabalho padronizado	Mapeamento de flux de valor	Qualidade na fonte
5S	Target Value Desingn	Trabalho padronizado	5S	Trabalho padronizado	Last Planner System
Poka-Yoke	Integração da equipe	5S	Cinco porquês	5S	Mapeamento de flux de valor
Just in Time	5S	Cinco porquês	Estudos de primeira produção	Kaizen	Trabalho padronizado
	Cinco porquês	Estudos de primeira produção	Kaizen	Kanban	5S
	Andon	Kaizen	Kanban	Poka-Yoke	Kaizen
	Estudos de primeira produção	Kanban	Poka-Yoke	Gestão Visual	Kanban
	Projeto integrado	Poka-Yoke	Gestão Visual	Just in Time	Poka-Yoke
	Kaizen	Gestão Visual	Increased visualisation	Reuniões diárias	Reuniões diárias
	Kanban	Just in Time	Eliminação de desperdício	Engenharia simultânea	Benchmarking
	Kitting	Gestão de qualidade total	Diagrama de Ishikawa	Parceria	
	Sistema de entrega de projeto Lean	Falha segura para qualidade e segurança	Análise de Pareto	Construção de Design Virtual	
	Poka-Yoke	Reuniões diárias		Seis Sigma	
	Trabalho padronizado			Gestão de melhoria da saúde e segurança	
	Mapeamento de fluxo de valor			Gemba walk	
	Estrutura do trabalho			Big room	
				Pré-fabricação	
				Benchmarking	
				Agendamento de trabalho	
				Falha segura para qualidade	
				Matriz de estrutura de design	
				Instruções detalhadas	
				Projeto integrado	

continua...

...continuação

Carvajal-Arango (2019)		Enshassi et al (2019)	Wu et al (2019)	Maradzano et al (2019)	Autores 2 Ferramentas	Autores 1 Ferramenta
Last Planner System	Objetivos inteligentes	Last Planner System	Last Planner System	Last Planner System	Gestão de valor	LPS (9)
Mapeamento de flux de valor	Preparação da equipe	5S	5S	Mapeamento de fluxo de valor	LPS	BIM (8)
Trabalho padronizado	Reengenharia de Processos	Kaizen	Gestão Visual	Trabalho padronizado		MFV (3)
5S	Jidoka	Poka-Yoke	Just in Time	5S	VDC	Gestão Visual (2)
Kaizen	Planejamento de tempo	Reuniões diárias	Gestão de conferência	Kaizen	BIM	TDV (1)
Kanban	Fluxo contínuo	Cinco porquês		Kanban		
Poka-Yoke	Método escolha por vantagens	Estudos de primeira produção		Poka-Yoke	BIM	
Gestão Visual	Contratação de design build	Increased visualisation		TVD	LPS	
Just in Time	Contratação baseada no desempenho			Just in Time		
Reuniões diárias	contratação multidária			Reuniões diárias	KanBim	
Engenharia simultânea	Pontos de controle			TQM	IPD	
Parceria	Engenharia Simultânea			TPM		
Construção de Design Virtual	controle estático do processo			Eliminação de desperdício	BIM	
Seis Sigma	Line of Balance			Diagrama de Ishikawa	LPS	
Cinco porquês	Heijunka			FMEA		
Gemba walk	Análise layout do projeto				Gestão Visual	
Big room	Plan, do, check, action				Big room	
Pré-fabricação	Mapa de irregularidades					
Benchmarking	Relatório A3				IPD	
Agendamento de trabalho	TQM				BIM	
Falha segura para qualidade	Linha FiFO					
Matriz de estrutura de design	Redução de set-up					
Instruções detalhadas	Esquema de sugestões					
Projeto integrado	FMEA					

Fonte: Ferreira (2020, p.7-8)

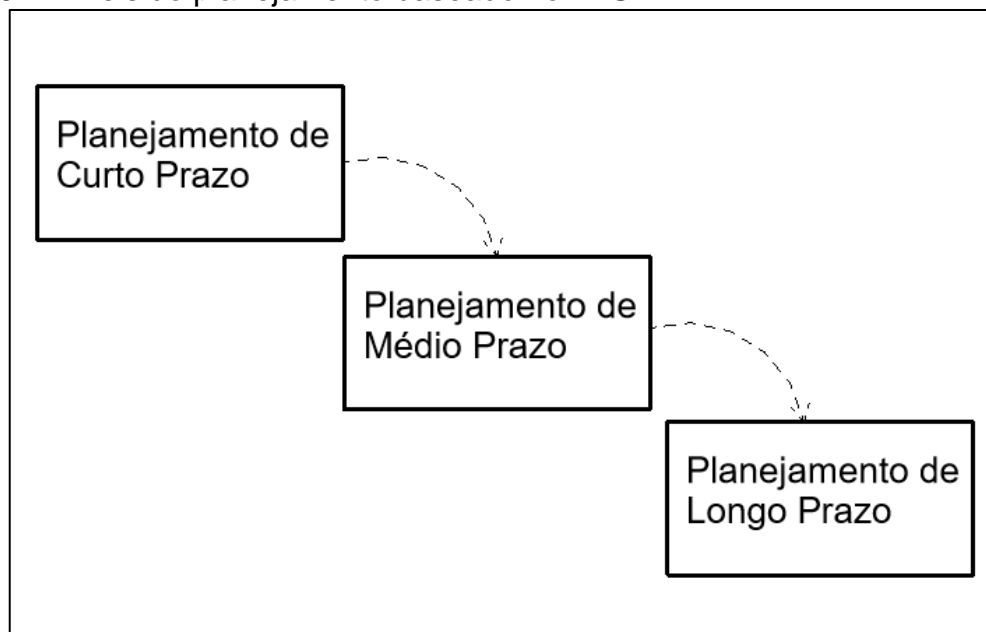
No quadro 3 podem ser observadas as ferramentas e técnicas possíveis para auxiliar na implantação da filosofia *enxuta*. Devido a extensa lista de possibilidades para aplicação dos conceitos do Pensamento Enxuto, o presente trabalho irá detalhar apenas as ferramentas de fácil aplicação para empresas de pequeno porte, ou seja, ferramentas de baixo custo e que não exijam modelos complexos.

2.4.1 Last Planner System

O *Last Planner System* é uma ferramenta que visa melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento da construção civil. Este método foi desenvolvido nos Estados Unidos da América, por Ballard e Howell, nos anos 90, com base nos modelos e conceitos desenvolvidos na Engenharia de Produção (MOURA, 2008). De acordo com Ballard (1998), o grupo de pessoas responsáveis por este planejamento era denominado como últimos planejadores (*Last Planners*).

Moura (2008) refere-se ao *Last Planner System* como um processo composto por três níveis: Planejamento mestre (de longo prazo), Planejamento *Lookahead* (de médio prazo) e o Planejamento comprometido (de curto prazo). A Figura 9 mostra a hierarquização do planejamento a qual se refere à maneira de como as metas são vinculadas aos horizontes de longo, médio e curto prazo, detalhando-os com mais intensidade na medida em que se aproxima a data de execução da atividade.

Figura 9 – Níveis do planejamento baseado no LPS



Fonte: Elaboração própria (2021)

a) Planejamento de longo prazo

Segundo Issato (2000), no planejamento de longo prazo, o horizonte dos planos abrange todo o período da obra e tem o objetivo de definir os ritmos das principais atividades a serem executadas na obra, como fase de execução de estrutura, alvenaria e as instalações complementares.

Outra decisão importante relacionada a este nível de planejamento envolve a implantação da estratégia de ataque a obra. A partir desse estudo, é determinada a sequência de atividades e as possíveis interferências no plano, proporcionando melhor fluxo de materiais e mão de obra (MOURA, 2008).

A linha de balanço é uma ferramenta disponível dentro do planejamento de longo prazo que possibilita enxergar o horizonte dos planos que abrange todo período da construção de forma enxuta. Por meio dessa técnica de controle e planejamento o engenheiro e seus colaboradores passam a ter uma visão simplificada da execução das atividades desenvolvidas no canteiro. Com isso, o controle da produtividade da equipe e de possíveis interferências é rapidamente notado com o uso dessa ferramenta (KEMMER, 2008).

Esta técnica foi desenvolvida na Inglaterra, por Goodyear Tire & Rubber Company, no início dos anos 40, e foi utilizada pela marinha dos EUA durante a segunda guerra mundial. É uma ferramenta disponível dentro do planejamento de longo prazo. No Brasil vem sendo muito utilizada para fazer programação de obra na linha de Construção Enxuta (JUNQUEIRA, 2006).

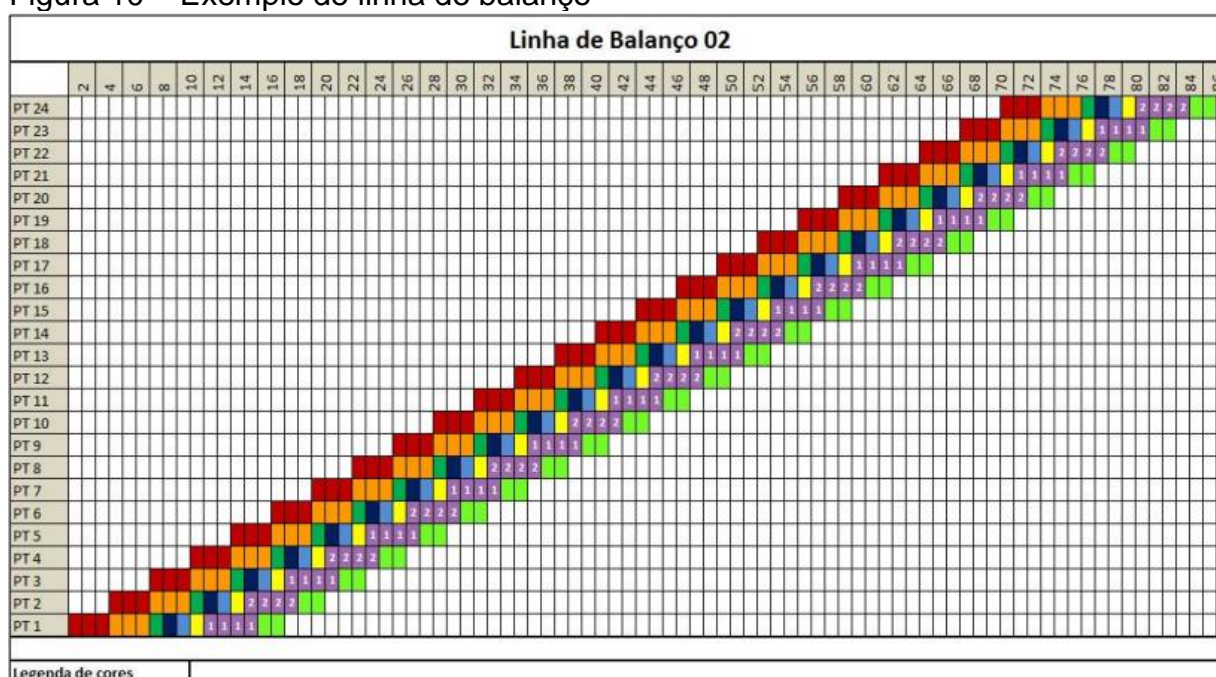
Conforme Junqueira (2006), esta ferramenta é composta pelo diagrama “quantidade x tempo”, o qual mostra que em um determinado tempo terá uma quantidade de unidades concluída. Para isso, os processos devem ser desenvolvidos num certo ritmo de trabalho compatível com os diferentes colaboradores envolvidos. Dentre os objetivos da linha de balanço o autor destaca:

1. Encontrar um ritmo adequado para a entrega da unidade base (a partir do que está disponível e com o que o cliente quer. Por exemplo, caso o cliente queira 10 casas, em 4 meses, terá que pagar por isso, e o investimento mensal será mais alto).

2. Manter fluxo dos recursos contínuos ao longo das unidades (não deixar o usuário parar, por falta de material ou equipamentos. Por exemplo, pavimentos tipo, a produtividade aumenta conforme o tempo passa).
3. Tirar o proveito do trabalho repetitivo quando ao ganho de produtividade.

Sendo assim, Herthel (2020) apresenta (na Figura 10) um exemplo de linha de balanço, no qual pode-se observar o sequenciamento de atividades estabelecidas por um determinado tipo de serviço e um determinado tempo para realiza-lo.

Figura 10 – Exemplo de linha de balanço



Fonte: HERTHEL (2015, p.52)

b) Planejamento de médio prazo

Para Bernardes (2003), a principal função do planejamento de médio prazo é detalhar e ajustar os planos fixados no planejamento de longo prazo. Além disso, com maior disponibilidade de informações, o planejamento de médio prazo proporciona transparência à alta direção da empresa e consistência entre os níveis de planejamento (ISSATO, 2000).

