



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

BEATRIZ SANTOS NERI

**CONSTRUÇÃO ENXUTA: BOAS PRÁTICAS PARA A
REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO DE
EDIFICAÇÕES CONVENCIONAIS**

Palmas/TO
2021

BEATRIZ SANTOS NERI

**CONSTRUÇÃO ENXUTA: BOAS PRÁTICAS PARA A
REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO DE
EDIFICAÇÕES CONVENCIONAIS**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientadora: Dra. Indara Soto Izquierdo.

Palmas/TO
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

N445c Neri, Beatriz Santos.
CONSTRUÇÃO ENXUTA: BOAS PRÁTICAS PARA A REDUÇÃO DE
DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES CONVENCIONAIS. /
Beatriz Santos Neri. – Palmas, TO, 2021.
80 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus
Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Civil, 2021.

Orientadora : Indara Soto Izquierdo

1. Construção Enxuta. 2. Gestão. 3. Desperdícios. 4. Construção Civil. I.
Título

CDD 624

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

BEATRIZ SANTOS NERI

CONSTRUÇÃO ENXUTA: BOAS PRÁTICAS PARA A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFICAÇÕES CONVENCIONAIS

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Civil, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 15/10/2021

Banca Examinadora

Prof. Dr^a. Indara Soto Izquierdo, UFT

Prof. Ms. Bibiana Zanella Ribeiro, UFT

Prof. Ms. Fernando Moreno Suarte Júnior, UFT

Palmas, 2021

“A utopia está lá no horizonte. Me aproximo dois passos, ela se afasta dois passos. Caminho dez passos, e o horizonte corre dez passos. Por mais que eu caminhe, jamais alcançarei. Para que serve a utopia?

Serve para isso: para que eu não deixe de caminhar.”

Eduardo Galeano

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao amor e incentivo incondicional da minha família: aos meus pais, Romão e Francisca, meus irmãos, Luiz Antonio e Laís, e minha madrinha, Belenice. Obrigada por terem me dado a base e oportunidade de cursar uma graduação integral em uma universidade pública de excelência. Meus melhores parâmetros vêm de vocês.

Agradeço ao Hugo Carvalho pelo carinho, ouvidos sempre abertos e por acreditar nos meus sonhos mesmo quando não estive em condições de fazê-lo. Aos meus grandes amigos, aqui representados pela Andressa Guimarães, Carolyne Dias, Lucas Nogueira, Nathália Barros e Natacha Cardoso: sem dúvidas, essa jornada não teria sido a mesma sem vocês. Pelas longas horas de conversas, devaneios e vontades compartilhadas, obrigada.

À professora Indara Soto Izquierdo, que aqui representa o colegiado de Engenharia Civil, agradeço pela orientação e por me incentivar a estudar mais sobre gestão e planejamento, área em que inicio a minha vida profissional.

Agradeço à Universidade Federal do Tocantins, que foi a minha casa por tantos anos e guarda vários dos meus melhores momentos, além de ter me proporcionado experiências únicas através da CONSTRUFT e da LiACC, Liga de Construção Civil da UFT. Que o ensino público e gratuito possa transformar tantas outras pessoas assim como transformou a minha vida.

Que não deixemos de caminhar em busca das nossas utopias.

RESUMO

Com o presente trabalho, buscou-se compreender e transmitir práticas de gestão relacionadas à filosofia enxuta e o Sistema Toyota de Produção em empresas atuantes na construção de edificações convencionais. A finalidade é a redução de desperdícios de superprodução, espera, processamentos desnecessários, estoque excessivo, transporte, defeitos e movimentação, aumentando a produtividade, que é mensurada através dos princípios da Construção Enxuta. As metodologias utilizadas no trabalho envolvem a sintetização da relação entre os princípios, ações e desperdícios, aplicação de um questionário com empresas de Palmas, Tocantins, para avaliar a receptibilidade das empresas da área quanto à aplicação das ações levantadas e, por fim, sintetização de resultados e experiências das ações com maior possibilidade de adesão com base na literatura, explicitando mudanças necessárias para a implementação, vantagens e fatores limitantes. A partir dos resultados obtidos, foi possível compreender a relação entre diferentes aspectos da Construção Enxuta, além de denotar as ações que as empresas de Palmas demonstraram maior e menor resistência para mudança, correlacionando as respostas com estudos previamente realizado. Finalmente, o levantamento de aprendizados obtidos por demais aplicações encontradas na literatura apresentou direcionamento para as empresas que demonstrarem disposição em obter melhores resultados através da eliminação consciente de desperdícios.

Palavras-chaves: Gestão. Construção Enxuta. Desperdícios. Construção Civil.

ABSTRACT

The present paper aims to understand and transmit management practices related to Lean Philosophy and the Toyota Production System in active companies of construction of conventional buildings. The goal is the reduction of waste from overproduction, waiting, unnecessary processing, excessive inventory, transport, defects and movements, increasing productivity, which is measured through the Lean Construction principles. The methodologies used involve the synthesis of the relationship between the principles, actions and waste, plus the application of a questionnaire with companies from Palmas, Tocantins, to assess the receptivity of companies in the area regarding the application of the actions raised and, finally, synthesis of results and experiences of actions with the greatest possibility of adherence based on the literature, explaining the necessary changes for implementation, advantages and limiting factors. From the results obtained, it was possible to understand the relationship between the different aspects of Lean Construction, in addition to denoting the actions that companies from Palmas demonstrated greater and lesser resistance to change, correlating the responses with previously carried out studies. Lastly, the survey of learning obtained from other information found in the literature resulted in guidance to companies that demonstrate willingness to obtain better results through the elimination of waste.

Key-words: Management. Lean Construction. Wastes. Civil Construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Índice de Confiança da Construção Civil: março de 2021.....	19
Figura 2 – Grau de oportunidade de mudança em função do tempo.....	21
Figura 3 – A filosofia dos 4Ps.	24
Figura 4 – Modelo tradicional de conversão.	29
Figura 5 – Representação da produção como um fluxo de processos.	30
Figura 6 – Representação dos componentes do tempo de ciclo.	36
Figura 7 – Etapas da metodologia de execução.....	44
Figura 8 – Correlação entre os objetivos e as metodologias adotadas.	44
Figura 9 – Fontes bibliográficas para pesquisas.....	45
Figura 10 - Causas primárias de falhas em projetos fracassados.	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sistematização das principais ações e práticas que caracterizam a Produção Enxuta.....	22
Quadro 2 – Notas atribuídas aos itens de JIT.	30
Quadro 3 – Notas atribuídas aos itens de TQM.....	31
Quadro 4 – Notas atribuídas aos itens de SCM.	32
Quadro 5 – Comparativo entre inovação e melhoria contínua.	39
Quadro 6 – Modelo de relação entre princípios, ações e desperdícios.....	46
Quadro 7 – Síntese de informações sobre o questionário.....	48
Quadro 8 - Relação e itemização dos itens da CE.....	50
Quadro 9 - Relação e itemização dos desperdícios da produção enxuta.	51
Quadro 10 - Relação entre princípios, ações e desperdícios.	52
Quadro 11 - Princípios com maior número de ações descritas.....	57
Quadro 12 - Desperdícios com maior grau de recorrência.....	58
Quadro 13 - Ações apresentadas no questionário on-line.	60
Quadro 14 - Média e FR das ações do questionário.	62
Quadro 15 - Ações com maior FR nas construtoras de Palmas.....	62
Quadro 16 - Ações com menor FR nas construtoras de Palmas.....	63
Quadro 17 - Resultados de ações conforme a literatura.	67

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CE	Construção Enxuta
JIT	<i>Just-In-Time</i>
LIB	<i>Lean Institute Brasil</i>
SCM	<i>Supply Chain Management</i>
STP	<i>Sistema Toyota de Produção</i>
TQC	<i>Total Quality Control</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>
FR	Fator de Receptibilidade
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema de Pesquisa	15
1.1.1	Justificativa	15
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1	Impactos da Construção Civil na economia nacional	18
2.1.1	Índice de Confiança da Construção Civil	18
2.1.2	Índice Nacional de Custo da Construção	19
2.2	Características da Construção Civil na atualidade brasileira	20
2.3	Sistema Toyota de Produção	22
2.3.1	A mentalidade enxuta	24
2.3.2	Tipos de desperdício da produção enxuta	25
2.3.3	Automação (Jidoka) e Just-in-Time (JIT)	26
2.3.4	Total Quality Control (TQC) e Total Quality Management (TQM)	27
2.4	Diferenças entre a Produção Convencional e a Produção Enxuta	28
2.5	Relação entre JIT, TQM e SCM	30
2.6	Construção Enxuta	33
2.6.1	Princípios da construção enxuta	34
2.6.1.1	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	34
2.6.1.2	Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades do cliente	35
2.6.1.3	Redução da variabilidade	35
2.6.1.4	Redução do tempo de ciclo de produção	35
2.6.1.5	Simplificação através da minimização de etapas	36
2.6.1.6	Aumento da flexibilidade na execução do produto	37
2.6.1.7	Aumento da transparência do processo	37
2.6.1.8	Foco no controle do processo global	38
2.6.1.9	Melhoria contínua dos processos	38
2.6.1.10	Equilíbrio entre melhorias de fluxos e de conversões	40
2.6.1.11	Busca por referências (<i>benchmarking</i>)	40
2.7	A filosofia enxuta no Brasil	41

2.8 Estudos sobre a Construção Enxuta no Brasil.....	41
3 METODOLOGIA.....	44
3.1 Pesquisa bibliográfica	45
3.2 Pesquisa de levantamento	45
3.3 Relação entre os princípios da Construção Enxuta, ações e desperdícios.....	46
3.4 Avaliação da receptibilidade de construtoras locais	47
3.4.1 Processamento dos dados e resultados esperados.....	48
3.5 Resultados de ações conforme a literatura.....	49
4 RESULTADOS	50
4.1 Relação entre os princípios da Construção Enxuta, ações e desperdícios.....	50
4.1.1 Avaliações sobre os princípios	57
4.1.2 Avaliações sobre os desperdícios	58
4.2 Avaliação da receptibilidade de construtoras locais	59
4.2.1 Resultados do questionário	61
4.2.2 Demais contribuições dos respondentes	65
4.3 Resultados de ações conforme a literatura.....	65
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
REFERÊNCIAS	73
APÊNDICE A – MODELO DE QUESTIONÁRIO	77
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO.....	79

1 INTRODUÇÃO

A Construção Civil é uma das atividades mais impactantes na economia brasileira. Em 2019, o setor representou 6,2% do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, implicando na movimentação de mais de 70 setores econômicos e relevante geração de empregos (SEBRAE, 2019). Em 2018, 7,30% das pessoas ocupadas do país estavam empregadas na Construção Civil, o que implica que uma a cada quatorze brasileiros ocupados estão alocadas no setor (IBGE, 2019).

Os números não são representativos apenas em âmbitos positivos. A Construção Civil é grande geradora de desperdícios, sejam eles provenientes de materiais (como resíduos poluentes e estoques) ou de processos (como retrabalho, gestão de pessoas, execução de atividades). Esses desperdícios impactam diretamente os custos, prazos e qualidade do projeto. Utilizando o retrabalho como exemplo de desperdício, trata-se do esforço necessário para repetir um serviço ou processo que foi implantado de maneira errônea anteriormente. Borges Neto (2018) apresenta o resultado obtido em uma obra, onde o índice de retrabalho em instalações hidrossanitárias implicou em um aumento de 56% do custo para execução do serviço.

A mitigação desses fatores negativos está atrelada a estudos tanto a nível de planejamento das obras quanto de inovação tecnológica da Construção Civil. É um setor amplamente conhecido por ser conservador quanto às transformações e de lenta evolução, quando comparado a outras indústrias. Marx (1994) descreve o processo de produção do setor de Construção Civil brasileira como “semiartesanal ou de base artesanal”, assim como era a manufatura do início da Revolução Industrial. Silva (2018) aborda a Construção Civil como atrasada, quando comparada com outros setores industriais, em razão de apresentar uma baixa produtividade, altos índices de desperdícios e déficit no controle de qualidade dos serviços. É necessário destacar que, entretanto, diferente de uma indústria como a automobilística, cada construção é única: uma obra é desenvolvida de forma exclusiva, porque conta com projetos, equipes, geografia, ambiente, condições climáticas e sazonais distintas. São muitos os fatores que influenciam na execução de um projeto.