Segundo Formoso (1999), o planejamento a médio prazo é considerado como o nível tático, pois busca vincular as metas fixadas no plano mestre com aquelas designadas no plano operacional, onde os serviços são detalhados e segmentados, conforme necessário.

Ballard (1998) reforça que o plano de médio prazo pode auxiliar para:

- modelar o fluxo de trabalho na melhor forma a promover o cumprimento dos objetivos corporativos;
- facilitar a identificação da carga de trabalho e dos recursos necessários para atender aos fluxos de trabalho estabelecidos;
- organizar os recursos disponíveis ao fluxo de trabalho definido;
- possibilitar que trabalhos de dependência mútua possam ser agrupados de forma que possa ser executado de maneira conjunta;
- auxiliar na identificação das operações que podem ser realizadas de maneira conjunta entre diferentes equipes de produção;
- identificar os pacotes de trabalho atribuídos a cada equipe de colaboradores.

Cabe destacar que a Figura 11 apresenta um fragmento de planejamento de médio prazo.

Figura 11 – Exemplo de planejamento de médio prazo

		PLANO DE MEDIO PRAZO		Obra: XXXX Coordenador: XXXXX Engenheiro(a): XXXXX Administrativo: XXXXX Mestre: XXXXX TST: XXXXX		Periodo 1	Datas =	Início																			
		Planejamento x Execução				10/7/2006	à 6/8/2006	10/7/2006																			
						FM100-07		1ª Semana 10/7/2006																			
								Data: 11/7/2006																			
Equipe	Descrição da tarefa	Revisões	Início	Fim	Durabilidade	OK	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4														
							10/7/2006	16/7/2006	17/7/2006	23/7/2006	24/7/2006	30/7/2006	31/7/2006	6/8/2006													
							S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D
NOME DA OBRA			10/7	19/19	28																						
BUILDING 01			11/7	08	19																						
FUNDAÇÕES			11/7	29/7	14																						
EVG TERRAPLANAGEM	Escavação		11/7/06	12/7/06	2																						
PARADIGMA	Formas e Armaduras	1	12/7/06	14/7/06	3																						
PARADIGMA	Concretagem Sapatas e Vigas	2	15/7/06	15/7/06	9																						
PARADIGMA	Concreto Piso	3	28/7/06	29/7/06	1																						
ESTRUTURA METÁLICA			18/7/06	7/8/06	14																						
MÓDULO	Montagem dos Pilares		18/7/06	19/7/06	2																						
MÓDULO	Montagem das Tesouras		19/7/06	21/7/06	3																						
MÓDULO	Montagem das Terças		20/7/06	27/7/06	8																						
MÓDULO	Fechamento Cobertura		22/7/06	25/7/06	3																						
MÓDULO	Fechamento Lateral		28/7/06	31/7/06	4																						
	Esquadrias - Vidros	4	31/7/06	7/8/06	9																						

Fonte: Adaptado de Moura (2008, p.34)

c) Planejamento de curto prazo

Trata-se de um sistema de planejamento e controle da produção em nível de operação, que visa regular as operações a serem realizadas, quem as realizará, quando serão realizadas e a forma de como serão realizadas, de modo a avaliar sua eficácia e registrar os motivos do não cumprimento do plano (ISSATO, 2000).

Ainda, Issato (2000) cita que a formulação do plano, primeiro relaciona os recursos que podem ser usados para executar tarefas em um determinado período e, em seguida, atribui essas tarefas à equipe, em ordem de prioridade. Nesse nível, são necessárias reuniões semanais com participação ativa dos colaboradores envolvidos na obra, para que haja enfoque no engajamento das equipes e as metas estabelecidas, sendo, por isto, também denominado como o planejamento de comprometimento.

Para Ballard e Howell (1998), o planejamento de curto prazo refere-se as últimas tomadas de decisões a respeito do fluxo de trabalho, tal como modificações na sequência das equipes devido a deficiência do cumprimento de tarefas antecedentes ou até mesmo da disponibilidade de recursos, tanto de mão de obra quanto de materiais e equipamentos disponíveis.

Olivieri (2016) apresenta uma exemplificação de planejamento de curto prazo, no qual pode-se dividir as atividades por local, por equipe e por dia de semana. Isso pode ser visto na Figura 12. Dessa forma, possibilita uma análise sobre o tratamento das possíveis causas de atividades que não cumpriram o prazo estabelecido.

Figura 12 – Exemplo de planejamento de curto prazo

Item	Pacote de trabalho	Local			Equipe	Responsável		Status	Dias da semana							% Realizado	Causas atraso / sucesso	
		Torre	Pavto	Unidade		Empresa	Mestre		9 S	10 T	11 Q	12 Q	13 S	14 S	15 D			
1	Grauteamento das alvenarias	A	3	31 e 32	Oficial 1 Ajud 1	A	Arthur	Prev.	█								100,00%	Sucesso
2	Colocação da escada pré-moldada	A	3		Oficial 1 Ajud 1	A	Arthur	Prev.	█								100,00%	Sucesso
3	Montagem do escoramento da laje	A	3	Locação das atividades	Oficial 1 Ajud 2	B	João Paulo	Prev.		█							100,00%	Sucesso
4	Montagem de laje pré-moldada	A	3	-	Oficial 1 Ajud 1	C	João Paulo	Prev.									100,00%	Sucesso
5	Montagem de laje	A	3	-	Oficial 1 Ajud 1	D	Márcio	Prev.		█							100,00%	Sucesso
6	Montagem de laje	A	3	-	Oficial 1 Ajud 1	D	Márcio	Prev.		█							90,00%	Falta de material
7	Montagem de laje	A	3	-	Oficial 2 Ajud 2	C	Paulo	Prev.				█					70,00%	Predecessora
8	Montagem de laje	A	4	41 e 42	Oficial 2 Ajud 2	A	Arthur	Prev.					█				50,00%	Predecessora
9	Montagem da proteção periférica	A	8	fachadas 1 e 2	Oficial 1 Ajud 2	A	Arthur	Prev.						█			50,00%	Chuva

Fonte: Olivieri (2016, p. 279)

Segundo Mattos (2010), o percentual de planos concluídos (PPC) é um parâmetro importante que deve ser aplicado no planejamento de curto prazo para avaliar a eficácia da operação. Dessa forma, mede-se a relação percentual entre o número de tarefas concluídas e o número de tarefas planejadas no período. Segundo Macomber (2005), um nível de PPC superior a 80% indica que o trabalho tem um nível satisfatório de previsibilidade. Conforme o autor (2010, p. 316), valores de PPC muito baixos podem representar:

- Produtividade muito “apertadas”;
 - Otimismo excessivo no desempenho das atividades;
 - Grande incidência de fatores imprevistos;
- Valores de PPC muito altos podem representar:
- Produtividades muito “folgadas”;
 - Tarefas com duração mais longa do que deveriam ter;
 - Programação muito fácil de realizar, o que pode acarretar acomodação das equipes e relaxamento de produtividade altas.

Dessa forma, o cálculo do Percentual de Planos Concluídos (PPC) é calculado a partir da equação 1 (MATTOS, 2010):

$$PPC = \frac{\text{Quantidade de tarefas cumpridas no período}}{\text{Quantidade total de tarefas programadas}} \quad \dots(1)$$

2.4.2 Senso do 5S

De acordo com Womack e Jones (2004), a ferramenta 5S busca aumentar a produtividades por meio da padronização, eliminação e otimização das atividades. Para isso, a ferramenta é fundamentada em 5 pilares. A Figura 13 exemplifica de forma resumida os 5 sentidos.

Figura 13 – O Método dos 5 Sentos



Fonte: Universo da logística (2010, não paginado)

a) Seiri (Senso de Utilização)

A fim de ter um canteiro de obra menos obstruído e mais organizado, essa ferramenta procura eliminar materiais e ferramentas desnecessárias no ambiente de trabalho (WOMACK; JONES, 2004).

Para Gonzalez (2009), uma oportunidade para a aplicação desse senso seria no momento que se progrida para uma próxima etapa do planejamento, no qual deve-se eliminar do canteiro de obras os materiais e as ferramentas que já foram utilizados em etapas anteriores do processo e que não voltarão mais a ser utilizados.

b) Seiton (Senso de Organização)

O senso de organização é fundamentado na organização do canteiro de obras a ponto que reduza ao máximo os deslocamentos dentro da obra, facilitando o fluxo de pessoas, materiais, máquinas e insumos (WOMACK; JONES, 2004).

A Figura 14 apresenta uma forma de implantar esse senso no canteiro de obras com a organização de materiais e ferramentas, ou seja, separando, identificando e estipulando locais apropriados para a armazenagem de resíduos, ferramentas e outros materiais.

Figura 14 – Senso de Organização



Fonte: Adaptado de Anjos e Oliveira (2018, não paginado)

c) Seiso (Senso de Limpeza)

O senso de limpeza é uma ferramenta que busca manter o ambiente de trabalho sempre limpo (WOMACK; JONES, 2004). Para este senso ter sucesso, se faz necessária a disseminação da cultura da limpeza dentro da empresa (NAPOLEÃO, 2018).

d) Seiketsu (Senso de Segurança)

O senso de segurança é condicionado aos outros três já citados, visto que um ambiente organizado trará condições favoráveis a saúde física e mental dos colaboradores envolvidos (WOMACK; JONES, 2004).

A segurança num canteiro de obras é indispensável. Com isso o uso de equipamentos de proteção individual (EPI) e de equipamentos de proteção coletiva (EPC), associado ao treinamento e conscientização da equipe é fundamental para a integridade física e mental (NAPOLEÃO, 2018).

e) Shitsuke (Senso de Autodisciplina)

Essa ferramenta diz que cada funcionário da empresa deve exercer seu papel com a mentalidade 5S de forma contínua (WOMACK; JONES, 2004).

2.4.3 Kaizen – Melhoria Contínua

Kaizen é uma palavra japonesa que deriva das palavras Kai (Mudar) e Zen (Melhor), ou seja, mudar para melhor (BARROS, 2005). Este conceito é um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, fundamentado a fim de sempre buscar melhorias no processo. Sendo assim, Ghinato (2000) reforça que, para haver melhoria contínua no processo, necessita que se busque possíveis perdas ou falhas existentes para saná-las imediatamente, de tal forma que futuros desperdícios sejam evitados e, assim, agregar mais valor ao seu produto.

A essência do Kaizen é simples e direta: Kaizen significa melhoramento. Mais ainda, Kaizen significa contínuo melhoramento, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia do Kaizen afirma que o nosso modo de vida – seja no trabalho, na sociedade ou em casa – merece ser constantemente melhorado (IMAI, 1994, p.03).

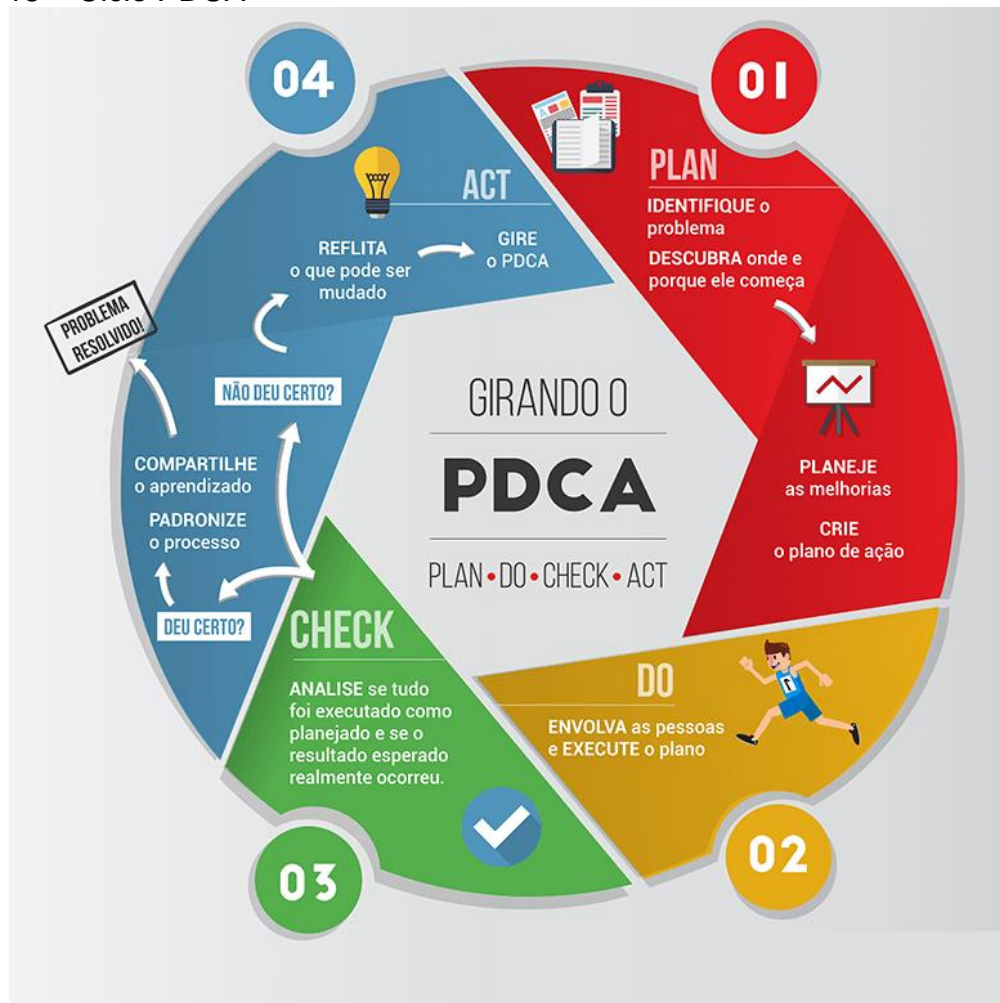
Segundo Imai (1994), o Kaizen é um sistema simples que busca a solução de problemas de qualquer forma, ocorrendo da maneira mais simples, a mais complexa. Um erro grave de grandes incorporadores da técnica é em concentrarem formas de diminuir os desperdícios em sistemas muito formais e complexos, onde, na verdade, a metodologia Kaizen não está ligada a altos investimentos, mas na forma simples de observação, unida ao bom senso.