Apesar dessa característica de singularidade, existem medidas e comportamentos que podem ser aplicados para monitorar e otimizar os resultados dessas construções. A industrialização é um conceito difundido principalmente durante e após a Revolução Industrial. Rosso (1980) definiu o processo de industrialização em sua obra “Racionalização da Construção”, apresentando-o como a “utilização de tecnologias que substituem a

habilidade do artesanato pelo uso da máquina”. Entretanto, esse viés industrial de racionalização também é aplicado no gerenciamento de atividades construtivas, adotando-se o princípio de produção em série, que apenas é possível com o claro entendimento das etapas de uma obra e suas variáveis, como os diferentes desperdícios de diferentes etapas.

Dentre as ferramentas conhecidas atualmente para possibilitar essa identificação de desperdícios e otimizar o cotidiano da Construção Civil, pode-se citar a *Lean Construction*, ou Construção Enxuta, filosofia de gestão de produção estudada e desenvolvida pelo pesquisador Lauri Koskela que busca a aplicação de conceitos do Sistema Toyota de Produção no setor da Construção Civil (SOUZA; CABETTE, 2014). A principal ideia da Construção Enxuta é reduzir ou eliminar atividades improdutivas e aumentar a eficiência de atividades produtivas (KOSKELA, 1992). Para exemplificar, basta visualizar a atividade de assentamento de cerâmicas que é uma subatividade produtiva e mensurável, onde os funcionários empenham sua energia e é possível verificar o andamento do serviço, que é o assentamento das cerâmicas propriamente dito. Entretanto, existem esforços envolvidos para que isso aconteça e uma subatividade improdutiva que muitas vezes é desprezada deste serviço é o deslocamento dos materiais até o local de aplicação. Irrisório ao tratar-se de uma casa térrea, mas torna-se significativo quando a aplicação é em um andar elevado de uma torre.

Em seu trabalho, Koskela (1992) ainda identifica essas atividades produtivas, originalmente chamadas de *value-adding activity*, como “atividade que converte o material e/ou informação naquilo que é requisitado pelo cliente”. Além de aspectos econômicos, a adoção de uma metodologia enxuta, quando alinhada a fatores sustentáveis, também pode representar ganho para o meio ambiente, o que implica em maior valor ao cliente. Ao analisar a logística, por exemplo, das operações de maneira a simplificar movimentações, há redução de emissão de CO₂ (SERTYESILISIK, 2016).

Por conseguinte, o estudo desses desperdícios e planos de ação através do uso dos onze princípios presentes no trabalho de Koskela (1992) é fator de relevante consideração. Apesar disso, a sua aplicação é discutida preponderante em publicações recentes (NERY; ZATTAR; OLIVEIRA, 2017), longe de haver saturação sobre o assunto.

Assim, este trabalho busca contribuir com a análise dos processos comuns presentes em construções brasileiras, especialmente àquelas do Estado do Tocantins.

1.1 Problema de pesquisa

Com base na literatura e em diferentes obras do Brasil, que práticas podem de fato ser adotadas na Construção Civil para otimização dos resultados das atividades construtivas e, assim, diminuir serviços improdutivos e desperdícios?

1.1.1 Justificativa

A *Lean Construction*, ou Construção Enxuta é um tema com recorrentes trabalhos científicos apresentados para o setor, especialmente nos últimos cinco anos. Focar nos processos inerentes ao cotidiano das obras civis e, conseqüentemente, planejar as ações que serão desenvolvidas ao longo das atividades da Construção Civil implica em resultados diretos em âmbitos ambientais, sociais e econômicos, conforme será explanado neste trabalho.

Apesar de ser um fator marcante da Construção Civil e importante de ser citado para enfatizar a necessidade de capacitação dos trabalhadores, a mão de obra vigente não pode ser responsabilizada pelos maus resultados. Lisboa e Castro (2018) descrevem como “simplista” a culpabilização dos operários, visto que, por muitas vezes, estes não estão cientes das atividades que devem ser executadas no canteiro de obras e nem sempre dispõem de instrumentos e materiais adequados para a realização das atividades.

Em um setor que ainda é pouco industrializado e que ainda sofre pela de baixa mão de obra especializada, a melhor definição dos processos internos e identificação de suas falhas e, conseqüentemente, melhorias, implica em valorização dos recursos humanos, naturais e artificiais, diminuição de atividades que não afetam e/ou atrapalham a produção e maior precisão para definição de prazos, custos, qualidade e espaços antes, durante e após a construção.

As empresas da Construção Civil apresentam grande dificuldade quando se trata de efetivação de novas tecnologias e aprimoramentos de seus princípios gerenciais (LOPES *et al.*, 2020). A pandemia causada pela *covid-19* evidenciou o impacto que uma má administração pode promover no meio empresarial ao tornar-se realidade no Brasil, em meados de março de 2020. Por conta da alta disseminação do coronavírus SARS-CoV-2, as empresas tiveram que se adaptar também às restrições impostas pelos governos com o objetivo de diminuir a transmissão do vírus.

Em todo o Brasil, o fechamento de serviços considerados não essenciais obrigou a paralisação de obras por alguns períodos. Na cidade de Palmas, Tocantins, apenas em 2021, o

setor não pôde funcionar entre o período de 6 a 23 de março, conforme indicações da primeira orientação municipal, Decreto Nº 2.002 de 03 de março de 2021, e o Decreto Nº 2.011 de 16 de março de 2021, que estendeu o decreto anterior até o dia 23 de março de 2021.

Desde que essas medidas começaram a ser aplicadas no país, construtoras estão buscando amortizar custos dos empreendimentos através de uma análise mais profunda da gestão de processos. Assim, a otimização da gestão e mitigação de desperdícios deixaram de ser um fator diferencial de empresas para tornar-se uma necessidade para a sobrevivência no período econômico mais difícil da história brasileira (PEREIRA; AZEVEDO, 2020).

Pereira e Azevedo (2020) ainda afirmam que, diante de uma situação de crise, “as instituições menos atingidas são aquelas que conseguem planejar e implementar ações de combate com a maior antecedência e pontualidade possível”. Portanto, uma ferramenta de gestão totalmente voltada para ampliação de resultados de atividades produtivas é uma ótima opção para que a implementação de ações, havendo crise ou não, produza um retorno rápido e visível às partes interessadas dos projetos.

1.2 Objetivos

Os objetivos deste trabalho são explanados nos tópicos a seguir.

1.2.1 Objetivo Geral

Identificar, com base na literatura, exemplos de boas práticas de gestão que poderão ser efetivamente adotadas na construção de edificações, visando a redução de diferentes tipos de desperdícios e aumento de produtividade para a execução.

1.2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a. Relacionar os princípios da Construção Enxuta com ações aplicáveis e os desperdícios que estas buscam mitigar;
- b. Mensurar quantitativamente a percepção e receptibilidade de construtoras de Palmas, Tocantins, sobre a possibilidade de implementação dos conceitos estudados;
- c. Coletar experiências e aprendizados obtidos por diferentes autores de forma a guiar as ações futuras de novos projetos que adotarão a filosofia enxuta;

- d. Sintetizar ações aplicáveis à construção de edificações para simplificar e verdadeiramente melhorar o funcionamento das obras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão da literatura está descrita no presente tópico, que discorrerá sobre importantes temas que baseiam a Construção Enxuta.

2.1 Impactos da Construção Civil na economia nacional

A economia brasileira pode ser dividida em três grandes setores, sendo eles: agropecuária, indústria e serviços. O acúmulo de valores produzidos nestes setores origina o Produto Interno Bruto, PIB, e indica o fluxo de novos bens e serviços finais produzidos em um país durante um período (IBGE, 2021). Os três grandes setores supracitados podem ser divididos em 21 atividades econômicas, conforme Classificação Nacional de Atividades Econômicas, CNAE. Dentre estas atividades, encontra-se a Construção Civil, que integra o grande setor da Indústria.

A Construção Civil é uma atividade decisiva de um país por ser grande consumidora de produtos de outros segmentos industriais, além de representarem significativa importância nas taxas de empregabilidade (NASCIMENTO; MEDEIROS; MIRANDA, 2020). Segundo dados de 2019 do IBGE, um a cada quatorze trabalhadores formais brasileiros ocupam um cargo no setor (IBGE, 2019).

Para contextualizar o cenário atual da Construção Civil na economia, são utilizados alguns índices para transcrever o status, favorável ou não, em que o setor se encontra. Sua interpretação pode indicar medidas que devem ser adotadas para que uma empresa do setor possa manter-se competitiva. Índices relevantes e constantemente usados como percepção da economia são apresentados nos tópicos a seguir.

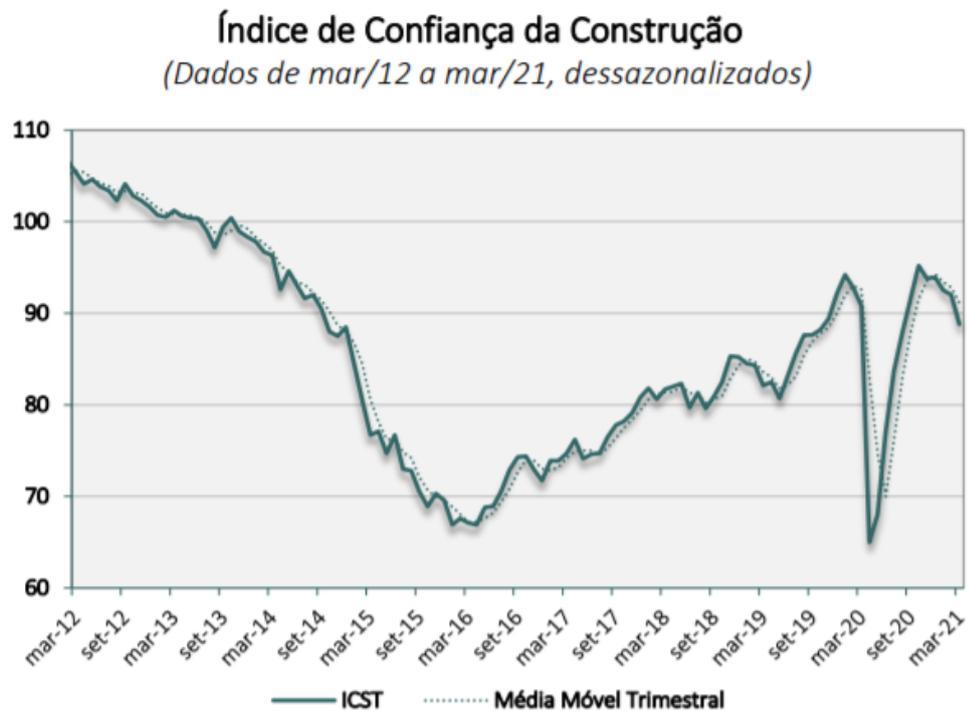
2.1.1 Índice de Confiança da Construção Civil

Com tamanho impacto, surgem índices que auxiliam no entendimento e antecipação dos rumos da economia em diferentes prazos, como é o caso do Índice de Confiança da Construção Civil, ICST, coletado mensalmente pela Fundação Getúlio Vargas a partir de julho de 2010. Este índice de sondagem da construção é composto por quatro quesitos: Situação Atual dos Negócios, Carteira de Contratos, Expectativas com relação à evolução do Volume de Demanda nos três meses seguintes e Expectativas em relação à evolução da

Situação dos Negócios da Empresa nos seis meses seguintes (FGV IBRE, 2021). Quanto maior o ICST, melhor a percepção do setor.

A Figura 1 traz o ICST publicado em março de 2021. A percepção do setor foi drasticamente impactada com o início da disseminação da pandemia de *covid-19* no Brasil, onde o ICST teve uma queda profundamente alarmante de 25,8 pontos, recuperados em setembro de 2020. Com um índice de 88,8 pontos no período da publicação, março de 2021, é possível observar que os empresários percebem um ambiente mais desfavorável para a Construção Civil do que o presente no último trimestre de 2020.

Figura 1 – Índice de Confiança da Construção Civil: março de 2021.



Fonte: FGV IBRE, 2021.

Dentre os fatores limitativos para esta queda, o relatório publicado pela FGV traz a demanda insuficiente de atividades, dificuldades enfrentadas por conta da pandemia, elevação do custo de matéria-prima, competição no próprio setor.

2.1.2 Índice Nacional de Custo da Construção

O Índice Nacional de Custo da Construção, INCC, foi divulgado pela primeira vez em 1950 com a finalidade de aferir a evolução dos custos de construções habitacionais (FGV

IBRE, 2021). Apesar de ser adotado nacionalmente, sua abrangência geográfica considera as capitais Recife, Salvador, Rio de Janeiro, São Paulo, Belo Horizonte, Brasília e Porto Alegre.

Considerando dados de março de 2021, o INCC subiu 2,00% em um mês e 11,95% em doze meses. A variação percentual acumulada de doze meses considerando o item “Materiais, Equipamentos e Serviços” mostra um valor de 22,54%, expressando a grande alta, especialmente, em materiais metálicos para estrutura (62,18%), instalações elétricas (44,87%) e instalações hidráulicas (36,27%).

Assim como mostrado na contextualização atual do ICST, a alta de preços da Construção Civil, comprovada na análise do INCC, indica as mudanças de percepções sobre setor, demonstrando alta comunicação entre índices econômicos diretamente relacionados ao setor e desempenho das empresas em determinado período.

2.2 Características da Construção Civil na atualidade brasileira

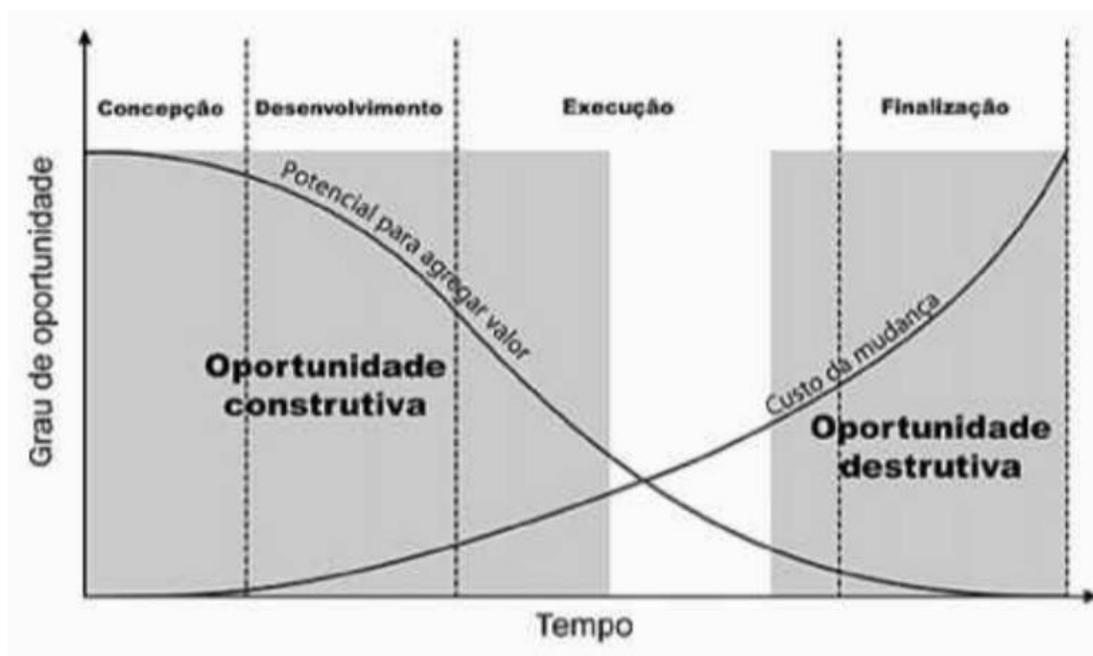
Com a pandemia de *covid-19* disseminada a partir de 2020, a rotina da grande maioria dos setores econômicos, incluindo a Construção Civil, foi alterada. Medidas de prevenção foram inseridas ao cotidiano dos trabalhadores, devendo ser adotadas antes, durante e após o expediente, conforme descrevem Pereira e Azevedo (2020). Além dessas medidas, as empresas também passaram a conviver com um mercado e economia instáveis, evidenciando a fragilidade na gestão de pessoas e processos.

O gerenciamento de uma construção é um trabalho complexo, pois contém inúmeras variáveis desenvolvidas em um ambiente dinâmico e mutável. Entretanto, a deficiência de planejamento pode implicar em consequências desastrosas para uma obra e para as empresas envolvidas (MATTOS, 2010). Um planejamento e gerenciamento ineficientes oportunizam improvisos em canteiros de obras, característica comum de obras citadas por Marx (1994) como artesanais ou semiartesanais. Entretanto, é uma indústria que busca evoluir para aproximar-se do que é considerado uma produção em grande escala, fator mais visível ao tratar-se da construção de condomínios com várias torres ou casas (CORREIA, 2018), objetivo que requer maior ênfase no planejamento das etapas da construção.

De acordo com Mattos (2010), alguns dos benefícios do planejamento são: conhecimento pleno da obra, detecção de situações favoráveis, agilidade de decisões, relação com o orçamento, otimização da alocação de recursos e referência para metas. Na Figura 2, a detecção de situações favoráveis é visualizada através do grau de oportunidade da mudança em função do tempo: quanto antes uma decisão é tomada, menor o custo da sua aplicação e

maior a probabilidade de implicar em valor agregado. O contrário também é válido: quanto mais uma intervenção demora a ser realizada, menos ela agrega valor e maior é o seu custo para efetivação.

Figura 2 – Grau de oportunidade de mudança em função do tempo.



Fonte: Mattos, 2010.

Um dos possíveis fatores para que intervenções sejam tomadas posteriormente ao início das atividades de uma obra é o fato de, tradicionalmente, o planejamento e gerenciamento de uma obra ser feito apenas considerando atividades produtivas: desperdícios como esperas, armazenamento de estoque e movimentação de materiais não são contabilizados (KOSKELA, 1992).

Esse modelo de análise ainda é pouco difundido na Construção Civil por conta de diversos fatores, conforme explicita Oliveira (2017):

- As equipes não possuem apenas uma função específica e atuam conforme necessidade;
- O setor possui grande barreira cultural quando se trata da implantação de novos sistemas e padrões;
- Cada projeto executado é único, impossibilitando a reprodução em cadeia;
- Há pouca padronização de procedimentos entre as obras, desde procedimentos internos aos serviços executados em canteiro de obras;

- Dificuldade de padronização por conta da imprecisão e alta taxa de maleabilidade nos dados do projeto, planejamentos e orçamentos;
- Ambiente de trabalho desmotivador, com poucas oportunidades de capacitação e promoção.

Dentre as diversas metodologias, filosofias e ferramentas de gestão, pode-se citar uma grande fonte de referências, que é o Sistema Toyota de Produção, explanado no próximo tópico.

2.3 Sistema Toyota de Produção

O Sistema Toyota de Produção surgiu na década de 1950 após engenheiros da Toyota Motor Corporation, empresa japonesa, visitarem os Estados Unidos com o objetivo de entender o porquê de o país produzir nove vezes mais carros que o Japão (CORREIA, 2018). Neste período, o Japão recuperava-se da 2ª Guerra Mundial e a matéria-prima do setor automobilístico estava em escassez. Ao analisar a concorrente, vislumbraram um cenário insustentável de ser replicado: os EUA apostavam em larga escala, grandes estoques e possuíam alta geração de refugo, fator que não poderia ser tolerado nas fábricas japonesas, considerando o contexto em que se encontravam.

Posteriormente, surgiram várias denominações para tratar dos métodos adotados pelo Sistema Toyota de Produção. A denominação mais difundida no meio acadêmico é a *Lean Production*, ou Produção Enxuta. Em essência, pressupõe o aumento da produtividade com a redução de recursos. Como caracterizou Jabbour et al. (2013), fazer mais com menos. Para isso, são adotados dois principais pilares: o princípio de autonomia, (Jidoka) e o Just-in-Time, ambos descritos no item 2.3.3

Com o propósito de elaborar um sistema de gestão com absoluta eliminação de desperdícios, surgiram ações que baseiam os princípios de produção enxuta, apresentadas no Quadro 1. Estes princípios foram sintetizados por Jabbour *et al.* (2013):

Quadro 1 – Sistematização das principais ações e práticas que caracterizam a Produção Enxuta.

Principais características	Descrição
Melhoria Contínua	Busca contínua da melhoria em qualidade, custo, entrega e projeto;
Just-in-Time (JIT)	Busca o Fluxo Contínuo da Produção;
Kanban	Sistemas de Cartões para criação de um Fluxo Puxado;

Principais características	Descrição
Desenvolvimento de Fornecedor	Atividades para desenvolvimento de colaboração com o fornecedor;
Funcionário Multifuncional	Desenvolvimento das habilidades dos funcionários por treinamentos;
5S	Gestão visual para redução da desordem e ineficiência entre as relações administrativas e produtivas;
Manutenção Produtiva Total (TPM)	Incremento da capacidade e disponibilidade dos equipamentos pela manutenção realizada em regimes periódicos;
Redução de Lote/Estoque	Formação de pequenos lotes para diminuir estoques e aumentar a variedade;
Funcionário Multifuncional	Desenvolvimento das habilidades dos funcionários por treinamentos;
Círculo de Melhoria (Kaizen)	Discussões sistemáticas entre operacional e gestão visando a melhoria contínua;
Mapeamento do Fluxo de Valor	Redução de desperdícios através de um menor índice de defeitos, diminuição do tempo de set-up, redução de resíduos, diminuição do consumo de energia, análise do lead-time e tempo de processo.

Fonte: Jabbour et al, 2013.

Estas ações possuem muitas características semelhantes e complementares. Posteriormente, serão detalhados o *Just-in-Time* e *Total Quality Management*, fortes características presentes no Sistema Toyota de Produção e que abrangem ou influenciam em muitos dos itens descritos no Quadro 1.

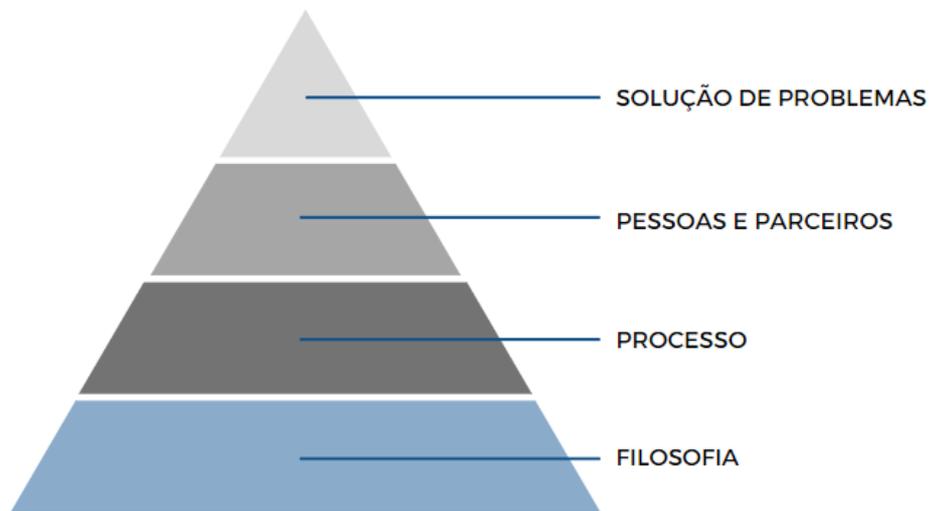
Apesar das várias ferramentas que podem ser utilizadas para uma manufatura enxuta, muitas empresas fracassam na sua aplicação por esquecerem de uma forte característica do Sistema Toyota de Produção: a cultura organizacional. Para entender e vivenciar o sucesso da metodologia, é preciso apropriar-se de sua filosofia em todos os níveis gerenciais e isto implica em não focar apenas em ganhos a curto prazo (SOUZA et al., 2020).

Liker e Meier (2007) intitularam a filosofia 4Ps para descrever os pilares que empresas que buscam uma mudança para mentalidade enxuta com base na visão original de Sakichi Toyoda, fundador da *Toyota Motor Corporation*. A hierarquia de aplicação é dada conforme a Figura 3. Os quatro itens da filosofia 4Ps são:

- *Philosophy* (Filosofia): é a base dos demais princípios;
- *Process* (Processos): conhecimento adquirido pelos líderes da empresa ao seguirem o processo corretamente;

- *People and Partners* (Pessoas e Parceiros): agregação de valor à organização, estimulando o crescimento e inquietação por desafios de funcionários e parceiros;
- *Problem Solving* (Solução de problemas): capacidade de continuamente buscar a causa raiz dos problemas e, conseqüentemente, elevar a aprendizagem organizacional.