Conforme destaca Oliveira (2018, p. 150), não é incomum encontrar funcionários na obra executando uma determinada etapa do processo, de forma diferente da que fora padronizado; quando questionados, a resposta que se houve é a seguinte: “sempre foi feito assim”. Para o supracitado autor, a abordagem da melhoria contínua deve ser vista como um grande desafio, pois os colaboradores possuem resistência a mudança de hábito, principalmente no que diz respeito a algum processo que vem sendo feito por eles de outra forma, há anos. Diante disso, para haver mudanças nesse cenário problemático é crucial que a equipe de gestores tenha persistência e disciplina na implementação da filosofia Kaizen.

- **Ciclo PDCA**

O ciclo PDCA é uma ferramenta de gestão “que orienta a sequência de atividades para se gerenciar uma tarefa, um processo, uma empresa etc.” (MOURA, 1997, p. 90). Tem por princípio tornar mais visíveis e ágeis as etapas no processo de gerenciamento (CAMPOS, 1995). A Figura 15 exemplifica de forma resumida o ciclo PDCA.

Figura 15 – Ciclo PDCA



Fonte: Andrade (2017, não paginado)

Com base em Campos (2004), cada uma das etapas da Figura 15 é descrita da seguinte forma:

a) PLAN (Planejamento) – esta etapa tem por objetivo, identificar oportunidades ou problemas, analisar os fenômenos e causas reais, estabelecer metas e determinar os procedimentos que são necessários para o cumprimento do que foi determinado por meio de prazos estabelecidos.

b) DO (Execução) – aqui é preciso realizar ou executar as ações propostas na etapa anterior.

c) CHECK (Verificação) – após planejar e pôr em prática, parte-se para o momento em que são realizadas as avaliações, o monitoramento e o controle das ações que estão sendo executadas, comparando-se os resultados obtidos com o que foi planejado na etapa de planejamento (Plan).

d) ACT (Ação e padronização) – nesta etapa são realizadas as ações sobre os resultados apresentados, na qual o plano proposto poderá ser adotado como padrão, caso o objetivo tenha sido alcançado, ou agir sobre as causas se, porventura, os objetivos não tenham sido alcançados.

O Ciclo PDCA é essencial na detecção de possíveis melhorias nos processos, pois, além de priorizar a medição dos dados e os resultados básicos de uma boa gestão, também pode ajudar a identificar possíveis melhorias no processo e evitar que a equipe tome decisões impulsivas e desperdice recursos (ANDRADE, 2017).

2.4.4 Trabalho Padronizado

Um dos pilares do Sistema Toyota de Produção, as operações padronizadas podem ser definidas como uma metodologia efetiva e organizada de produzir sem perdas e aumento considerado da produtividade dos operários. Pesquisas sobre a melhoria da produtividade concluem que o trabalho repetitivo, ininterrupto e em grande escala melhoram consideravelmente a experiência da equipe, melhorando assim seu desempenho (RIBEIRO, 2014).

Para Spearman e Hopp (1996), a definição de padrão se baseia na procura pela melhor forma de se executar cada tarefa, buscando eliminar movimentos lentos ou desnecessários.

Segundo Fazinga (2012), as características das construções no Brasil, onde se possui uma grande diversidade nas operações desenvolvidas no setor e a variabilidade de empreendimentos, em sua maioria distintos entre si, parece desapropriada o conceito de padronização associado a construção civil. Todavia, existe várias formas de olhar para o conceito de padronização, não querendo repetir projetos em múltiplos empreendimentos ou uma continuidade de procedimentos entre diferentes obras, mas sim tendo uma gestão voltada para a redução da variabilidade em sistemas construtivos, projetos, procedimentos e mão de obra, de formar a eliminar os desperdícios no processo produtivo (FAZINGA, 2012)

Um conceito que vem sendo desenvolvido, em diversas empresas, é que o processo de implementação da padronização na construção civil deve ter início na etapa de projeto, estabelecendo módulos base de repetição, já no projeto arquitetônico (RIBEIRO, 2014). Nesse sentido, Ribeiro (2014) explica que empresas

podem estudar e aplicar esse método em diversas etapas da obra. Tem-se um exemplo na Figura 16.

Figura 16 – Montagem de uma parede pré-fabricada



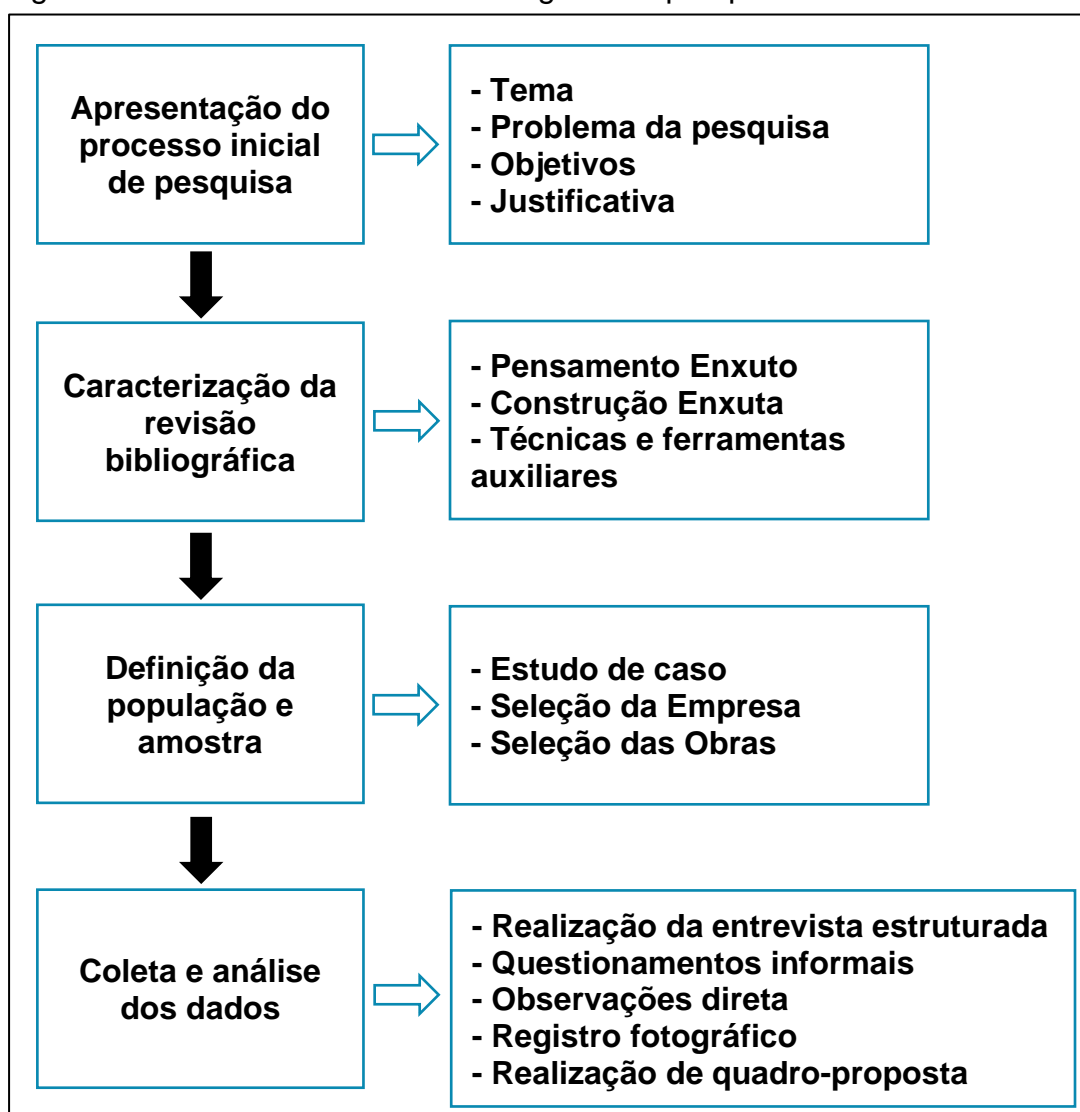
Fonte: Avila (2020, não paginado)

A Figura 16 apresenta paredes pré-fabricadas de concreto armado, essas paredes pré-moldadas apresentam uma solução construtiva que reduz consideravelmente o tempo de execução quando comparada a execução de uma parede convencional de alvenaria.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo consta os métodos e os procedimentos que norteiam o trabalho que fez uso de um estudo de caso para diagnosticar a situação atual de uma empresa de pequeno porte, bem como apresentar conceitos e ferramentas básicas do *Lean Construction*, para que possam auxiliar a empresa em uma possível implantação futura. O Fluxograma 1 apresenta os procedimentos metodológicos da pesquisa.

Fluxograma 1 – Procedimentos metodológicos da pesquisa



Fonte: Elaboração própria (2021)

3.1 Apresentação do processo inicial de pesquisa

Inicialmente foi elaborado o campo de investigação, no qual foi apresentado o tema a ser desenvolvido, também foram contextualizadas discussões em relação aos problemas, questões, objetivos e justificativa da pesquisa

3.2 Caracterização da revisão bibliográfica

Inicialmente, foi imprescindível estudar a base teórica do assunto, na qual, para este estudo contemplou pesquisas em dissertações, teses, livros, artigos de periódicos e de revistas especializadas, entre outras fontes. A base teórica obtida foi fundamental para apresentar o sistema de produção, baseado na Construção Enxuta, ao engenheiro responsável da empresa, bem como suas vantagens e ferramentas auxiliares de implantação.

3.3 Definição da população e amostra

O universo da pesquisa é composto por uma empresa do setor da construção civil, localizada na cidade de Alegrete, Rio Grande do Sul, sendo que ela possui uma gama de empreendimentos com grandes obras já realizadas, tais como: Edifícios multifamiliares, comerciais, unifamiliares, silos, pavilhões, entre outros. A empresa atende também cidades da região e atualmente possui 40 funcionários atuando nos empreendimentos atuais. A escolha da mesma ocorreu de forma aleatória e pelo fato de que a mesma, ao ser convidada a colaborar com a pesquisa, prontamente se disponibilizou.

A fim de preservar seu anonimato, a empresa pediu que fosse ocultada sua identidade neste trabalho, sendo tal procedimento seguido no decorrer da apresentação deste trabalho. Segundo critérios do SEBRAE, a empresa é caracterizada como empresa de pequeno porte (EPP), conforme pode ser visualizado no Quadro 4.

Quadro 4 – Classificação do porte da empresa

Porte da empresa	Número de funcionários
Microempresa	até 9
Pequena empresa	10 a 49
Média empresa	50 a 99
Grande empresa	100 ou mais

Fonte: Sebrae (2013, p.17)

O estudo realizado contemplou a investigação em dois empreendimentos que estão em fase final de construção, na cidade de Alegrete-RS. O primeiro empreendimento, denominado, aqui nesta pesquisa, de “**Obra 01**”, é uma edificação unifamiliar térrea, de 160,00 m². Já o segundo, caracterizado como “**Obra 02**”, é uma edificação de cunho comercial e multifamiliar, sendo os dois primeiros pavimentos para uso comercial e os 4 pavimentos seguintes de uso residencial, totalizando uma área de 2.945,05 m².