Figura 3 – A filosofia dos 4Ps.



Fonte: Adaptado de Liker e Meier (2007).

2.3.1 A mentalidade enxuta

Apesar de agregar diversas ferramentas, a filosofia enxuta atravessa diversos fatores comportamentais dentro das organizações, sempre com o objetivo de buscar melhores resultados, tanto nos quesitos culturais, quanto nos processuais. Estes fatores integram a denominada “mentalidade enxuta”, que pode ser destrinchada em cinco princípios, segundo relataram Womack e Jones (1996).

1. Valor: trata-se do entendimento do que é valor para o cliente e a disposição de ofertar maior valor agregado, eliminando desperdícios. Os autores complementam que o valor apenas se torna algo significativo ao ser aplicado a um produto específico, alinhando as necessidades de preço e tempo. Tudo que foge das especificações apresentadas, pode ser considerado desperdício;
2. Fluxo/Cadeia de valor: é a identificação e eliminação dos desperdícios ao longo de uma cadeia de valor, mapeando as atividades e ações inerentes ao processo, desde a matéria-prima ao cliente final. Este processo transpassa três características

fundamentais de gerência: capacidade de resolução de problemas, gerenciamento de informações e transformação física de materiais em produtos;

3. Fluxo: garantia de uma produção contínua, sem interrupções. Os autores destacam que o fluxo de operações funciona melhor quando o foco está no produto e nas suas necessidades, não na transferência de setores e/ou departamentos que as aplicarão conforme uma fila de tarefas pré-estabelecidas;
4. “Puxar”: o cliente ditará quando haverá produção, estabelecendo as demandas e, apenas após a apresentação das demandas, “puxando” a produção. Conforme será apresentado no item 2.3.2 estoques excessivos são um tipo de desperdício;
5. Perfeição: este princípio traz a busca da perfeição através da melhoria contínua baseada na rápida detecção e solução de problemas originais, não apenas no tratamento de sintomas. Na mentalidade enxuta, os processos de redução de esforços, tempo, espaço, custo e erros são melhorados e redesenhados a cada tentativa, não há um fim iminente para estas ações.

Assim, estes cinco princípios atuam diretamente na busca pela eliminação dos desperdícios presentes nos processos que levam à entrega do produto ao consumidor.

2.3.2 Tipos de desperdício da produção enxuta

A base da produção enxuta está diretamente relacionada à redução ou eliminação de desperdícios. Conforme estudos executados pela *Toyota Motor Company*, foram identificados sete tipos de desperdícios, que levam em consideração que o aumento da eficiência apenas faz sentido se associado à redução de custos e que essa eficiência deve ser melhorada em cada estágio e em todo os setores da empresa (OHNO, 1997). Os desperdícios são:

1. Superprodução: é o desperdício devido à produção excessiva de materiais para além das necessidades de demanda;
2. Espera: problema consequente da dessincronização das atividades de fluxo. Implica em aumento do tempo necessário para concluir um processo, além de materiais e pessoas inativos;
3. Processamento desnecessário: execução de atividades que não geram valor significativo ao produto. Oliveira (2017) descreve que esse desperdício “decorre da falta de padronização e ineficiência nos métodos de trabalho, da ausência de treinamento da mão de obra e/ou ainda de deficiências no detalhamento dos projetos”;

4. Estoque excessivo: pode ser consequência da produção desalinhada à realidade de saída dos materiais do inventário. Um grande estoque implica em um armazenamento mais volumoso e complexo;
5. Transporte desnecessário: desperdício que ocorre quando existe necessidade de movimentação para que a próxima atividade seja iniciada, sendo imprescindível mover produtos ou pessoas entre setores e/ou localidades;
6. Defeitos: falhas de fabricação, mão de obra, uso inadequado de equipamentos etc.
7. Movimentação desnecessária: decorrente de um trânsito desnecessário de pessoas e equipamentos, muito comum em locais com leiaute de produção não planejado conforme os fluxos das atividades.

Posteriormente, um oitavo desperdício foi adicionado aos originais da produção enxuta por Womack e Jones (1996). Trata do desperdício intelectual, resultante da subutilização de pessoas e suas habilidades.

2.3.3 Automação (Jidoka) e Just-in-Time (JIT)

O conceito de automação, ou Jidoka, implica em capacitar e incentivar os funcionários a serem autônomos e intervirem em suas rotinas de trabalho. Ohno (1997) descreveu essa característica como “automação com toque humano”. Possui a finalidade de solucionar problemas de qualidade e eliminar desperdícios no local e em tempo hábil, além de serem os próprios mensuradores da produção, eliminando cargos exclusivos de inspeção (CORREIA, 2018). A aplicação deste princípio apenas é possível quando se trabalha com funcionários plenamente comprometidos no processo (Jabbour et al., 2013).

O *Just-in-Time* denomina a perspectiva de manter um estoque enxuto, produzindo apenas o solicitado pelo cliente e considerando uma mínima estocagem. Este sistema idealiza a chegada dos itens necessários para a produção no momento da sua realização e na quantidade necessária (SOUZA et al., 2020).

De acordo com Oliveira (2017), essa medida é utilizada para justificar a busca pelo aperfeiçoamento da organização da produção, atendendo aos requisitos do cliente no menor prazo, com qualidade, baixo custo e com o menor *lead time*, que é o tempo necessário para que um produto percorra todas as etapas dos processos até a sua finalização. Só é possível definir um quantitativo necessário de matéria-prima e diminuir o tempo de produção porque o volume de produção é definido pela demanda dos clientes, invés de desenvolver esse contato apenas no processo efetivo de venda do amplo estoque.

Koskela (1992) destaca que, para que uma produção reduzida cumpra a função desejada de evitar desperdícios cumprindo com os prazos estabelecidos, é importante atentar-se que a redução de estoque implica diretamente em diminuir o lote de produtos, otimizar a configuração do leiaute da produção e boa cooperação entre a empresa e os fornecedores de materiais. O autor ainda afirma que dois grandes pilares do JIT são a concepção do desperdício e a sua eliminação através da melhoria contínua de operações, equipamentos e processos.

2.3.4 Total Quality Control (TQC) e Total Quality Management (TQM)

Com a evolução na forma como gestores controlavam a qualidade e, por extensão, do conceito de qualidade, as empresas estariam mais aptas a competir pelos clientes, também priorizando pela saúde interna da organização. A totalidade expressa pelo *Total Quality Control*, ou Controle da Qualidade Total, está enraizada em três características. A primeira delas defende a expansão do controle de qualidade da produção para todos os departamentos. A segunda estende o controle da qualidade dos trabalhadores para a gerência das empresas. Por fim, a terceira trata da expansão do conceito de qualidade para todos os setores da empresa (SHINGO, 1988 apud KOSKELA, 1992).

Essa evolução da qualidade e de seu gerenciamento pode ser retratada em quatro eras da qualidade, conforme ilustra Cordeiro (2004). Suas características são:

- Era da Inspeção: o ideal de qualidade desta Primeira Era tinha o único objetivo de verificar se a fabricação do produto ocorria conforme o planejado, através da inspeção manual de todos os itens. Essa inspeção ocorria apenas na fase final de produção e resultava em índices de retrabalho e refugo muito altos;
- Era do Controle Estatístico da Qualidade: a Segunda Era registra a adoção de verificações intermediárias durante a produção. A inspeção integral foi substituída pela avaliação de amostras. O objetivo passou a ser o controle dos processos e de quem os executava, invés de controlar apenas os produtos finais;
- Era da Garantia da Qualidade: a Terceira Era insere novos elementos para o controle da qualidade. Passa a haver maior controle dos materiais e fornecedores, além da inserção de maior ênfase nos processos e na gestão da produção, visando a garantia da conformidade dos produtos;
- Era da Gestão da Qualidade Total: esta era surgiu com o aumento de demanda das fábricas e maiores níveis de cobrança do mercado. O cliente passou a integrar as

variáveis da gestão da qualidade e isso tornou-se importante elemento da estratégia das empresas. O foco agora estava nas necessidades e expectativas do cliente.

Pode-se observar uma mudança de terminologia na Quarta Era da Qualidade. A palavra “controle” foi substituída na literatura como “gestão”. Posteriormente, começou-se a adotar o termo *Total Quality Management (TQM)*, ou Gestão da Qualidade Total, invés de TQC. Martínez-Lorente, Dewhurst e Dale (1998) estudaram esta mudança. Segundo os autores, o termo TQM foi usado pela primeira vez na década de 1980 e uma das principais razões para a substituição foi a percepção de que a qualidade não deve ser apenas controlada, mas gerenciada. É um tópico diretamente relacionado à gestão e estratégia. Então, para desvincular do ideal de que o controle enfatiza a qualidade dos produtos, adotou-se o termo “gestão”, para destacar a qualidade trabalhada em produtos, processos e organizações.

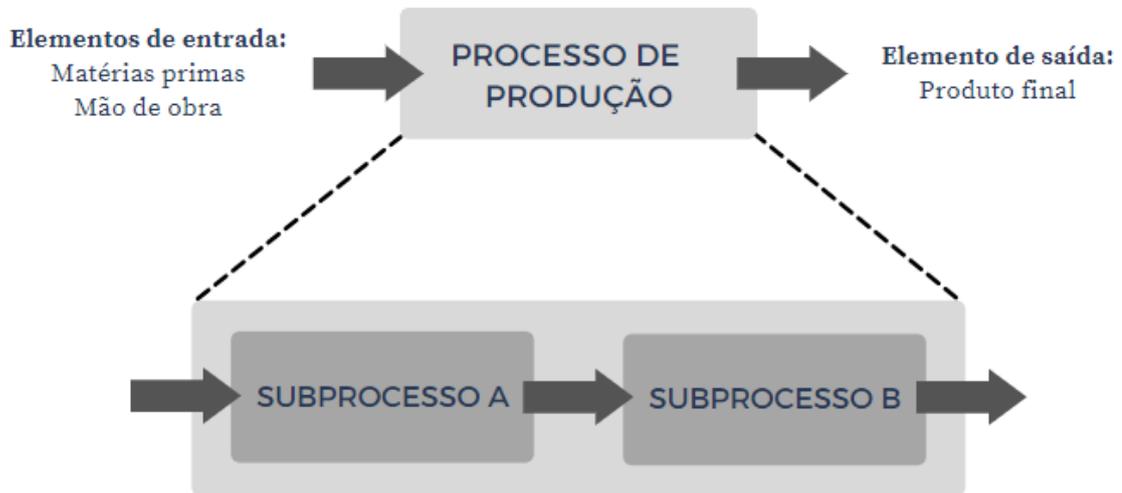
2.4 Diferenças entre a produção convencional e a produção enxuta

Koskela (1992) nomeou o modelo convencional de produção como “modelo de conversão”. Segundo o autor, este modelo pode ser definido em quatro pontos:

1. O processo de produção é uma conversão de um elemento de entrada (insumos) para um elemento de saída (produto);
2. O processo de conversão pode ser dividido em subprocessos, que são processos de conversão em uma menor escala;
3. O custo total do processo pode ser mitigado ao diminuir o custo de cada subprocesso;
4. O valor do produto obtido no fim do processo é associado com os custos/valores dos elementos de entrada no processo.

O modelo de conversão e as suas quatro características podem ser interpretados na Figura 4, onde as atividades com valor agregado, que implicam diretamente nos requisitos do cliente, são consideradas conversões.

Figura 4 – Modelo tradicional de conversão.



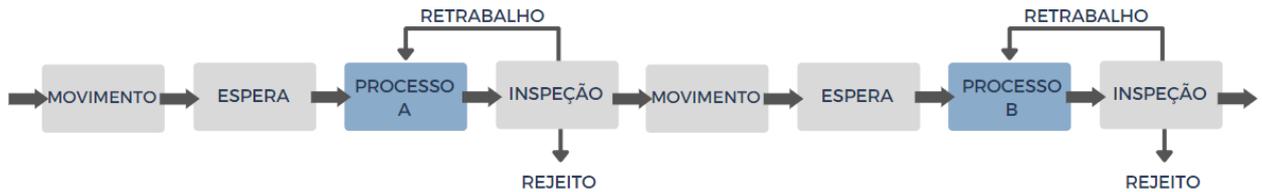
Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

Com base nos princípios JIT e TQC da produção enxuta, Koskela (1992) contestou os argumentos delineados na produção convencional. Do ponto de vista do JIT, o modelo tradicional de conversão ignora fluxos físicos presentes entre as conversões: movimentação, esperas e inspeções, que são as atividades improdutivas presentes para que seja possível a realização de atividades produtivas. Ignorar estas atividades improdutivas ou tratá-las como produtivas é um erro que atinge diretamente a visão de mitigação de custos, além de provocar erros quanto às previsões de recursos necessários para a execução de diferentes subprocessos. Por fim, o autor ainda delatou que, para processos produtivos mais complexos, a maior parte dos custos é causada por atividades de fluxo e não por conversões.

Do ponto de vista da qualidade, Koskela (1992) o modelo tradicional de conversão desconsidera que o produto de cada conversão é variável e, alguns casos, precisa ser descartado ou refeito, além de desconsiderar que o produto de um subprocesso não necessariamente contém todos os requisitos para o subprocesso seguinte. Neste modelo, há muito esforço para otimizar a conversão de uma atividade na atividade seguinte, tornando-as mais eficientes em vez de torná-las eficazes. Royer, Rosa e Netto (2020) apontam como na filosofia convencional é muito comum a implementação de novas tecnologias para os processos já existentes, havendo pouco ou nenhum esforço para a supressão de atividades que não agregam valor.

A Figura 5 apresenta um esquema do modelo de processos nesta nova filosofia. Em essência, é um modelo que visualiza conversões e fluxos. Na figura, os elementos na cor cinza representam as atividades improdutivas, que não possuem valor agregado.

Figura 5 – Representação da produção como um fluxo de processos.



Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

2.5 Relação entre JIT, TQM e SCM

Com a finalidade de encontrar similaridades entre os princípios que formam a base do JIT, TQP e *Supply Chain Management* (SCM, gestão da cadeia de suprimentos), Nugroho et al. (2020) realizaram um estudo para buscar relações entre as três categorias. A boa execução de produtos implica na escolha dos fornecedores e materiais que alimentarão o processo de produção. Por isso, os autores apresentam a importância de integrar o SCM à produção enxuta pela sua ênfase na assimilação da tomada de decisão entre compradores e fabricantes com o objetivo de buscar a melhoria da qualidade dos produtos.

Para buscar entender e identificar a mentalidade presente em empresas da Indonésia, elaboraram um questionário e obtiveram 650 respostas de empresários do país. Os respondentes classificaram os itens de 1 a 5 e, posteriormente, a média das notas atribuídas foi apresentada em valores que variam entre 0 e 1.

O Quadro 2 mostra as notas atribuídas para os itens relacionados ao princípio JIT.

Quadro 2 – Notas atribuídas aos itens de JIT.

Fator de análise	Descrição do item	Nota atribuída
Gestão de materiais	Redução do tamanho do lote de produção	0,818
	Redução do tempo de operação	0,779
	Aumento da frequência de entregas	0,700
	Compras de fornecedores aderentes ao JIT	0,549
Compromisso com os princípios JIT	Aumento das habilidades JIT	0,858
	Auxílio aos fornecedores para aumentarem suas habilidades JIT	0,838
	Seleção de fornecedores que se esforçam para promover os princípios JIT	0,582
Gestão de	Seleção de fornecedores dedicados à remoção de desperdícios	0,857

suprimentos	Redução da base de fornecedores	0,596
	Manutenção preventiva	0,568

Fonte: Adaptado de Nogroho et al. (2020).

O Quadro 3 contém a hierarquia obtida dos itens do princípio TQM.

Quadro 3 – Notas atribuídas aos itens de TQM.

Fator de análise	Descrição do item	Nota atribuída
Configuração e projeção dos produtos	Configuração das partes componentes de maneira modular (menos etapas)	0,869
	Uso de componentes padrões	0,797
	Simplificação do produto	0,741
	Projeção de qualidade aos produtos	0,656
	Consideração da capacidade de fabricação e montagem no design do produto	0,650
Comprometimento estratégico com a qualidade	Treinamento de funcionários em gestão e controle de qualidade	0,855
	Capacitação dos operadores para corrigir problemas de qualidade	0,831
	Comunicação da alta administração das metas de qualidade para a organização	0,803
	Enfatizando a qualidade em vez do preço na seleção de fornecedores	0,572
Capacidade dos fornecedores	Consideração do compromisso com a qualidade na seleção de fornecedores	0,803
	Considerando a capacidade do processo na seleção de fornecedores	0,768
	Considerando o compromisso com a melhoria contínua na seleção de fornecedores	0,715

Fonte: Adaptado de Nogroho et al. (2020).

O Quadro 4 traz itens referentes ao SCM.

Quadro 4 – Notas atribuídas aos itens de SCM.

Fator de análise	Descrição do item	Nota atribuída
Integração da cadeia de suprimentos	Busca por novas maneiras de integrar as atividades de gestão da cadeia de suprimentos	0,870
	Melhorar a integração das atividades em toda a cadeia de suprimentos	0,794
	Redução do tempo de resposta em toda a cadeia de suprimentos	0,774
	Estabelecimento de contatos mais frequentes com os fornecedores	0,641
	Criação de um sistema de comunicação eficaz com os fornecedores	0,541
Coordenação da cadeia de suprimentos	Comunicar as necessidades estratégicas futuras dos clientes em toda a cadeia de suprimentos	0,755
	Comunicar suas necessidades estratégicas futuras aos seus fornecedores	0,752
	Implantar um bom nível de confiança entre os funcionários da cadeia de suprimentos	0,689
	Identificar cadeias de suprimentos adicionais onde pode estabelecer uma presença	0,551
Desenvolvimento da cadeia de suprimentos	Participar de decisões de <i>sourcing</i> de fornecedores	0,780
	Estender a associação da cadeia de suprimentos além de fornecedores/clientes imediatos	0,759
Compartilhamento de informações	Uso de fontes de compartilhamento formal de informações com fornecedores e clientes	0,775
	Uso de fontes de compartilhamento informal de informações com fornecedores e clientes	0,750

Fonte: Adaptado de Nograho et al. (2020).

Compatibilizando as notas atribuídas e aplicando correlações entre os fatores de análise, Nograho et al. (2020) concluíram que:

- Colaborar com os funcionários da cadeia de suprimentos e desenvolver bens com os requisitos de produção são ações compatíveis com estratégias para modernizar a movimentação de materiais;
- O objetivo de redução do lote de produção pode ser alcançado através do alinhamento de cronogramas entre fornecedores e clientes, integrando processos para a construção de uma rede de fluxo de recursos interconectada;

- O desenvolvimento de produtos bem planejados e com custo-benefício equilibrado pode minimizar a necessidade de criação de novos componentes, otimizando as atividades de fluxo dos materiais;
- A participação dos fabricantes e fornecedores durante as fases de projeção dos produtos implica em maior aplicabilidade e melhor configuração do produto projetado, podendo permitir que os fornecedores possam aprimorar suas tecnologias e produtos de forma personalizada, além de instigar maior confiança e comprometimento entre as partes interessadas;
- É importante que a implementação de uma abordagem JIT forneça metas e prioridades organizacionais compatíveis com a cadeia de suprimentos e seus fornecedores;

Assim, a associação do JIT, TQM e SCM corrobora o pressuposto de que a aplicação de uma mentalidade enxuta atravessa diversas áreas, hierarquias, setores e contribuintes que integram uma organização. A empregabilidade destes princípios em aspectos táticos e operacionais torna-se visível quando há a intercomunicação entre os envolvidos.

2.6 Construção Enxuta

A Construção Enxuta é uma vertente da produção enxuta. Com os excelentes resultados obtidos a partir da implementação da produção enxuta em diversas localidades do mundo, pesquisadores começaram a estudar a possibilidade de aplicação na Construção Civil, setor com diversas variáveis e características únicas (BAJJOU; CHAFI, 2018). Koskela, pesquisador finlandês, foi um dos mais influentes nesse ramo ao publicar o seu trabalho “*Application of the New Production Philosophy to Construction*”, traduzido livremente como “Aplicação da Nova Filosofia de Produção na Construção”, em 1992.

Além de publicações, a construção enxuta é difundida através de instituições. Em 1993, foi fundado o *International Group for Lean Construction*, grupo que reunia profissionais incomodados com as práticas tradicionais adotadas na construção e que buscavam renovação nas ações difundidas no setor no presente e no futuro. No Brasil, o *Lean Institute Brasil* é uma instituição que busca melhorar práticas através da mentalidade enxuta (OLIVEIRA, 2017).

Best e Valence (2002) definem a construção enxuta como “uma forma de projetar sistemas de produção para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforços para gerar a maior quantidade possível de valor”. É um objetivo muito similar ao esperado na produção enxuta. Essa filosofia já adentrou vários tipos de projetos da área, como a construção de

estradas, edifícios, construções industrializadas e projetos pré-fabricados (BAJJOU; CHAFI, 2018).

2.6.1 Princípios da construção enxuta

Koskela (1992) apresenta em sua obra onze princípios baseados na produção enxuta, apresentados nos tópicos subsequentes. Estes princípios são aplicados tanto em processos quanto em subprocessos de produção.

2.6.1.1 Redução da parcela de atividades que não agregam valor

No passado, profissionais do setor da construção resumiam os desperdícios do processo construtivo aos detritos e resíduos removidos do canteiro de obra, desconsiderando as atividades que geram desperdícios por não agregarem valor ao resultado esperado do projeto (MELO; DESCHAMPS; COSTA, 2017). Conforme ilustrado no tópico 2.4, em um processo existem atividades de conversão e de fluxo. As atividades de fluxo, tais como movimentação, esperas e inspeções, são atividades que, apesar de estarem presentes no processo, não implicam em valor agregado para o produto esperado pelo cliente. Entretanto, consomem tempo, recursos e espaço (OLIVEIRA, 2017).

Koskela (1992) afirma que essas atividades estão enraizadas na hierarquização das empresas e cita que, ao dividir uma tarefa em duas subtarefas executadas por especialistas, acrescenta-se tempo extra para inspeção, movimentação e esperas. Além disso, não possuir todas as informações necessárias para a execução de uma atividade automaticamente implica em mais atividades de fluxo no processo. Todavia, existem atividades que, apesar de não refletirem fisicamente nos requisitos do cliente, são de interesse dos clientes internos, como os cuidados em relação à segurança do trabalho, contabilidade, planejamento e treinamentos.

Um clássico exemplo de esforços voltados para a redução de atividades de fluxo é o planejamento de um canteiro de obras. Um leiaute bem estruturado é capaz de simplificar as atividades existentes, minimizar custos e tempo de movimentação de materiais, implementar uma alta rotatividade de trabalho em processos, otimizar espaços, contribuir com a segurança e bem-estar dos trabalhadores e, além disso, impactar na economia de custos gerais da obra (LISBOA; CASTRO, 2018).

2.6.1.2 Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades do cliente

Koskela (1992) apresenta que o valor é gerado quando as necessidades do cliente são supridas, não é mérito inerente do processo de conversão. Em cada atividade, deve-se considerar que os requisitos são provenientes não só do cliente final (externo), mas também das demandas da atividade seguinte e daqueles que as operarão (clientes internos).

O autor apresenta uma abordagem utilizada para lembrar quais são as necessidades do cliente: verificar, conforme o planejamento sistemático do fluxo das atividades, onde os diversos tipos de clientes deverão exercer influência através dos seus requisitos. Este princípio é próximo dos princípios de transparência e melhoria contínua. Complementarmente, Ohno (1997) cita que “o trabalho sem valor adicionado pode ser considerado como um desperdício no sentido convencional”, enfatizando a importância de que as partes envolvidas na execução da atividade compreendam o porquê da natureza do seu trabalho.