3.4 Coleta e análise dos dados

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevista estruturadas, onde foi aplicado um questionário – baseado nos 11 princípios da Construção Enxuta e disponibilizado no Anexo A – ao responsável técnico da empresa.

O questionário aplicado foi adaptado de Wiginescki (2009), sendo abordadas diversas perguntas relacionadas aos princípios da Construção Enxuta. A formatação foi dividida de forma sistemática, do princípio 1 ao 11, para facilitar o entendimento. Por fim, a escala de respostas, de 1 a 5, defini o nível de aplicação referente a cada questão, sendo estabelecida a aplicação de cada princípio em “pouco”, “médio” e “muito”, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Definição da escala para as respostas do questionário

Pouco	Médio	Muito		
1	2	3	4	5

Fonte: Adaptado de Wiginescki (2009)

Além disso, foram realizadas visitas ao canteiro das duas obras em estudo, sempre efetuadas sem aviso prévio, buscando-se evitar qualquer tipo de desvio da real situação do canteiro de obras. Durante as visitas, foram realizadas observações

diretas e registros fotográficos da atual situação do sistema produtivo da empresa, separadamente, nas duas obras analisadas.

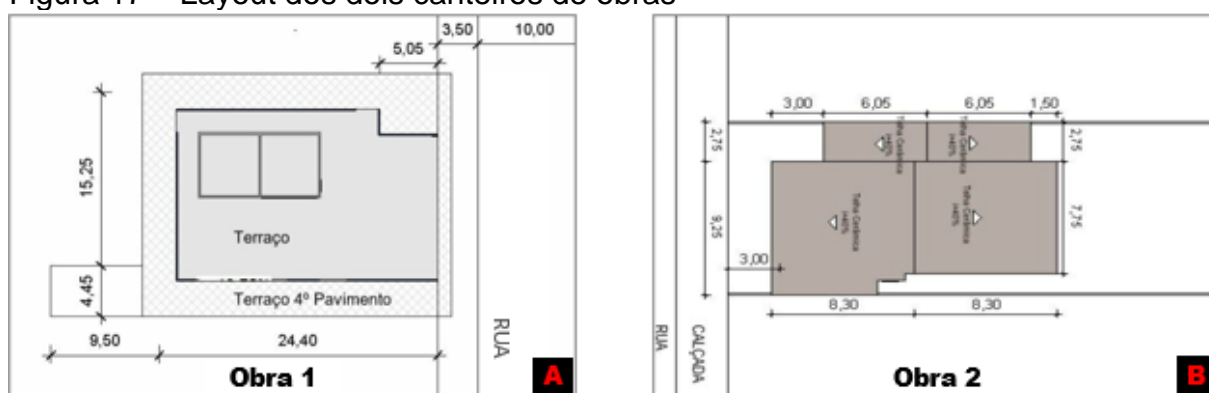
Por fim, a análise dos dados foi realizada com auxílio da elaboração de um quadro, adaptado de Venturini (2015), relacionando-se cada princípio da Construção Enxuta com as necessidades atuais da empresa, bem como apontando-se ferramentas auxiliares e atividades relacionadas a Construção Enxuta que possam melhorar o sistema atual de produção da empresa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Situação atual de produção nas Obras

Na Figura 17 é possível verificar o layout das duas obras que foram visitadas. Cabe dizer que no questionário aplicado na entrevista a empresa apontou a necessidade de um estudo relacionado ao layout do canteiro de obras. Na sequência isso será comprovado, ao abordar-se a organização dos canteiros.

Figura 17 – Layout dos dois canteiros de obras



Fonte: Elaboração própria (2021)

Na Figura 18 têm-se imagens de situações referentes a organização do canteiro das duas obras que foram visitadas.

Figura 18 – Organização dos canteiros de obras



Fonte: Elaboração própria (2021)

Ao visitar as duas obras nota-se a presença de muitos resíduos das obras espalhados e acumulados pelos canteiros de obras, como pode ser visto na Figura 18. Na Obra 01 (Figura 18A) existe um grande espaço destinado a armazenar

resíduos, como os entulhos de madeiras, que foram utilizados nas formas de modelagem da superestrutura de concreto armado. Na Obra 02 (Figura 18D) nota-se a obstrução da circulação devido a descarga de materiais, como os entulho da obra, deixando a circulação dificultada e perigosa. Destaca-se que os canteiros de obras não possuem locais específicos para descarga e armazenamento dos materiais, nem placas indicando o local onde isso deve ser feito.

A desordem do espaço de trabalho (Figuras 18B E 18C) impede o bom funcionamento dos fluxos, aumentando a movimentação e diminuindo a produtividade além de colocar em risco a segurança no ambiente. Trata-se de um problema encontrado na fase de construção dos empreendimentos, que pode oferecer riscos a integridade física dos trabalhadores e demais visitantes da obra. Além de visualmente desagradável, a desorganização ou dificulta ou impede a circulação no local. Sendo assim, fica clara a necessidade de estabelecer, no layout dos canteiros de obras, lugares específicos para armazenamento de materiais, de resíduos e de rejeitos.

Na visão de Sacks et al. (2009), é um desafio para as construtoras controlar os seus processos, de forma que eles ocorram conforme foi planejado, possibilitando a detecção de desvios e possíveis melhorias. Diante o exposto, cabe dizer da necessidade de zelar pela integridade física e mental dos envolvidos nas duas obras investigadas, mantendo o ambiente mais seguro e agradável e, nesse sentido, é preciso atuar na organização e no planejamento dos canteiros.

Nestas duas obras, com base em Koskela (1992), entende-se que é preciso atentar para o princípio de aumentar a transparência no processo, promovendo a sinalização e demarcação de áreas específicas de descarga e de armazenamento. Ademais, com a aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro, será possível ter um canteiro menos obstruído, mais organizado, eliminando-se resíduos desnecessários, o que tornaria o ambiente de trabalho, mais seguro, implicando aqui no princípio de reduzir o número de atividades que não geram valor.

A Figura 19 mostra a situação do ambiente de trabalho no que se refere a cuidados, organização e desperdício de materiais, equipamentos e ferramentas.

Figura 19 – Situação dos materiais, equipamentos e ferramentas



Fonte: Elaboração própria (2021)

Pela Figura 19 (A e B) pode ser visto que, na Obra 01 o local de armazenamento dos materiais no almoxarifado é pequeno e desorganizado. Foram encontrados equipamentos e ferramentas guardados juntos a materiais nobres e frágeis como, por exemplo, as aberturas (Figura 19C). Além disso, nota-se o desperdício de materiais descartados, nos quais estão espalhados pelo chão.

Observou-se, também na Obra 01 (Figura 19D), a falta de cuidado com os materiais, onde a areia estava exposta as intempéries do tempo e em contato direto com entulhos e aterro. Por consequência disso, a areia não pode mais ser utilizada, por estar excessivamente contaminada, dessa forma, essa imagem reforça a teoria dos desperdícios das obras tradicionais, onde leva a vícios que se repetem, há anos, como não levar em conta questões relacionadas aos custos totais de produção, ao desperdício de recursos e, também, ao planejamento e controle da produção.

Um ponto positivo a ser destacado na Obra 01 refere-se aos cuidados com os equipamentos e ferramentas de trabalho, que são bons, sendo que todos os dias, após o fim da jornada de trabalho, são guardados em um ambiente separado e que é chaveado, por segurança.

Já no canteiro da Obra 02 os materiais estão estocados de forma organizada, separados devidamente, como é o recomendado pela metodologia 5S. Isso foi possível ver (Figura 19E) com a estocagem de gesso para aplicação nas paredes como revestimento final. Apesar de existir um local destinado ao armazenamento de materiais, foi possível encontrar (Figura 19F) restos de areia, treliças, ferros e alguns equipamentos deixados para sofrer as consequências das intempéries, o que caracteriza descuidos e desperdícios de materiais.

Além disso, na Obra 2 verificou-se a falta de zelo pelos equipamentos de trabalho. Nesse contexto, pode-se dizer que o balancim (Figura 19G) foi encontrado em um lugar inadequado, ficando exposto às intempéries. No canteiro, ao lado do banheiro havia (Figura 19H) um almoxarifado para guardar ferramentas e equipamentos elétricos, porém, é perceptível a desorganização do ambiente, tornando muito difícil a procura por uma ferramenta específica.

Foi informado, na entrevista, que o engenheiro da empresa realiza poucas visitas semanais para acompanhar o andamento das obras em execução, o que carece ser revisado. Nas duas obras a falta de fiscalização periódica das obras é visível, com isto, todo o gerenciamento fica a cargo do mestre de obras que, em muitos casos, não se preocupa com a situação do local.

Diante o exposto, no que se refere a situação do ambiente de trabalho das obras, vários princípios podem ser aplicados, tais como:

- **reduzir a parcela de atividades que não agregam valor:** perdas na inspeção são atividades que não agregam valor (KOSKELA, 1992). Dessa forma, a empresa não pode perder tempo inspecionando se os resíduos estão sendo descartados corretamente, se existe zelo pelos equipamentos e ferramentas utilizadas e se os materiais utilizados, por exemplo, os gessos, estão armazenados da forma adequada. Os procedimentos corretos de trabalho devem ser padronizados e conhecidos por todos. E isso deve ser feito para todos materiais, equipamentos e ferramentas, assim como deve ser conhecimento de todos o local exato de descarte de resíduos e rejeitos. Para tal, é preciso seguir as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) e colocar em prática a Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do meio ambiente (CONAMA), que trata da destinação dos resíduos, ou disposição dos rejeitos da construção civil – final e ambientalmente adequada (BRASIL, 2002).

- **reduzir o tempo de ciclo:** a aplicação desse princípio está embasada na necessidade de reduzir o tempo disponível para com a redução de desperdícios (KOSKELA, 1992), pois a forma correta de armazenamento de materiais, equipamentos e ferramentas, bem como de descartes de resíduos, deve ser padronizada e seguida pelos empregados. Perda de tempo com inspeção de desperdícios não acrescenta valor ao produto final. Lembrando aqui que Bernardes (2003) destaca que, para reduzir as atividades de inspeção, é preciso haver um plano de produção e, segundo Junqueira (2006), tirar o proveito do trabalho repetitivo quando ao ganho de produtividade.
- **aumentar a transparência do processo:** com esse princípio pode-se partir para a utilização de dispositivos visuais, tais como sinalização e demarcação de áreas; além de adotar a aplicação de programas de melhorias da organização e limpeza do canteiro (KOSKELA, 1992). Como já dito, é preciso colocar em prática a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002), pois, com o gerenciamento dos resíduos a empresa se compromete a não geração, a redução, a reutilização ou reciclagem dos resíduos, implementando ações necessárias para a gestão dos resíduos. Uma vez implementada, tal ação vira rotina e compromisso de todos os envolvidos na organização.
- **controlar o processo global:** pode ser aplicado buscando reduzir os erros com desperdícios, além de outros fatores que atrapalham a produtividade da empresa. Koskela (1992) descreve que esse princípio promove a otimização do fluxo de trabalho, proporcionando uma percepção sistemática da produção.
- **introduzir melhoria contínua no processo:** visa a redução dos desperdícios, o desenvolvimento e a promoção do envolvimento das pessoas na organização (KOSKELA, 1992). Efetuar as melhorias na empresa, por etapas e de maneira contínua, é a forma recomendada para que se tenha sucesso no uso da ferramenta de Pensamento Enxuto (KOSKELA, 2000). Com aperfeiçoamentos a serem implementados, tais como (1) a padronização, eliminação e otimização das atividades; (2) a melhoria da eficácia dos sistemas de planejamento; e (3) o gerenciamento de resíduos, isso deverá contribuir para a organização e eliminação de desperdícios no canteiro de obras. Entende-se, devido a inexistência de planejamento dos canteiros, aliada à falta de controle dos espaços específicos para colocar materiais, resíduos, equipamentos e

ferramentas, que existe a possibilidade de os bens utilizados na produção não estarem sendo bem gerenciados.

Na execução de uma obra a produtividade é um fator crucial para seu o bom andamento. Sendo assim, a Figura 20 mostra a forma como a argamassa é produzida nas duas obras.