2.6.1.3 Redução da variabilidade

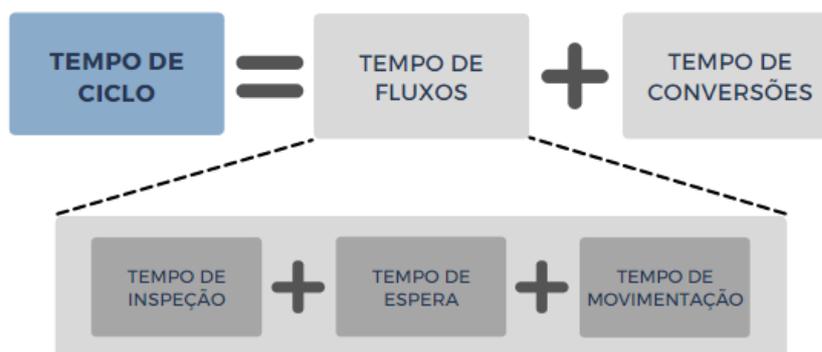
A redução da variabilidade é importante por duas razões. Primeiramente, os clientes (internos e externos) aceitam melhor os produtos com características mais uniformes. Depois, a variabilidade pode aumentar a quantidade de atividades que não geram valor, por conta da falta de padronização dos procedimentos (KOSKELA, 1992). Segundo Oliveira (2017), as variações podem ser dimensionais, de métodos executivos e de demanda.

Em sua publicação, Nery, Zattar e Oliveira (2017) denotam que a redução da variabilidade vinculada ao aumento na qualidade final dos produtos é um fator essencial para que empresas se mantenham competitivas no mercado. Ademais, apresentam a falta de treinamento dos operadores quanto aos procedimentos adotados pela empresa como um grande potencial para aumento da variabilidade de produção.

2.6.1.4 Redução do tempo de ciclo de produção

A mensuração do tempo é um dos principais fatores para medir a taxa de sucesso da aplicação de melhorias em um processo. Koskela (1992) apresenta o tempo de um ciclo como o somatório de conversões e fluxos, conforme ilustrado na Figura 6, e é um princípio advindo da filosofia JIT.

Figura 6 – Representação dos componentes do tempo de ciclo.



Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

A redução do tempo de ciclo pode ser atingida através da melhor sincronização e supressão de atividades de fluxo e da redução da variabilidade das tarefas e produtos e possui benefícios como entregas mais rápidas para o consumidor, gerenciamento facilitado por evitar o acúmulo de clientes simultâneos e diminuição de interrupções do processo devido a pedidos de alteração.

Vivan, Ortiz e Paliari (2016) trazem a manifestação de erros de execução, resultando em inspeções mais frequentes e duradouras como uma forte característica influenciadora de um tempo de execução maior para a realização de um ciclo, já que este problema atua diretamente no tempo de inspeção dos serviços executados.

2.6.1.5 Simplificação através da minimização de etapas

Este princípio busca a redução do número de passos, partes ou etapas de um processo. Correia (2018) argumenta que a simplificação de um processo é a base de sistemas racionalizados e, ao alcançar este princípio, atividades de fluxo são eliminadas pela mitigação de subprocessos menos relevantes.

O autor traz o exemplo do armazenamento de matérias nas proximidades do destino, evitando os desperdícios de transporte e movimentação no canteiro de obras. Outra forma de atingir o objetivo de simplificação é com a utilização de metodologias construtivas de execução simplificada e mais rápida, como é o caso de elementos pré-fabricados e industrializados.

Além disso, a simplificação de um processo é um fator que inibe a possibilidade de ocorrerem atividades simultâneas. Sutherland e Sutherland (2014) apresentam que, quanto

maior o número de projetos simultâneos desenvolvidos por um indivíduo ou por uma equipe, maior será o tempo desperdiçado pela mudança de contexto causada pela troca de atividades. Ao trabalhar em cinco projetos simultâneos, o tempo perdido entre mudanças pode representar até 75% do total para executar todas as tarefas, impactando grosseiramente no princípio de redução de tempo de produção.

2.6.1.6 Aumento da flexibilidade na execução do produto

O panorama inicial de um projeto pode não ser o mesmo conforme sua execução ocorre. Alterações pequenas naturalmente podem ser necessárias ao longo do ciclo de produção, mas também podem ocorrer grandes mudanças impostas por fatores completamente externos, como é o caso de readaptações demandadas pela pandemia mundial de *covid-19* e seus impactos econômicos, descritos no item 2.1. Aumentar a flexibilidade, portanto, fala sobre a capacidade de uma empresa alterar o que faz, assim como o modo, quanto e quando faz.

Este princípio pode ser alcançado através da minimização do tamanho dos lotes para compatibilizar com a demanda atual, redução do tempo de preparação e troca de ferramentas e equipamentos, treinamento de uma equipe multitarefas e pela viabilidade de customização do produto conforme requisitos do cliente externo pelo máximo de tempo possível no decorrer do processo (KOSKELA, 1992).

2.6.1.7 Aumento da transparência do processo

O transparecer dos processos de uma organização é uma iniciativa que promove a redução de erros e facilita o acompanhamento do andamento das atividades, permitindo uma melhor identificação dos processos em funcionamento. É, também, uma forma de visualizar a ordem construtiva de um projeto e sanar possíveis obstáculos para que o início ou andamento de uma atividade ocorra de maneira fluida (CORREIA, 2018).

O princípio de transparência é exercido não apenas de maneira visual, como comumente é adotado com o uso de quadros, painéis, relatórios e fichas de acompanhamento. É importante que haja uma boa comunicação entre a equipe para evitar discrepâncias de resultados, pois o que acontece na prática não necessariamente reflete o que foi planejado originalmente (MATTOS, 2010). A falta de produtividade pode ser reflexo de instruções errôneas ou insuficientes aos operários (LISBOA; CASTRO, 2018).

Koskela (1992) traz algumas alternativas para aprimorar a transparência, sendo elas: manutenção básica para evitar a desordem,

- Remoção de obstáculos visuais no local de trabalho para a sequência das atividades possa ser observada;
- Elucidar atributos invisíveis ou indiretos do processo para compreensão de todos;
- Utilizar ferramentas e materiais para implementar sistemas de informações;
- Usufruir de recursos visuais para que padrões e desvios sejam facilmente identificados;
- Melhorar a autonomia da unidade de trabalho para que interdependência entre setores seja diminuída.

2.6.1.8 Foco no controle do processo global

Diferentemente da Primeira Era da Qualidade, a Era da Inspeção, a gestão do produto não mais deve ser realizada apenas no fim do processo. A filosofia TQM promove a gestão da qualidade não só em diferentes estágios do processo, mas busca sua promoção em diferentes setores e hierarquias da empresa.

Segundo Mattos (2010), “a falta de um planejamento global formal determina a inadequação dos planos de médio e curto prazos, acarretando a utilização ineficiente de recursos humanos e materiais da obra”. É preciso aplicar melhorias e métodos eficientes e eficazes de gestão com o objetivo da otimização global do sistema, removendo o controle segmentado do processo.

2.6.1.9 Melhoria contínua dos processos

Bajjou e Chafi (2018) apresentam a melhoria contínua como uma técnica embasada na ideia de que todos os processos podem e devem ser mensurados, analisados e aprimorados continuamente, além de buscar otimizar a redução do tempo de ciclo, cumprir os requisitos dos fornecedores com qualidade e expandir o conceito de constante otimização para quaisquer áreas e processos que sejam do interesse da organização.

Um erro comum ao implementar ações visando a melhoria contínua é o enfoque para inovar o que já está sendo analisado, ou seja, trabalhar a eficiência das conversões. Entretanto, a melhoria contínua, também conhecida como *kaizen*, na verdade busca a integração de todos

os participantes do processo, encorajando-os à autonomia e proatividade para a resolução de problemas, integração e disciplina (VIVAN; ORTIZ; PALIARI, 2016). É uma medida de aplicação e resultados incrementais, seus resultados mais efetivos não podem ser esperados a curto prazo. O Quadro 5 apresenta elementos comparativos entre inovação e melhoria contínua.

Quadro 5 – Comparativo entre inovação e melhoria contínua.

Objeto de comparação	Inovação	Melhoria contínua
Foco	Eficiência de conversões	Eficiência de processos de fluxo
Objetivo	Eficiência aprimorada	Pequenos avanços em etapas, detalhes e ajuste fino
Partes envolvidas	Especialistas (da empresa e externos)	Todos os funcionários
Prazo para aplicação	Intermitente e não-incremental	Contínuo e incremental
Tecnologia necessária	Descobertas tecnológicas externas, novas invenções e novas teorias	Conhecimentos e habilidades internos aliados às melhores práticas
Incentivo	Nova tecnologia superior ou necessidade de extensão de capacidade	Superação de restrições através da redução de variabilidade ou diminuição do tempo de ciclo
Exigências práticas	Requer amplo investimento, mas pouco esforço para a manutenção dos ganhos	Requer pouco investimento, mas bastante esforço para a manutenção dos ganhos
Modo de operação	Descarte e reconstrução das atividades	Manutenção e otimização
Transferibilidade	Transferível, pois é embasado em equipamentos e habilidade de operação	Ganhos majoritariamente idiossincráticos/particulares, pois são incorporados nos sistemas, operações, habilidades, procedimentos e organização
Orientação de esforços	Tecnologia	Pessoas

Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

Koskela (1992) traz alguns métodos para que a melhoria contínua possa ser efetivamente implantada, sendo eles:

- Mensuração e monitoramento das melhorias aplicadas;

- Definição de metas com o objetivo de sanar/mitigar problemas e estimular soluções;
- Atribuir responsabilidades para todos os funcionários, com a finalidade de alcançar a otimização de processos, recompensando as boas práticas;
- Uso de procedimentos padrão como hipóteses de melhores práticas, para ser constantemente desafiado de melhores formas;
- Direcionar melhorias às falhas do processo e atuais restrições de controle, eliminando a raiz do problema e não só os seus efeitos.

2.6.1.10 Equilíbrio entre melhorias de fluxos e de conversões

Apesar das diferenças entre inovação e melhoria contínua discutidas no item anterior, é importante que haja evolução e constante inquietação para que tanto as atividades produtivas (conversões) quanto as improdutivas (fluxo) sejam executadas da forma mais eficaz possível. Para isso, é importante que haja equilíbrio entre as otimizações das duas naturezas.

Quanto maior a complexidade do processo produtivo, maior o impacto que melhorias de fluxo geram. Da mesma forma, embora levem mais tempo para efetivação e obtenção de resultados concretos, quanto mais desperdícios estão presentes nos processos, mais lucrativas são as melhorias de fluxo em comparação às melhorias de conversões, especialmente se as inspeções, movimentações e esperas não são analisadas há muito tempo (KOSKELA, 1992).

Portanto, analisar os fluxos existentes é uma maneira de valorizar e aproveitar melhor os investimentos realizados para melhorar e/ou inovar as conversões.

2.6.1.11 Busca por referências (*benchmarking*)

Cordeiro (2004) descreve que a busca por referências, quando se trata de uma filosofia enxuta, não deve ser com foco exclusivo em processos, como é comumente feito em empresas ocidentais. Conforme o autor, “copiar processos excelentes de outras companhias não traz mudança cultural relacionada à TQM”.

Após a disposição em adotar uma nova filosofia de gestão ser verdadeiramente concretizada, é importante que a empresa conheça bem os seus atuais processos para, a partir disso, estabelecer um objetivo claro (NERY; ZATTAR; OLIVEIRA, 2017). Os autores sugerem que sejam feitas buscas por associações entre empresas com atuação no mesmo

ramo, para estreitar o relacionamento. Assim, pode-se efetuar comparações entre processos implantados e adaptá-los para a sua realidade particular.

2.7 A Filosofia Enxuta no Brasil

Apesar da produção enxuta e a filosofia *Lean* datarem a década de 1950, a sua popularização ocorreu na década de 1990, com a publicação do livro “The Machine That Changed The World” (A máquina que mudou o mundo), dos autores James P. Womack, Daniel T. Jones e Daniel Roos. O livro investigou 90 empresas automotivas em 15 países durante cinco anos, contando com o apoio e aporte financeiro de mais de 36 instituições. (LEAN, 2020). Após a publicação dos resultados através do Massachusetts Institute of Technology (MIT), engenheiros e estudiosos de todo o mundo, incluindo o Brasil, iniciaram aplicações e pesquisas com a filosofia enxuta.

A edição publicada no Brasil teve a adição de um capítulo, “A produção enxuta no Brasil”, escrito pelo professor José Roberto Ferro. Ferro foi o único pesquisador brasileiro a atuar na obra do MIT. Após este evento, Ferro fundou o Lean Institute Brasil, segunda instituição da categoria a surgir no mundo, logo após a criação do instituto estadunidense pelo pesquisador Womack, coautor do livro.

Alguns anos depois, em 1998, foi fundado o Lean Institute Brasil (LIB), com o objetivo de disseminar fundamentos da filosofia enxuta e apoiar as empresas interessadas na transformação de seu sistema de gestão (LEAN, 2021). O LIB é filiado ao Lean Global Network, instituição presente em mais de 30 países, e coordena as ações do grupo na América Latina. Ainda em 1998, o LIB organizou o primeiro evento para tratar do assunto no Brasil, apresentando a 1ª edição do Lean Summit Brasil. Desde então, diversas organizações puderam trabalhar e entender melhor a filosofia enxuta, através de maiores oportunidades para benchmarking. Em 2020, o LIB realizou programas de consultoria com 75 das 100 maiores empresas do Brasil.

2.8 Estudos sobre a Construção Enxuta no Brasil

Diversos estudos recentes foram e são produzidos no Brasil sobre a Construção Enxuta. Os trabalhos podem ser divididos nas em três grandes categorias

- Implementação na cadeia produtiva da Construção Civil: estudos de caso que apresentam o mapeamento do sucesso das ações implantadas em canteiros de obra;

- Estudos sobre os princípios da Construção Enxuta e discussões da literatura: comparativos entre autores, aceitabilidade dos conceitos na atualidade;
- Diagnóstico de desperdícios em canteiros de obra: identificação de fatores que promovem o aumento indesejado das atividades de fluxo.

Diversos autores construíram materiais que configuram as categorias supracitadas. Abaixo, alguns deles terão os seus trabalhos introduzidos com a finalidade de incentivar e instigar o estudo sobre o tema no Brasil.

Amaral et al. (2018) buscaram avaliar o grau de implementação da construção enxuta em três construtoras da cidade de Goiânia. Todas obtiveram um bom desempenho, especialmente tratando-se de gestão da qualidade, melhoria contínua, logística e gestão da cadeia de suprimentos. Entretanto, visualizaram espaço para melhoria nas práticas de gestão de custo, gerenciamento visual, tecnologia da informação e planejamento e controle da produção.

Nery, Zattar e Oliveira (2017) propuseram melhorias para o processo produtivo de uma empresa do setor construtivo da cidade de São Paulo através da aplicação de técnicas e ferramentas da Construção Enxuta. Após diagnósticos, elencaram alternativas para a redução de atividades que não agregam valor, necessidade de focar o controle no processo global, melhoria contínua, equilíbrio entre fluxos e conversões e a realização de benchmarking.

Oliveira (2017) é o terceiro exemplo de trabalho que visa a implementação da filosofia no processo produtivo de uma construtora na cidade de Ilhéus através de aplicação de conceitos no canteiro de obras. A autora implantou boa parte das melhorias através de diálogos com os funcionários de diferentes setores, construindo pequenas mudanças e avaliando seus resultados. Como resultado, houve a diminuição de atividades de fluxo e maior continuidade do fluxo de produção

Correia (2018) é um exemplo de pesquisa bibliográfica visando a identificação de medidas adotadas anteriormente por outros autores. Após apresentar a conceituação dos princípios e componentes da Construção Enxuta, denotou a utilização de diferentes metodologias construtivas, treinamento da equipe gestora e mão de obra e atualização de procedimentos como formas de atingir os resultados esperados.

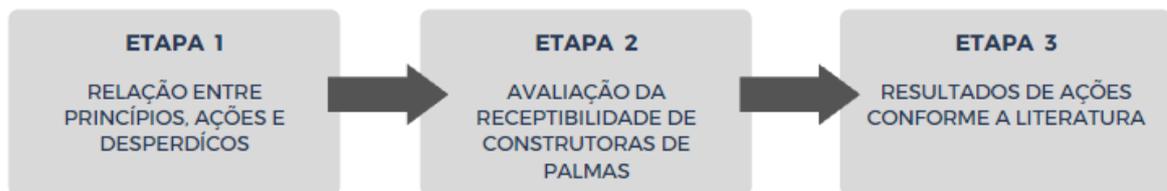
Melo, Deschamps e Costa (2017) revisaram a literatura com o objetivo de entender as causas das variabilidades do fluxo de trabalho nas construções e propor soluções para os desperdícios encontrados, propondo a abordagem *Last Planner System* (LPS) como forma de estruturar estas soluções.

Mussolini e Gaudencio (2019) aplicaram técnicas de mapeamento para identificar e possibilitar a análise de desperdícios em uma empresa da Construção Civil, classificando-os conforme os desperdícios indicados na tópico 2.3.2 Após o diagnóstico, propuseram melhorias aos resultados encontrados, através de ferramentas de gestão como a metodologia 5S, seis sigma e Manutenção Produtiva Total (TPM), além da terceirização de etapas

3 METODOLOGIA

Para a execução do proposto no projeto de pesquisa, foram utilizados procedimentos metodológicos para a classificação de ações voltadas à eliminação de desperdícios. Além disso, também buscou-se mensurar o entendimento e percepção dos gestores de obras convencionais de Construção Civil de Palmas, Tocantins, sobre os possíveis impactos positivos que a implementação destas ações pode promover e resultados obtidos por outros autores com a realização das medidas propostas. A sequência da metodologia deste trabalho pode ser visualizada na Figura 7.

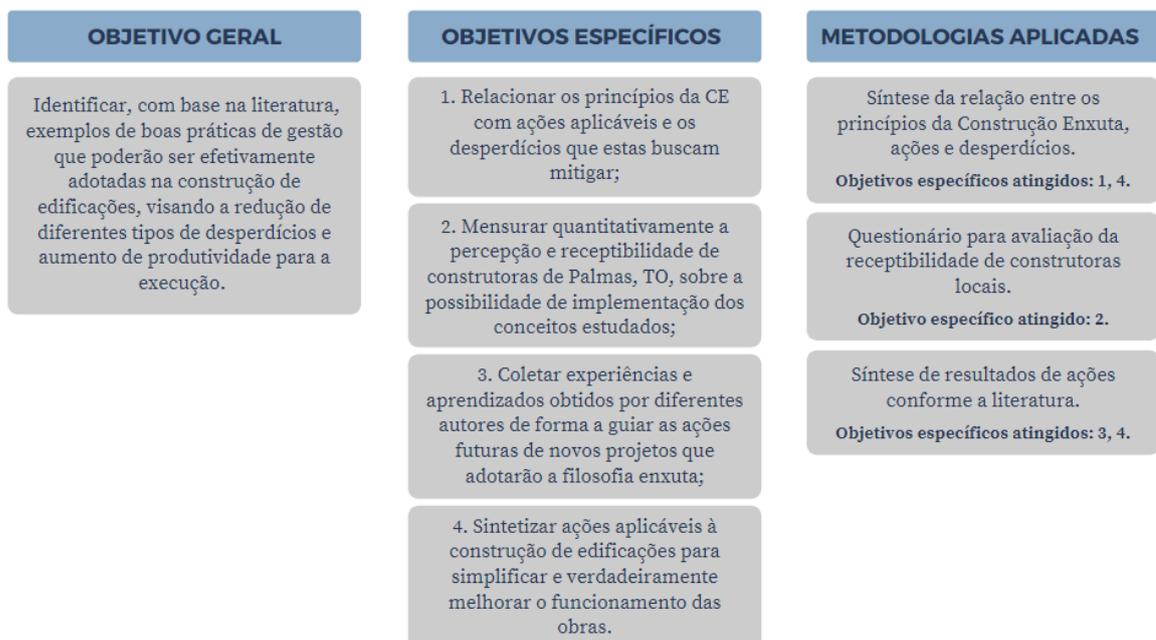
Figura 7 – Etapas da metodologia de execução.



Fonte: Autoria própria.

A correlação entre as etapas da metodologia e os objetivos é exposta na Figura 8.

Figura 8 – Correlação entre os objetivos e as metodologias adotadas.

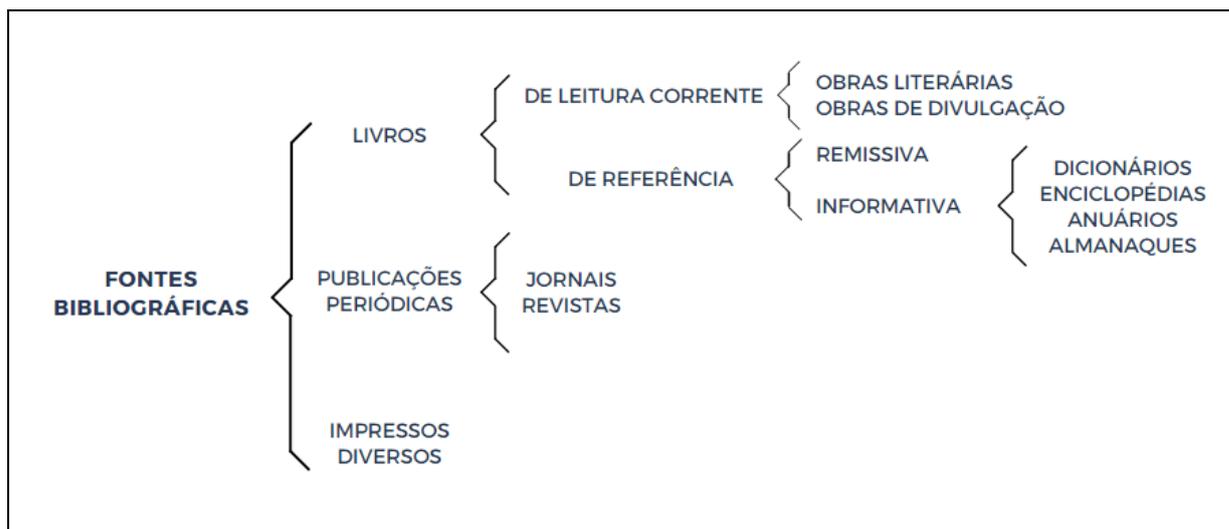


Fonte: Autoria própria.

3.1 Pesquisa bibliográfica

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é um modelo baseado em materiais disponíveis previamente, principalmente livros e artigos científicos. Os documentos utilizando como fonte para a pesquisa bibliográfica podem ser observados na Figura 9.

Figura 9 – Fontes bibliográficas para pesquisas.



Fonte: Adaptado de Gil (2002).

Conforme ressalta o autor, esta metodologia “permite ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente”.

3.2 Pesquisa de levantamento

Pesquisas de levantamento possuem a característica de interrogar diretamente as pessoas que integram parcialmente ou totalitariamente o público-alvo do projeto, buscando conhecer o seu comportamento (GIL, 2002). Sua execução é feita através da solicitação de informação a um grupo, conforme o problema que se deseja sanar. Antes da realização do levantamento, é definida a amostra de população que será estudada, conforme métodos estatísticos, projetando as conclusões obtidas para o universo em que o grupo está inserido. Posteriormente, os resultados são processados e analisados, obtendo-se conclusões baseadas nos dados coletados.

Dentre as suas vantagens, o autor cita o conhecimento direto da realidade, economia e rapidez de execução e a oportunidade de quantificar os resultados. Como limitações, Gil

(2002) descreve a existência de subjetividade dada a ênfase nos aspectos perceptivos dos respondentes, pouca profundidade para estudos que apresentam diversas perguntas e causas, limitada apreensão do processo de mudança e, em conclusão, a limitação proporcionada pela visão estática fenômeno pesquisado, por não indicar tendências às variações e possíveis mudanças estruturais.

3.3 Relação entre os princípios da Construção Enxuta, ações e desperdícios

Com a finalidade de sintetizar definições apresentadas por diferentes autores, foi construída uma matriz de três colunas que relaciona os princípios da construção enxuta, segundo classificação descrita no item 2.6.1 ações indicadas por pesquisadores para que os princípios sejam alcançados e, por fim, os desperdícios que estas ações são capazes de mitigar, conforme a classificação dos oito desperdícios descritos no item 2.3.2. As três categorias e suas correlações serão definidas através de pesquisa bibliográfica.

O resultado constituirá um quadro de aspecto semelhante ao Quadro 6.

Quadro 6 – Modelo de relação entre princípios, ações e desperdícios.