Figura 20 – Produção de argamassa nos dois canteiros de obras



Fonte: Elaboração própria (2021)

Na Obra 01 (Figura 20A) os funcionários possuem apenas uma caixa para produzir argamassa, dessa forma, o tempo de ciclo do processo é estendido, além da mistura não ter a mesma qualidade que teria se fosse feita em um misturador mecânico. Na Obra 02 (Figura 20 B) existe um misturador mecânico (betoneira) que foi utilizado e estragou, ficando sem utilização efetiva, somente ocupando espaço no canteiro. Mas cabe dizer que ele foi substituído por outro.

Na entrevista, pelo questionário aplicado ficou constatado que a empresa tem uso médio os equipamentos como gabaritos, moldes ou algum mecanismo auxiliar que possa aumentar a produtividade e reduzir a variabilidade do processo. Além disso, ficou claro que não há controle sobre a produtividade dos operários das obras.

No que se refere a produção de argamassa, o caso da Obra 01 se encaixa na necessidade de atentar para o princípio de reduzir a variabilidade, visto a não uniformidade na execução da produção de argamassa. A variabilidade aumenta o tempo para se executar uma tarefa e isto é considerado uma atividade que não gera valor ao produto final (KOSKELA, 1992). Pelo visto, é preciso buscar a padronização de processos, como foi identificado, também, com o questionário aplicado na entrevista.

A situação encontrada na produção de argamassa também passa pelo princípio de redução do tempo de ciclo. A aplicação desse princípio está embasada na necessidade de reduzir o tempo disponível com as atividades de fluxo que geram custos e consomem tempo (FORMOSO, 2005). Baseado em Koskela (1992), entende-se como vantagens a adoção da postura de tirar o foco de ações de espera, que não agregam valor ao produto final, e de promover a entrega mais rápida do produto final, promovendo ainda o princípio de focar no controle do processo global.

O prazo da obra poderá ser estendido devido à falta de produtividade, sendo, nesse caso, indicada estratégia de melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento da obra, utilizando um cronograma e verificando o seu andamento. Ademais, também é importante buscar a melhoria contínua para aumentar a produtividade dentro do empreendimento.

Patologias podem ocorrer em construções, nas quais não há um controle na mão de obra utilizada ou no processo produtivo empregado. Na Figura 21 estão expostas situações que já ocorrem nas obras investigadas.

Figura 21 – Patologias encontradas nas edificações



Fonte: Elaboração própria (2021)

Na Obra 1 (Figura 21A) há muitas trincas, em algumas regiões do reboco, onde, possivelmente, foram geradas por fatores tais com: não respeitar o tempo necessário para começar o desempenamento; excesso de finos no traço; excesso de cimento no traço; excesso de espessura do reboco. Neste caso, o problema está aliado a falta de controle de produção da empresa, pois não há fiscalização periódica do andamento da obra, o que acaba deixando os funcionários sem metas e padrões de qualidade aceitáveis para execução de seus serviços.

Nota-se, na Obra 02, que já há surgimento de patologias em algumas paredes revestidas com gesso, haja visto a evidência do aparecimento de umidade (Figura 21B) e de fungos (Figura 21C). Segundo Croccia (2018), as mais frequentes patologias do revestimento de gesso (bolor, deslocamento, amarelamento) estão ligadas basicamente a presença de água e umidade.

Aplicar os conceitos da Construção Enxuta, segundo Junqueira (2006), é promissor devido ao fato de a construção civil ser caracterizada por altos indicadores de desperdício, grande ocorrência de patologias, processos ineficientes e ineficazes, aliado a produtos de baixa qualidade. Assim, a aplicação dos conceitos dessa nova filosofia exige uma mudança de atitude em relação a gestão do processo de produção.

As duas obras apresentam exemplos relativos ao desperdício de recursos, aos problemas de falta de qualidade, ao aumento dos custos totais de produção, visto que demandarão mais recursos devido à necessidade de reparo ou substituição do revestimento que terá que ser refeito.

Requer, nestes casos, os princípios de introduzir melhorias contínuas no processo e de focar no controle do processo global. Com tais princípios busca-se reduzir os desperdícios, monitorar o desenvolvimento e promover o envolvimento das pessoas, com uma percepção sistemática da produção, com enfoque na otimização do fluxo de trabalho (KOSKELA, 1992).

Outro princípio básico do Pensamento Enxuto, no qual precisa ser observado, é o de aumentar o valor ao produto através das necessidades dos clientes, onde nesse caso é observado a necessidade da implantação do sistema de qualidade, definindo a tolerância de aceitação do serviço para satisfazer as expectativas do cliente (KOSKELA, 1992). Na visão de Formoso (2005), deve-se realizar pesquisas de mercado com avaliações do empreendimento já entregue ao cliente.

Enfim, isso implica em reduzir os erros que prejudicam a produtividade nos empreendimentos e a qualidade do produto final entregue. Conforme Domingo e Aguado (2015), isso também envolve implementar uma filosofia que contribuirá na identificação e na eliminação de desperdícios por meio de constantes melhorias, controladas por técnicas e ferramentas Lean.

A Figura 22 mostra imagens da execução de etapas do processo executivo nos dois canteiros de obras.

Figura 22 – Imagens dos processos executivos de construção nas duas obras



Fonte: Elaboração própria (2021)

Pode ser visto, na Obra 01, o retrabalho sendo executado, como mostra a Figura 22A. Foi rebocada a parede e, após isso feito, foram realizados os recortes para a instalação da tubulação, gerando entulho e desperdício de tempo e de material, bem como acarretando na diminuição da produtividade.

Na Obra 02 (Figura 22B) pode-se notar que algumas aberturas internas foram instaladas antecipadamente, em uma fase da obra onde ainda não apresenta estanqueidade. Sendo assim, certamente essas aberturas internas ainda irão se deteriorar e terão que ser substituídas, posteriormente, caracterizando perdas relacionadas a retrabalho e custos.

Ainda, na Obra 02 (Figura 22C), a cerâmica foi aplicada em um momento inoportuno, ficando expostas ao tráfego dos funcionários, a sujeiras, bem como as intempéries – por não ter ocorrido a colocação das aberturas externas. Dessa forma, possui grande probabilidade de se deteriorar, podendo levar a necessidade de troca antes da entrega da edificação, influenciando no aumento dos custos da obra.

Assim como no piso e nas aberturas internas, a aplicação do revestimento de gesso ocorreu antes da instalação das aberturas externas do prédio, e isso pode ser observado na Figura 22D. É importante destacar que o gesso requer cuidados

especiais, por ser um material extremamente sensível a água e seu uso deve ser feito em locais secos e bem protegidos contra umidade, chuva e outras formas de contato com água (CROCCIA, 2018). Com isso, futuramente poderá ocorrer o surgimento de patologias nessas paredes e, com isso, haverá a necessidade de reparos ou de execução de um novo revestimento, o que aumentaria os custos totais de produção.

Na Figura 22E está apresentada a aplicação de gesso em uma parede da Obra 02, por uma empresa terceirizada. É possível notar uma grande quantidade de material sendo desperdiçado, além da falta do uso de EPI's, por parte do funcionário. Aqui também é importante frisar que, na entrevista, a empresa citou que as equipes contratadas podem ser consideradas como polivalentes. Certamente isso implica no princípio da variabilidade, haja visto que pode aumentar as atividades que não geram valor ao produto final.

A partir da Figura 22 fica claro que, nestas obras, certamente ocorrerão perdas de materiais, geração de entulhos, baixa produtividade e aumento nos custos de produção, devido ao retrabalho; sendo assim, pode-se afirmar que esses erros precisam ser evitados.

Na entrevista, com o questionário aplicado, identificou-se que a empresa possui poucos procedimentos padronizados para a maioria das suas atividades e a mesma resposta foi dada para a realização de planejamentos (curto, médio e longo prazos). Ainda, no que se reporta a adoção de padrões para o desenvolvimento de projetos, foi informado uma utilização avaliada como média (nem pouco e nem muito). Também ocorrem poucas melhorias nos processos por participação dos operários e a empresa não deixou muito claro se possui algum programa de melhoria contínua.

Diante o constatado, no caso das duas obras investigadas, deve-se atentar para os seguintes princípios:

- **introduzir melhorias contínuas no processo:** é preciso promover a redução dos desperdícios. Nesse contexto, é importante determinar a sequência de atividades e as possíveis interferências no plano, e isso envolve a implantação da estratégia de ataque a obra. O Pensamento Lean contribui para a organização e a eliminação de desperdícios no canteiro de obras, pois propicia melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento da construção;
- **reduzir a variabilidade:** a variabilidade estende o tempo para se executar uma tarefa e aumenta as atividades que não geram valor ao produto final, por isso, deve-se buscar a padronização dos processos (KOSKELA, 1992). É preciso

adotar uma gestão voltada para a redução da variabilidade nos processos executivos da construção, anulando os desperdícios. Dito isso, a eliminação da variabilidade pode ser obtida por meio da padronização dos processos executivos de construção, eliminando possíveis dúvidas e improvisos na hora da execução e, assim, eliminando a possibilidade de retrabalhos;

- **reduzir a parcela de atividades que não agregam valor:** a inspeção é uma forma bem definida de atividade que não agrega valor (KOSKELA, 1992). Nas duas obras observou-se que serão atividades críticas as perdas com inspeção e são as com retrabalho, sendo que elas não contribuem para a transformação de materiais em produtos intermediários ou finais. São atividades caracterizadas por não agregar valor ao produto. Portanto, baseado em Formoso (2005), fica o entendimento de que é preciso aumentar a eficiência das atividades e remover aquelas que não agregam valor, e que consomem tempo, espaço e recursos.
- **reduzir o tempo de ciclo:** Koskela (1992) frisa ser preciso a redução dos desperdícios. No caso das duas obras, os desperdícios ocorrem devido ao retrabalho de correção de processos executivos da construção;
- **controlar o processo global:** esse princípio pode ser aplicado buscando-se reduzir os erros e aumentando o envolvimento da mão de obra no processo (KOSKELA, 1992).

A Figura 23 mostra as áreas de vivência para os operários, nas quais não estão de acordo com as condições estabelecidas pela NR 18 (BRASIL, 2020) e pela NR 24 (BRASIL, 2019).

Figura 23 – Imagem das áreas de vivência e instalações sanitárias para os operários



Fonte: Elaboração própria (2021)

Como pode ser visto, na Figura 23A, na Obra 01 não há espaço definido para refeitório, vestiário e almoxarifado, sendo feitas as refeições junto ao local de armazenamento dos equipamentos, com mesas e cadeiras improvisadas. Já, na Obra 02 (Figura 23B), o ambiente de vivência dos funcionários não foi delineado corretamente, visto que o canteiro não possuía um local específico para vestiário dos funcionários, pois tinha apenas armários individuais localizados junto a estocagem dos materiais. Nesta segunda obra ainda foi encontrado (Figura 23C) um fogão estragado e sujo, tornando impossível sua utilização pelos operários.

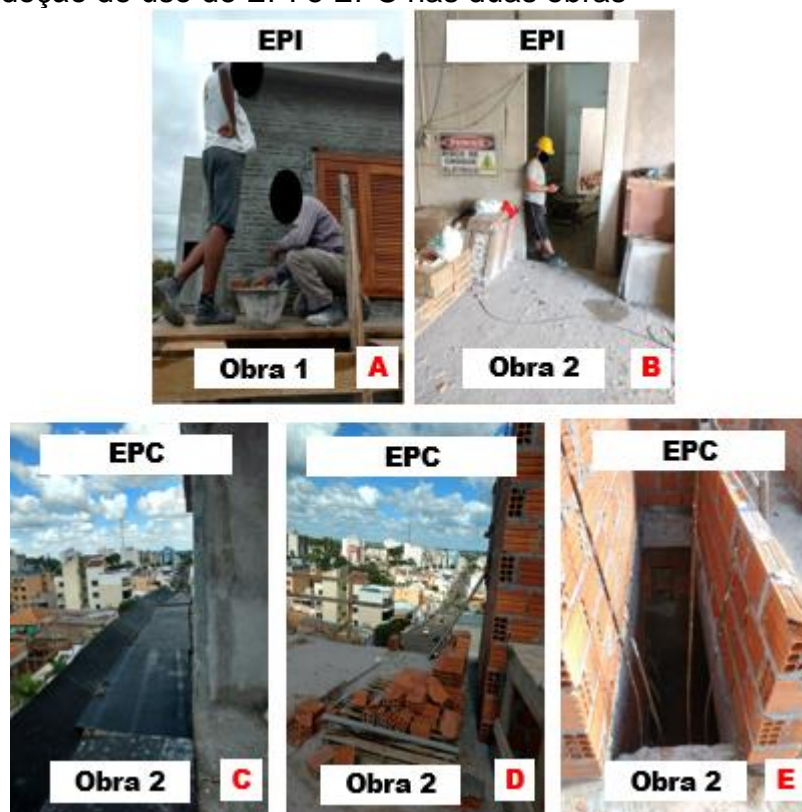
As instalações sanitárias da Obra 01 (Figura 23D) se encontram em estado precário, sem condições adequadas para os trabalhadores usarem durante o período de execução da obra. Assim, ficou constatado que não atendem a NR 18 (BRASIL, 2020) e a NR 24 (BRASIL, 2019, p.2), na qual, esta última, indica que as instalações sanitárias devem: ser mantidas em condição de conservação, limpeza e higiene; ter piso e parede revestidos por material impermeável e lavável; dispor de água canalizada e esgoto ligados à rede geral ou a outro sistema que não gere risco à saúde e que atenda à regulamentação local. Vale dizer que na Obra 02 as instalações sanitárias estão adequadas (Figura 23E).

Logo, é preciso frisar que a empresa deve garantir, nas proximidades das obras, um local para refeições, meios para conservação e aquecimento das refeições. Além de que, os empregadores têm o dever de “oferecer aos seus trabalhadores locais em condições de conforto e higiene para tomada das refeições por ocasião dos intervalos concedidos durante a jornada de trabalho” (NR 24, BRASIL, 2019, p.5).

Baseando-se nos princípios do Pensamento Enxuto, fica claro que nas situações investigadas é conveniente atentar para o princípio de aumentar a transparência do processo. De certo, o ambiente carece de reorganização e planejamento, podendo-se empregar ferramentas de gestão para atender as condições estabelecidas nas normas supracitadas. Segundo Dankbaar (1997), pelo sistema Lean sempre há possibilidade para implementar melhorias, principalmente se os trabalhadores são motivados.

Devido a exposição dos trabalhadores a perigos existentes no canteiro de obras, o uso de equipamento de proteção individual (EPI) e equipamento de proteção coletiva (EPC) é algo extremamente importante. Pela Figura 24 esse fato pode ser analisado.

Figura 24 – Adoção de uso de EPI e EPC nas duas obras



Fonte: Elaboração própria (2021)

Na Figura 24A ficou evidenciado que, na Obra 01, o uso de EPI's não ocorre totalmente de acordo com as Normas Regulamentadoras, visto a falta de uso do capacete. Isso ocorre devido à falta de cobrança por parte do responsável técnico da obra, aliada a negação de uso por parte dos trabalhadores.

Cabe frisar que consta na NR 01 (Brasil, 2020) que compete aos empregadores cumprir e fazer cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e saúde no trabalho. Ademais, cabe ao trabalhador cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e saúde no trabalho, inclusive, as ordens de serviço expedidas pelo empregador, assim como usar o equipamento de proteção individual fornecido pelo empregador.

Ainda, na Figura 24B, pode ser observado que, na Obra 02, foram utilizados alguns conceitos da Construção Enxuta, tais como: placa de sinalização e funcionários usando EPI.

Entretanto, em relação aos EPC de proteção contra quedas, a NR 18 (BRASIL, 2020) possui uma série de exigências quanto ao sistema de guarda corpo para a proteção da periferia do canteiro, nas quais não estão sendo observadas. como pode ser visto na Obra 02 (Figura 24C), as bandejas não possuem guarda corpo, tornando

o serviço extremamente perigoso. Da mesma forma, é possível visualizar (Figura 24D) o terraço do prédio com um pequeno espaço sem o guarda corpo. Ainda, as aberturas no piso (Figura 24E) devem ter fechamento provisório, constituído de material resistente, travado ou fixado na estrutura, ou ser dotada de sistema de proteção contra quedas, como indicado na NR 18.

Salienta-se que onde não há presença e uso de equipamento de proteção, pode-se afirmar que não estão sendo observadas as condições descritas em Normas Regulamentadoras. Entende-se que, para a empresa, os problemas gerados pela falta de segurança poderão ser muitos, tais como: custos relacionados ao atendimento médico do trabalhador acidentado; perda de tempo não trabalhado durante o atendimento e no período em que ele fica afastado; perda da produtividade do trabalhador acidentado durante a sua ausência, assim como com o trabalhador que o substituirá, devido ao tempo necessário para deixar outro funcionário apto a exercer a mesma função, com a mesma produtividade; além do prejuízo com a imagem negativa da empresa perante a sociedade.

Diante o exposto, aqui se enquadram 4 princípios básicos que precisam ser observados, quais sejam:

- **reduzir a parcela de atividades que não agregam valor:** cabe lembrar que Koskela (1992) cita como atividades que não agregam valor os acidentes com a conversão de uma atividade para outra;
- **reduzir o tempo de ciclo:** como já dito, Koskela (1992) destaca sobre a necessidade de redução de desperdícios. No caso dos dois canteiros de obras investigados, desperdício de tempo com a condição do que pode acontecer, com interrupções no processo produtivo, devido a possibilidade de ocorrência de acidentes de trabalho;
- **aumentar a transparência do processo:** para Koskela (1992) há algumas maneiras de aumentar a transparência no processo, que são: a utilização de dispositivos visuais de sinalização de áreas, assim como a aplicação de programas de melhorias da organização do canteiro. No caso das duas obras pode-se citar a necessidade de programas com medidas preventivas de segurança do trabalho e continuar com o uso de placas de sinalizações de segurança no trabalho;
- **controlar o processo global:** esse princípio pode ser executado, primeiro, mantendo a prática de adotar placas de sinalização nos canteiros de obras, ou

colocar onde não tem, para informar sobre o uso de EPI's e EPC's, entre outros assuntos relativos à segurança no trabalho; segundo, adotar a utilização de indicadores de desempenho de acidentes de trabalho.

Pelo questionário aplicado na entrevista, ainda foi possível perceber a necessidade de a empresa realizar outras ações, nas quais são apresentadas abaixo, sendo relacionadas com os princípios do Pensamento Enxuto, quais sejam:

- 1) **reduzir o número de atividades que não geram valor:** é preciso realizar entrevistas formalizadas para captar as necessidades do cliente para identificar as atividades que não agregam valor. Cabe dizer que no estudo realizado por Costa et al. (2010), os autores observaram que as empresas procuram focar no atendimento aos requisitos ao cliente. Certo disso, elas buscam eliminar, ou diminuir, os fluxos que não agregam valor e aperfeiçoar aqueles que são necessários, mas que não agregam nenhum tipo de valor.
- 2) **aumentar o valor do produto na perspectiva do cliente:** ao contrário do princípio anterior, aqui é preciso captar as necessidades do cliente para identificar as atividades que agregam valor após a entrega dos empreendimentos. A empresa deveria aplicar procedimentos de pesquisa de satisfação do cliente. Ademais, o tempo de execução da obra carece de atenção para estar de acordo com as expectativas do cliente. Lembrando que, segundo Womack e Jones (2004), o valor é caracterizado a partir das necessidades do consumidor final, ou seja, todo produto e/ou serviço específico, que atenda às necessidades do cliente específico, a um preço específico, em um momento específico.
- 3) **reduzir o tempo de ciclo:** a empresa tem pouco controle sobre a produtividade de seus funcionários e os tempos de ciclo dos empreendimentos são pouco planejados. Para Koskela (1992) a Construção Enxuta requer aplicar os princípios do Pensamento Enxuto centralizando a atenção em diminuir os desperdícios, dando ênfase nas atividades de conversão (nas quais consistem na transformação de matéria prima em produto intermediário ou final) para, assim, aumentar a produtividade e acrescentar valor ao produto final. Isso evidencia a necessidade de controle das atividades da equipe.
- 4) **simplificar através da redução do número de passos ou partes:** a empresa usa poucos materiais pré-fabricados, pouca coordenação modular e poucos

blocos de desenhos prontos. Koskela (1992) esclarece que com a adoção desse princípio tem-se a racionalização de processos, eliminando passos ou partes que não geram valor ao produto.

- 5) **aumentar a flexibilidade da saída:** a empresa informou que os projetos ou obras possuem uma flexibilização média de leiaute. Veja que com o aumento da flexibilidade de saída a empresa utiliza processos construtivos que possibilitem a flexibilidade do produto sem grande perda na produção. De acordo com Formoso (2005), assim, são flexibilizadas as possibilidades de execução, conforme o consumidor, sem comprometer o orçamento previsto.
- 6) **aumentar a transparência do processo:** a empresa possui poucos indicadores de desempenho da obra e as metas, resultados e expectativas da empresa são pouco divulgadas para os funcionários. Na visão de Koskela (1992) há algumas maneiras de aumentar a transparência no processo e isso possibilitará que possíveis erros sejam detectados e sanados rapidamente
- 7) **manter o equilíbrio entre melhorias de fluxos e conversões:** a empresa se avaliou com nota média a entrega dos projetos do canteiro, o controle do fluxo de informações na sua obra e as relações de compras e entregas de materiais na sua obra. Veja que os resultados ilustrados até aqui não confirmam esse controle de nível intermediário, haja vista, por exemplo, a análise da Figura 19. Howell (1999) entende a Construção Enxuta tem como objetivo eliminar ou minimizar as atividades que não agregam valor ao produto, e melhorar os fluxos produtivos para, assim, alcançar o produto final com o máximo de economia. Percebe-se que o autor está falando em equilíbrio de fluxos e conversões; portanto, é preciso haver um balanceamento nisso, evitando-se a ocorrência de poucas variações no processo produtivo.
- 8) **fazer Benchmarking:** foi informado que a empresa faz o uso intermediário de benchmarking. Como dito por Koskela (1992), é preciso identificar as boas práticas de empresas similares, consideradas líderes no seguimento, para adaptá-las a realidade da própria empresa.

Apresentados os resultados da investigação do sistema de produção atual da empresa, bem como discutidos com base no Pensamento Enxuto, na sequência consta elaborado um quadro com sugestões de melhorias, relacionando-se as

necessidades da empresa com os princípios da Construção Enxuta, suas técnicas, ferramentas auxiliares e atividades sugeridas para efetivar as melhorias.

4.2 Sugestões para implementação da Construção Enxuta nas obras

Com o diagnóstico da atual situação de produção concluído, foi possível elaborar um quadro para relacionar cada princípio da Construção Enxuta com as necessidades de mudanças, julgadas pertinentes ao porte da empresa, com a implantação da metodologia Lean na empresa. A seguir, apresenta-se o Quadro 6 contendo as sugestões apresentadas.

Quadro 6 – Sugestões para implantação da metodologia Lean na empresa

Princípio	Necessidade	Ferramenta sugerida	Atividade sugerida
1. Reduzir o número de atividades que não geram valor	Planejar o layout do canteiro	5S	Arranjar o espaço físico, identificar entrada e saída, carga e descarga, vias de circulação, local de armazenamento
	Planejar as atividades de curto prazo	LPS	Organizar a sequência de atividades da mão de obra e o material necessária para realização de tarefas semanais
	Diminuir tempo de transporte	5S	Descarregar materiais perto dos pontos de utilização
	Planejamento de longo e médio prazo	LPS	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	Mapear necessidades do cliente	Trabalho Padronizado	Realizar um formulário padrão para obter as necessidades do cliente
	Acompanhar a qualidade	Kaizen, 5S	Implantação do sistema de qualidade, definindo tolerância de aceitação de serviço, para liberação da próxima etapa.
	Pesquisa mercado	Kaizen	Pesquisa de mercado e definição dos objetivos.
	Prazo final	LPS	Cumprimento dos prazos estabelecido.

...continua

...continuação

Princípio	Necessidade	Ferramenta sugerida	Atividade sugerida
3. Reduzir a variabilidade	Utilizar ferramentas que agilizem o trabalho	Kaizen	Buscar sempre que possível usar ferramentas para agilizar o serviço.
	Evitar falta de insumos no canteiro de obras	LPS	Planejamento de prazo com os fornecedores de insumos.
	Evitar acidentes de trabalho	5S	Treinamentos e capacitação da mão
	Insumos padronizados	Trabalho Padronizado	Manter padrões dimensionais, técnicos e estéticos
	Padronização de processos	Trabalho Padronizado	Padronização dos processos de execução de serviços, para projeto e execução.
4. Reduzir o tempo de ciclo	Planejamento de curto, médio e longo prazo	LPS	Estabelecer metas para cumprimento dos prazos estabelecidos
	Treinar e conscientizar a mão de obra	5S	Dimensionar mão de obra necessária que possa trabalhar em várias frentes de trabalho visando a segurança do trabalho
	Controle da produção	LPS, 5S	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
	Padronização de processos	Trabalho Padronizado	Adotar padrões operacionais
5. Simplificar pela diminuição do número de passos e/ou partes	Planejamento de curto prazo	LPS	Planejar sequência de atividades, a mão de obra e o material necessária
	Planejamento de médio e longo prazo	LPS	Estabelecer metas para cumprimento dos prazos estabelecidos
	Dimensionar e treinar mão de obra polivalente	LPS	Ter apenas a mão de obra necessária e que possa trabalhar em várias frentes de trabalho
	Padronização de processos	Trabalho Padronizado	Adotar padrões operacionais
6. Aumentar a flexibilidade na execução de produto	Inclusão de sistemas construtivos racionalizados	Trabalho Padronizado	Facilitar o processo produtivo
	Estabelecer regras para customização	LPS	Limitar datas para modificações de projeto sem custo ao cliente
	Planejamento e estudo de flexibilidade	LPS	Possibilidade de mudanças, para atender às necessidades do consumidor.

...continua

...continuação

Princípio	Necessidade	Ferramenta sugerida	Atividade sugerida
7. Aumentar a transparência do processo	Gerenciamento visual	5S	Placas sinalizadoras devem ser instaladas pelo canteiro de obras
	Organizar canteiro	5S	Melhorias na organização, limpeza e padronizações
	Segurança do trabalho	5S	Difundir informações de segurança e uso de EPI's e EPC's
	Informar os clientes sobre a conclusão de cada etapa	5S	Para que ele saiba a situação do empreendimento ou fazer modificações
8. Focar no controle do processo global	Planejamento de longo e médio prazo	LPS	Difundir informações pertinentes aos serviços
	Sinalizações nos canteiros de obras	Kaizen, 5S	informar sobre o uso de EPI's e EPC's
	Controle da produção	LPS, 5S	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos
9. Introduzir a melhoria contínua no processo	Legitimar a metodologia Lean na empresa	Kaizen, 5S	Enraizar conceitos, princípios e técnicas dentro da empresa
	Dignificação da mão de obra	Kaizen, 5S	Reconhecimento e premiação do bom desempenho individual
	Gestão participativa	Kaizen, 5S	Coleta de sugestões dos próprios envolvidos no sistema produtivo
10. Balancear as melhorias dos fluxos com as melhorias das conversões	Introdução de sistemas de inovação	Kaizen	Utilizar a tecnologia e a inovação a favor da produção
	Planejamento de longo e médio prazo	LPS	Definir a sequência de atividades e a mão de obra, gerenciar o orçamento e a programação
	Avaliação do sistema de produção	Kaizen	Análise das forças, oportunidades, fraquezas e ameaças
	Controle da produção	LPS	Gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos

...continua

...continuação

Princípio	Necessidade	Ferramenta sugerida	Atividade sugerida
11. Fazer benchmarking	Aprender com Referências de Ponta	Kaizen	Estudar as boas práticas utilizadas em outras empresas já estruturadas.

Fonte: Adaptado de Venturini (2015)

Com base no Quadro 6, são sugeridas algumas ações por meio dos 11 princípios da Construção Enxuta para melhorar o sistema de produção atual da empresa, quais sejam.

1. Reduzir a atividades que não agregam valor

Para atingir as mudanças propostas empresa deve investir no mapeamento dos processos produtivos para identificar as atividades que não agregam valor e então proporcionar melhorias significativas. Sendo assim, sugere-se o planejamento do layout do canteiro de obras e o planejamento de curto, médio e longo prazo da obra por meio das ferramentas: 5S para arranjar o espaço físico de forma a minimizar as atividades de fluxo; LPS para organizar da melhor forma a sequência de atividades da obra.

2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes

Nesse princípio recomenda-se primeiramente realizar pesquisas de mercado e então mapear as necessidades dos potenciais clientes, realizar um acompanhamento definindo tolerâncias de qualidade de aceitação do serviço, bem como o cumprimento dos prazos finais. Para auxiliar nessas mudanças são indicadas ferramentas como Kaizen, LPS, 5S e Trabalho padronizado.

3. Reduzir a variabilidade

Esse quesito está relacionado a padronização e treinamento. Assim, para os empreendimentos da empresa sugere-se ações relacionadas ao trabalho padronizado onde aliado ao LPS pode-se realizar o planejamento de longo e médio prazo com os fornecedores de insumos, para manter padrões dimensionais, técnicos e estéticos, bem como padronização dos processos de execução dos serviços. Além disso o uso

de EPI's e EPC's é fundamental para garantir a segurança no canteiro de obras e a redução, para isso recomenda a ferramenta do Senso de Segurança da metodologia 5S.

4. Reduzir o tempo de ciclo

A fim de controlar a produtividade, estabelecer metas para cumprimento dos prazos, adotar padrões operacionais e ter uma mão de obra polivalente, a empresa deverá investir em planejamento de curto, médio e longo prazo e se possível incluir sistemas construtivos padronizados. Para essas mudanças são indicadas ferramentas como LPS, Trabalho Padronizado e 5S para reduzir o tempo de ciclo de suas obras

5. Simplificar pela diminuição do número de pessoas e/ou partes

Esse princípio é fundamentado em facilitar o processo produtivo visto que quanto maior o número de passos em um processo, maior tende a ser o número de atividades que não agregam valores. Para facilitar a aplicação desse princípio indica-se ferramentas como LPS e Trabalho Padronizado para adotar o uso de elementos pré-fabricados, o uso de equipes polivalentes e planejamento completo da obra.

6. Aumentar a flexibilidade na execução de produto

Para aumentar a flexibilidade da obra é necessário planejamento, controle e inclusão de sistemas construtivos racionalizados. Assim, a utilização de ferramentas como LPS e Trabalho Padronizado se tornam eficazes para planejamento, controle e inclusão de sistemas construtivos racionalizados, possibilitando alterar as características finais dos produtos, tendo em vista as necessidades dos clientes, sem aumento significativo de custo.

7. Aumentar a transparência

As mudanças necessárias para esse princípio se baseiam no gerenciamento visual, organização do canteiro de obras, segurança do trabalho e informações periódicas para os empreendedores. Sendo assim, sugere-se a utilização da ferramenta 5S para ocorrer melhorias na limpeza e organização do canteiro, bem como utilizar placas sinalizadoras para difundir informações sobre o canteiro, indicadores de produção e uso de equipamentos de proteção individual.

8. Focar o controle em todo o processo.

Para obter as melhorias necessárias nesse quesito a empresa deve aplicar um planejamento de médio e longo prazo aliado com um controle de produção rígido. Tendo em vistas ferramentas como LPS e os 5 Sentos, recomenda-se estudar as atividades de gerenciamento do planejamento, da mão de obra e do estoque de materiais, da inspeção e dos prazos. Conseqüentemente repercutira na redução de atividades que não agregam valor e no ganho de resultados positivos ao longo do processo.

9. Estabelecer a melhoria contínua

Nesse quesito deve-se buscar a gestão participativa dos envolvidos no processo, dignificação da mão de obra e legitimar a metodologia da Construção Enxuta na empresa. Para isso, é recomendado o uso de da metodologia Kaisen aliada ao Senso de Autodisciplina da metodologia 5S, onde deve-se: enraizar conceitos, princípios e técnicas Lean dentro da empresa; coletar de sugestões dos próprios envolvidos no sistema produtivo; reconhecer e premiar o bom desempenho individual.

10. Balancear as melhorias dos fluxos com as melhorias das conversões

Nesse item a empresa deve realizar primeiramente o mapeamento dos processos, ou seja, analisar suas forças, oportunidades, fraquezas e ameaças e então julgar necessário realizar melhorias ou inovações no processo. Além disso, tendo disponível ferramentas como o LPS, sugere-se o planejamento de médio e longo prazo aliado ao controle de produção inspecionando os materiais e operações de forma a minimizar perdas e então melhorar os fluxos produtivos.

11. Fazer benchmarking

Nesse quesito o recomendado é conhecer os processos empresariais, no qual busca-se identificar boas práticas em empresas similares, consideradas líderes no seguimento, para adaptá-las a realidade da própria empresa. Para isso, sugere-se que a empresa sempre busque a melhoria contínua (kaizen) em seus processos e então não permanecer na obsolescência de técnicas construtivas ultrapassadas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o presente trabalho, estabeleceu-se como objetivo geral avaliar uma empresa de pequeno porte sob a ótica da Construção Enxuta. No contexto investigado foi possível notar que ocorre uma grande geração de resíduos, desperdícios na utilização de recursos, altos custos de produção, ausência de segurança no trabalho e baixa produtividade da equipe. Tais problemas estão basicamente relacionados a transportes desnecessários, em retrabalhos, em projetos não bem delineados, a falta de planejamento e controle de produção e a observância de normas de segurança e recomendações técnicas de execução do trabalho.

As avaliações indicaram que a empresa não opera com um sistema de Construção Enxuta, e que ainda está enraizada às práticas antigas de gestão tradicional da construção civil. De certo, os problemas já conhecidos dessas práticas, como a falta de planejamento e um controle efetivo do processo produtivo, acabam por dificultar todo o sistema produtivo.

Não foi possível identificar pontos que justifiquem a permanência do sistema de produção atualmente adotado pela empresa. Entende-se que seria vantajosa a mudança do sistema atual de gestão, aplicado pela empresa, para o Pensamento Enxuto. Dessa forma, foram ressaltados os princípios *Lean* e a adoção de técnicas, ferramentas e melhorias passíveis de serem implantadas na empresa. Assim, o objetivo proposto de avaliar o sistema de produção da empresa foi concluído.

Por fim, cabe dizer que realizar esse trabalho tornou possível compreender a importância de se manter uma constante renovação de conceitos e ponto de vista relacionados ao canteiro de obras, pois eles podem representar um diferencial de agregar uma maior competência à empresa. Nesse contexto, um sistema de produção planejado e controlado pode ser o cartão de visita de um empreendimento e contribuir para o alcance de objetivos e o sucesso de uma organização.

Para trabalhos futuros sugere-se a implementação dos princípios, técnicas e ferramentas auxiliares em uma empresa para validar a tese de que a gestão tradicional está obsoleta, até mesmo para obras de pequeno porte, e que a metodologia da Construção Enxuta é uma ótima opção para melhorar em questões de qualidade, produtividade e diminuição de desperdícios.

REFERÊNCIAS

ABDELHAMID, Tariq; SALEM, Sam. Lean construction: A new paradigm for managing construction projects. In: **Proceedings** of the International Workshop on Innovations in Materials and Design of Civil Infrastructure. 2005, Cairo, Egypt. p. 28-29. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242085758_LEAN_CONSTRUCTION_A_NEW_PARADIGM_FOR_MANAGING_CONSTRUCTION_PROJECTS. Acesso em: 04 jan. 2021.

ANDRADE, Luíza. **O que é ciclo PDCA e como ele pode melhorar seus processos**. Siteware, 2017. Disponível em: https://www.siteware.com.br/metodologias/ciclo-pdca/#O_que_e_o_Ciclo_PDCA. Acesso em: 08 nov. 2020.

ANJOS, Mayse dos Santos; OLIVEIRA, Meire Ramalho de. Implantação do programa 5S em um canteiro de obras: um estudo de caso em Itabuna-BA. **ScientiaTec**, v. 5, n. 1, p. 137-156, 2018.

AVILA, Matheus. **Concreto Pré-Moldado e Pré-Fabricado**. Total Construção, 2020. Disponível em: <https://www.totalconstrucao.com.br/pre-moldado/>. Acesso em: 04 out. 2020.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory. Shielding production: essential step in production control. **Journal of Construction Engineering and management**, 124, California, 1998, p.11-17. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/238626514_Shielding_Production_An_Essential_Step_in_Production_Control. Acesso em: 04 jan. 2021.

BARROS, E. S. **Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: Um estudo multicaso**. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Pernambuco, 2005.

BERNARDES, Mauricio MS. Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil. **Rio de Janeiro: LTC**, 2003.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2010.

_____. Ministério do Trabalho. **NR 01 - disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais**. Brasília, 2020. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-01-atualizada-2020.pdf. Acesso em: 22/03/2021.

_____. Ministério do Trabalho. **NR 18 – Condições e meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção**. Brasília, 2020. Disponível em: https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-18.pdf. Acesso em: 10 fev. 2021.

_____. Ministério do Trabalho. **NR 24 - Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**. Brasília, 2019. Disponível em:

<https://sit.trabalho.gov.br/portal/images/SST/SST_legislacao/SST_portarias_2019/Portaria_SEPRT_1066_aprova_a_nova_NR_24.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2021.

____. Resolução CONAMA nº. 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2002.

CAMPOS, V. F. TQC: **Controle da qualidade total no estilo japonês**. Belo Horizonte: INDG, 8 ed. 2004.

CARVALHO, Bruno Soares de. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. 2008. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia. Programa de Pós-graduação em Construção Civil, Curitiba, 2008.

COSTA, G. S. et al. Abordagem sobre critérios competitivos da produção em empresas que implantaram a construção enxuta em fortaleza. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 6, 2010, Niterói. **Anais...** Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2010. p. 1-14.

CROCCIA, Luciano. **Revestimentos de paredes em gesso**. 2018. Disponível em: <http://trabalhocc2-grupo8.blogspot.com/2013/05/revestimento-de-paredes-em-gesso.html>. Acesso em: 04 jan. 2021.

DANKBAAR, B. Lean Production: Denial, Confirmation or Extension of Sociotechnical Systems Design? **Human Relations**, v. 50, p. 567–584, 1997. <https://doi.org/10.1023/A:1016991803180>

DOMINGO, Rosario; AGUADO, Sergio. Overall Environmental Equipment Effectiveness as a Metric of a Lean and Green Manufacturing System. **Sustainability**, v. 7, p. 9031-9047, 2015. doi:10.3390/su7079031.

FAZINGA, Wanessa Roberta. **Particularidades da construção civil para implantação do trabalho padronizado**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. Londrina, 2012.

FERREIRA, Karine Araújo. Uma revisão sistemática sobre ferramentas e técnicas adotadas na construção enxuta. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 40, 2020, Foz do Iguaçu. **Anais ...**Foz do Iguaçu. 2020. Tema: “Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis” Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_342_1751_39635.pdf. Acesso em: 14 dez. 2020.

FORMOSO, Carlos T. Lean Construction: princípios básicos e exemplos. **Construção Mercado**: custos, suprimentos, planejamento e controle de obras. Porto Alegre, v. 15, p. 50-58, 2002.

FORMOSO, Carlos. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos**. Porto Alegre: Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: <https://www.leansixsigma.com.br/acervo/2011520.PDF>. Acesso em: 22 dez. 2020.

GHINATO, Paulo. Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção. In: ALMEIDA, Adiel T.; SOUZA, Fernando M. C. **Produção e competitividade: Aplicações e Inovações**. Recife, Editora da UFPE, 2000. Capítulo 2, p.1-19.

GONZALEZ, Edinaldo Favareto. **Aplicando 5S na construção civil**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2009.

HAY, Edward J. **Just in time: um exame dos novos conceitos de produção**. São Paulo: Maltese, 1992.

HERBERTS, Lucas. **Impactos da construção enxuta na gestão de segurança do trabalho em obras**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

HERTHEL, Ana Beatriz. **Análise de viabilidade de aplicação da linha de balanço em obras de edifícios residenciais em João Pessoa – PB: estudo de caso**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2015.

HOWELL, Gregory A. What is Lean Construction. In: **Proceedings** 7th Annual Conference of IGCL, 26-28 July 1999, University of California, Berkeley, CA, USA. Disponível em: <https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/Howell-1999-What-Is-Lean-Construction-1999.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.

HOWELL, Greg; BALLARD, Glenn. **Implementing lean construction: understanding and action**. In: Conferência Anual do Grupo Internacional para Construção Enxuta, 6, 1998, Guarujá, Brasil. Disponível em: <https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/09/HowellAndBallard.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2020.

HOWELL, Gregory A.; KOSKELA, Lauri. **Reforming project management: the role of Lean Construction**. In: Conferência Anual do Grupo Internacional para Construção Enxuta, 8, 2000, Brighton, Reino Unido. Disponível em: <https://www.iglc.net/Papers/Details/107>. Acesso em: 21 nov. 2020.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: a estratégia para o sucesso competitivo**. São Paulo: Imam, 1994.

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

JUNQUEIRA, Luiz Eduardo Lollato, ISATTO, Eduardo Luís; FORMOSO, Carlos T.; CESARE, Claudia Monteiro de; HIROTA, Ercilia; ALVES, Thais. **Aplicação da lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0**. 2006. Dissertação (Especialização) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção. São Paulo, 2006.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford university, 1992.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. 408p. Tese (Doutorado em Tecnologia) - Technical Research Center of Finland, Helsinki, Finlândia, 2000.

KEMMER, S. L.; HEINECK, L. F. M.; ALVES, T. C. L. Using the line of balance for production system design. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008.

KUREK, Juliana. **Introdução dos princípios da filosofia de construção enxuta no processo de produção em uma construtora em Passo Fundo-RS**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de Passo Fundo. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Passo Fundo, RS, 2005.

LORENZON, Itamar Aparecido. **A medição de desempenho na construção enxuta: estudos de caso**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP, São Carlos, 2008.

MACOMBER, H. HOWELL, G. A.; REED, D. **Managing Promises with the Last Planner System: Closing in on Uninterrupted Flow**. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 13, 2005. Sydney, Austrália, 2005.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

MONTE, Carlos Eduardo Pessoa do. **Proposta de questionário para analisar o desempenho e aplicabilidade dos princípios Lean Construction: estudo de caso**. 2017. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação da Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

MOURA, L. R. **Qualidade simplesmente total: uma abordagem simples e prática da gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

MOURA, Camile Borges. **Avaliação do impacto do Sistema Last Planner no desempenho de empreendimentos da construção civil**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, 2008

NAPOLEÃO, Bianca. **5S**. Ferramentas de Qualidade, 2018. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/5s/>. Acesso em: 05 nov. 2020.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção. Além da produção em larga escala.** Bookman; 1ª edição, 1997.

OLIVIERI, Hylton; GRANJA, Ariovaldo Denis; PICCHI, Flávio Augusto. Planejamento tradicional, location-based management system e last planner system: um modelo integrado. **Ambiente Construído**, v. 16, n. 1, p. 265-283, 2016.

OLIVEIRA, Eduardo. H. **Lean construction: o princípio do Takt.** Mogi das Cruzes: Independently Published, 2018.

PENEIROL, Nelson. **Lean Construction em Portugal-Caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção Last Planner.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2007.

PICCHI, Flávio Augusto. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. **Ambiente construído**, v. 3, n. 1, p. 7-23, 2003.

RIBEIRO, Mário Victor de Mattos Richa. **Vantagens da padronização aplicada aos processos executivos de obras de edificações.** 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

SACKS, Rafael; DAVE, Bhargav; KOSKELA, Lauri; OWEN, Robert. Analysis framework for the interaction between Lean Construction and building information modelling. **Proceedings** for the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Taipei, Taiwan, 29/01/2009. Disponível em: http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9546/1/2009_Analysis_fw_k_for_the_interaction_bet_LC_and_BIM.pdf. Acesso em: 02 nov. 2020.

SANTOS, A. dos et al. **Application of flow principles in the production management of construction sites.** 1999. Tese (Doctor of Philosophy) - University of Salford. School of Construction and Property Management, Salford, UK, 1999.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa:** 2013. 6. ed. Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos [responsável pela elaboração da pesquisa, dos textos, tabelas, gráficos e mapas]. Brasília, DF; DIEESE, 2013. Disponível em: http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Anuario%20do%20Trabalho%20Na%20Micro%20e%20Pequena%20Empresa_2013.pdf. Acesso em: 15 jan. 2021.

SOUZA E SILVA, M. F.; FELIZARDO, F. C. Aplicação de técnicas de gestão em obras de pequeno porte e curta duração. In: V Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia na Construção, **Anais**, Campinas, 2007.

SPEARMAN, Mark L.; HOPP, Wallace J. Factory Physics: **Foundations of Manufacturing Management.** Irwin, Chicago, IL, v. 439, 1996.

VENTURINI, JULIANA SANCHES. **Proposta de ações baseadas nos 11 princípios Lean Construction para implantação em um canteiro de obras de santa maria**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

WIGINESCKI, BEATRIZ BECKER. **Aplicação dos princípios da construção enxuta em obras pequenas e de curto prazo: um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Curitiba: 2009.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo**, 14. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James P; JONES, Daniel T. ***Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation***. Simon and Schuster, Nova Iorque, EUA. 1996.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas- Lean Thinking**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

WORDPRESS. **Universo da logística**, 2010. Disponível em: <https://universodalogistica.files.wordpress.com/2010/04/5s.jpg>. Acesso em: 05 nov. 2020.

ANEXO A

QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA ENTREVISTA

1. Redução de atividades que não agregam valor	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
1.1 A empresa utiliza entrevistas formalizadas para captar as necessidades do cliente?		X			
1.2 A empresa Utiliza ferramentas BIM (Building Information Modeling)?				X	
1.3 Os materiais sempre são distribuídos próximos aos pontos de aplicação?				X	
1.4 Existe um estudo relacionado com o layout do canteiro de obras?		X			

2. Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas dos requisitos dos clientes	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
2.1 Após a entrega do empreendimento a empresa possui procedimento de pesquisa de satisfação do cliente?		X			
2.2 A empresa busca melhorar seu trabalho após obter um feedback da avaliação dos clientes?				X	
2.3 As peculiaridades solicitadas pelos clientes são consideradas prioridades?					X
2.4 O tempo de execução dos empreendimentos atendem às necessidades dos clientes?			X		
2.5 A empresa realiza pesquisa de mercado regularmente?					X
2.6 Os preços dos serviços prestados pela empresa atendem às expectativas dos clientes?					X

3 Reduzir a variabilidade	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
3.1 A empresa possui procedimentos padronizados para a maioria de suas atividades?		X			
3.2 A empresa realiza planejamentos de longo, médio e curto prazo para a execução das obras?	X				
3.3 A empresa utiliza equipamentos como gabaritos e moldes ou algum mecanismo auxiliar que possa aumentar a produtividade e reduzir a variabilidade do processo?			X		
3.4 As equipes contratadas podem ser consideradas polivalentes?			X		
3.5 Existem padrões para o desenvolvimento dos projetos?			X		

4 Reduzir o tempo de ciclo	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
4.1 A empresa possui controle sobre a produtividade de seus operários?		X			
4.2 O engenheiro da empresa realiza visitas semanais para acompanhar o andamento das obras em execução?		X			
4.3 Os tempos de ciclo dos empreendimentos são planejados e controlados?		X			

5 Simplificar e minimizar o número de passos e partes	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
5.1 O processo de compra de materiais para as obras é simples e eficiente?					X
5.2 A empresa possui informações sobre quais tarefas serão realizadas na semana, caso possua, elas estão disponíveis a todos os trabalhadores do canteiro?			X		
5.3 A empresa utiliza materiais pré-fabricados na elaboração dos projetos?		X			
5.4 A empresa utiliza coordenação modular na elaboração dos projetos?		X			
5.5 A empresa utiliza blocos de desenhos prontos na elaboração dos projetos?		X			

6 Melhorar a flexibilidade do produto	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
6.1 Os projetos ou obras possuem flexibilização de leiaute?			X		
6.2 A empresa possui produtos para clientes de diferentes setores da economia (ex. indústria, bancário, comercial, residencial, agricultura, governo etc.)?					X

7 Melhorar a transparência do processo	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
7.1 Os ambientes de trabalhos (escritório e obra) são limpos, claros, ergonômicos e agradáveis de se trabalhar?				X	
7.2 As metas, resultados e expectativas da empresa são informações abertas e divulgadas entre os funcionários?		X			
7.3 Nas obras, existe sistemas de comunicação tais como painéis, placas ou rádios?	X				
7.4 A empresa possui indicadores de desempenho da obra ou no escritório?	X				

8 Focar o controle do processo global	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
8.1 A empresa possui controle sobre o planejamento da obra.	X				
8.2 A empresa possui controle sobre o orçamento da obra.				X	
8.3 A empresa possui controle sobre a produtividade dos operários da obra.		X			

9 Introduzir a melhoria contínua do processo	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
9.1 A empresa possui algum programa de melhoria contínua na empresa?			X		
9.2 Na busca por melhorarias dos processos internos, há participação dos operários/funcionários?		X			

10 Manter o equilíbrio entre melhorias de fluxos e conversões	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
10.1 como a empresa classifica a eficiência na entrega dos projetos ao canteiro?			X		
10.2 A empresa possui controle sobre o fluxo de informações na sua obra.			X		
10.3 A empresa possui controle sobre as compras e entregas de materiais na sua obra.			X		
10.4 A empresa possui controle sobre as disposições dos materiais no interior da obra.			X		
10.5 A empresa possui controle sobre os acessos e fluxos de pessoas no interior da obra.			X		

11 Fazer benchmarking	Pouco		Médio	Muito	
	1	2	3	4	5
11.1 Em sua percepção a empresa faz uso de benchmarking?			X		

CONCEITO: Benchmarking pode ser considerado o destaque positivo de um trabalho que pode ser usado como modelo para outros trabalhos.