Princípios da CE	Ações	Desperdícios mitigados
Princípio 1	Ação 1.1	Desperdício A
Princípio 2	Ação 2.1	Desperdício B
		Desperdício C
	Ação 2.2	Desperdício D
Princípio 3	Ação 3.1	Desperdício E
	Ação 3.2	Desperdício F

Fonte: Autoria própria.

Desta forma, foi possível obter os seguintes resultados:

- A densidade de ações que podem ser utilizadas para atingir determinado princípio da Construção Enxuta;
- Desperdícios que podem ser mitigados com a implantação de cada ação;
- Principais desperdícios presentes na Construção Civil, conforme sua periodicidade de tentativas de mitigação
- Tabela com as colunas: princípios, ações, desperdícios mitigados;

- Apresentação sucinta do relacionamento dos três fatores analisados, elucidando a viabilidade de aplicação da Construção Enxuta.

3.4 Avaliação da receptibilidade de construtoras locais

Após elencadas as ações referentes aos princípios da Construção Enxuta, foi realizada uma pesquisa no formato de levantamento através de um questionário. O questionário foi publicado de forma *on-line* na plataforma Formulários Google e apresentou 50% das ações encontradas através da metodologia do tópico anterior.

O principal objetivo almejado com o formulário é a mensuração da receptibilidade dos gestores tocantinenses atuantes na construção de edificações com a hipotética aplicação das ações em seus campos de trabalho. Além disso, as empresas de atuação desses gestores devem ser registradas junto ao CREA. A motivação desta pesquisa parte do pressuposto que a Construção Civil é uma indústria com forte resistência às mudanças, tornando suas taxas de inovação e melhoria contínua abaixo do resultado obtido por outras indústrias. Desta forma, foi possível ter a percepção da abertura ou resistência que os profissionais da região apresentam com a probabilidade de mudança do cotidiano conhecido.

A forma de aplicação desta metodologia é uma adaptação da pesquisa executada por Nugroho et al. (2020) na Indonésia, de acordo com o material apresentado no tópico 2.5 deste trabalho. O questionário foi dividido em seções com tópicos de múltipla escolha, com um espaço opcional para comentários e relatos no fim de cada seção. Os tópicos objetivos apresentaram uma escala de Likert (valores entre 1 e 5), sendo 1 o valor que indica maior aversão à ação proposta e 5 a maior receptibilidade.

A pesquisa foi divulgada através de *e-mails*, redes sociais e associações com temáticas relacionadas à Construção Civil, obras e gestão. Como forma de atrair respondentes, no fim do formulário foi liberado acesso a um guia de materiais para aqueles que desejam iniciar os estudos sobre a Construção Enxuta. Para o processamento dos resultados, o objetivo era de 30 envios do questionário e uma taxa de conversão de 60% de respondentes potenciais em respondentes efetivos, ou seja, foram esperadas 18 respostas.

O Quadro 7 sintetiza as principais informações sobre o formato do questionário proposto.

Quadro 7 – Síntese de informações sobre o questionário.

Elemento	Descrição
Metodologia de levantamento	Questionário <i>on-line</i>
Plataforma	Formulários Google
Formato das respostas	Múltipla escolha, com campos opcionais para comentários
Escala das respostas	1 a 5 (escala de Likert)
Público-alvo	Gestores de construtoras de edificações
Local	Palmas, Tocantins
Meta de envios	30
Meta de respostas	18 (60%)
Tempo de resposta	15 minutos
Objetivo	Mensurar a receptibilidade dos gestores frente às ações descritas
Motivação	Conservadorismo para mudanças presente no setor

Fonte: Autoria própria.

O modelo do questionário está apresentado no Apêndice A.

3.4.1 Processamento dos dados e resultados esperados

Após encerrado o período de preenchimento do questionário, os valores foram adaptados para fornecer uma melhor visualização dos resultados. Para cada tópico, foi realizada média aritmética das notas obtidas. Com a finalidade de obter a visualização dos valores entre 0 e 1, os fatores de receptibilidade (FR) foram adaptados conforme a equação 1.

$$FR = \frac{\bar{X} * 2}{10} \quad (1)$$

Onde:

FR = Fator de Receptibilidade

X = média aritmética das notas obtidas

O resultado foi apresentado em um quadro, onde os itens estarão organizados em ordem de FR decrescente, conforme a categoria “Princípio da CE” correspondente.

Com isto, se esperava identificar:

- Itens que possuíram aplicação com maior receptibilidade;

- Itens que despertaram maior resistência entre os respondentes;
- Princípios da CE que mais atraíram os gestores;
- Desperdícios mais atingidos pelas ações de maiores FR;
- Correlações entre as respostas obtidas.

3.5 Resultados de ações conforme a literatura

Foi realizada uma nova pesquisa bibliográfica para identificar características das cinco ações com maiores taxas de receptibilidade. Para esta etapa, não houve limitante geográfico para a origem dos trabalhos.

Para cada ação identificada, os seguintes itens foram respondidos:

1. Descrição da ação;
2. Mudanças necessárias para a implementação;
3. Vantagens encontradas;
4. Fatores limitantes.

Após a discussão sobre as medidas levantadas em cada ação, foi feito um quadro resumo apresentando os quatro itens supracitados. Assim, almejou-se o alcance dos seguintes resultados:

- Sintetização das ações aplicáveis e suas características;
- Facilitação do entendimento do gestor sobre os resultados alcançados por terceiros com a implementação destas medidas;

4 RESULTADOS

Neste capítulo serão descritos os resultados obtidos, obedecendo os critérios e cronologia estabelecidos no capítulo anterior.

4.1 Relação entre os princípios da Construção Enxuta, ações e desperdícios

A busca pela relação entre os princípios da Construção Enxuta, ações aplicáveis visando a mitigação de desperdícios e identificação destes desperdícios da produção enxuta busca orientar o leitor quanto à adoção das práticas da CE em seu cotidiano, apresentando uma rápida identificação dos seus conceitos através de medidas e resultados esperados.

Para isto, a construção das ações citadas na literatura e discussões posteriores serão a base de um quadro que constituirá formação similar à apresentado no Quadro 6. Com a finalidade de evitar a redundância, serão adotados itens aos princípios e desperdícios. A relação e itemização dos princípios da CE pode ser observada no Quadro 8.

Quadro 8 - Relação e itemização dos itens da CE.

Item	Princípio da CE
P01	Redução da parcela de atividades que não agregam valor
P02	Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades do cliente
P03	Redução da variabilidade
P04	Redução do tempo de ciclo de produção
P05	Simplificação através da minimização de etapas
P06	Aumento da flexibilidade na execução do produto
P07	Aumento da transparência do processo
P08	Foco no controle do processo global
P09	Melhoria contínua dos processos
P10	Equilíbrio entre melhorias de fluxos e de conversões
P11	Busca por referências (benchmarking)

Fonte: Autoria própria.

Analogamente, a relação e itemização de desperdícios pode ser observada no Quadro 9.

Quadro 9 - Relação e itemização dos desperdícios da produção enxuta.

Item	Desperdícios da produção enxuta
D01	Superprodução
D02	Espera
D03	Processamento desnecessário
D04	Estoque excessivo
D05	Transporte desnecessário
D06	Defeitos
D07	Movimentação desnecessária

Fonte: Autoria própria.

Diferentes autores que basearam este trabalho indicaram ações e medidas que pudessem ser implantadas com a finalidade de tornar a construção de edificações convencionais mais enxuta, rápida e eficaz. Foram levantadas 37 diferentes ações, A01 a A37, aplicadas com o objetivo de alcançar a efetividade de um ou mais princípios da CE.

Cada ação citada estará relacionada aos principais desperdícios que sua implementação busca suprimir. Observa-se que, por conta da multidisciplinariedade destas medidas, muitos desperdícios podem ser eliminados e/ou suprimidos com a aplicação de uma única ação.

O resultado será apresentado no Quadro 10. Com a finalidade de evitar a extensiva repetição de itens, os desperdícios mitigados apenas estarão representados pelos seus códigos. Além disso, o oitavo desperdício da produção enxuta, o desperdício intelectual, não será analisado nesta pesquisa, adotando-se apenas os sete desperdícios clássicos. As discussões serão apresentadas imediatamente após o quadro.

Quadro 10 - Relação entre princípios, ações e desperdícios.

Princípios da CE		Ações		Desperdícios mitigados
P01	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	A01	Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A02	Identificar quais são os clientes, requisitos e etapas em que sua influência define atividades do processo (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A03	Evitar a divisão de tarefas em subtarefas adotadas por diferentes equipes (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D05, D06, D07
		A04	Sincronizar e suprimir atividades de fluxo relacionadas a inspeção, movimentação e espera (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A05	Medir constantemente o desempenho dos serviços nos canteiros de obras e aprimorar a produtividade da mão de obra (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07,
		A06	Planejar o leiaute do canteiro de obras (LISBOA; CASTRO, 2018)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
P02	Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades do cliente	A02	Identificar quais são os clientes, requisitos e etapas em que sua influência define atividades do processo (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A07	Aplicação de pesquisas de mercado para entender os requisitos dos clientes externos (OLIVEIRA, 2017)	D01, D03, D06
P03	Redução da variabilidade	A08	Implementação de um sistema de gestão da qualidade (OLIVEIRA, 2017)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A09	Formalizar e propagar procedimentos da empresa, sejam eles comportamentais ou de execução (BERNARDES, 2001)	D02, D03, D05, D06, D07
		A10	Treinar os funcionários quanto aos procedimentos da empresa (NERY; ZATTAR; OLIVEIRA, 2017)	D02, D03, D05, D06, D07
		A03	Evitar a divisão de tarefas em subtarefas adotadas por diferentes equipes (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D05, D06, D07

Princípios da CE		Ações		Desperdícios mitigados
P03	Redução da variabilidade	A11	Reduzir a probabilidade de erros através de procedimentos que busquem a padronização dos processos (OHNO, 1997)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
P04	Redução do tempo de ciclo de produção	A01	Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A04	Sincronizar e suprimir atividades de fluxo relacionadas a inspeção, movimentação e espera (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A11	Reduzir a probabilidade de erros através de procedimentos e ações que busquem a padronização das etapas, materiais e ferramentas (OHNO, 1997)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A12	Sincronizar atividades relacionadas a composição de estoque, compras e etapas construtivas (OLIVEIRA, 2017)	D01, D02, D03, D04, D06
		A06	Planejar o leiaute do canteiro de obras (LISBOA; CASTRO, 2018)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A13	Adotar atividades que possam funcionar simultaneamente invés de apenas sequencialmente (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D07
P05	Simplificação através da minimização de etapas	A01	Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A11	Reduzir a probabilidade de erros através de procedimentos e ações que busquem a padronização das etapas, materiais e ferramentas (OHNO, 1997)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A14	Utilizar elementos pré-fabricados e industrializados (CORREIA, 2018)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A15	Desenvolver zonas de produção para trabalhos similares (OLIVEIRA, 2017)	D01, D02, D03, D05, D07
		A03	Evitar a divisão de tarefas em subtarefas adotadas por diferentes equipes (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D05, D06, D07
P06	Aumento da flexibilidade na execução do produto	A16	Minimizar o tamanho dos lotes para compatibilizar com a demanda atual (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D06

Princípios da CE		Ações		Desperdícios mitigados
P06	Aumento da flexibilidade na execução do produto	A17	Reduzir o tempo de preparação e troca de ferramentas e equipamentos (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D04, D06, D07
		A18	Treinar uma equipe multitarefas para agir conforme a mudança de cenário (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D05, D06, D07
		A19	Traçar os processos de forma a permitir a customização do produto conforme requisitos dos clientes pelo maior tempo possível (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D06
P07	Aumento da transparência do processo	A20	Apresentar informações e padrões desejados de forma visual através de quadros, painéis, relatórios e/ou fichas de acompanhamento (MATTOS, 2010)	D01, D02, D03, D04, D06
		A21	Remover obstáculos que obstruam a visualização da sequência de atividades (KOSKELA, 1992)	D02, D04, D05, D06, D07
		A22	Simplificar a comunicação e repasse de instruções (LISBOA; CASTRO, 2018)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A23	Elucidar atributos invisíveis ou indiretos do processo para compreensão de todos (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A24	Melhorar a autonomia das unidades de trabalho para que interdependência entre setores seja diminuída (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
P08	Foco no controle do processo global	A01	Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A25	Remover ações que enfatizam apenas controle segmentado do processo em detrimento da otimização global (MATTOS, 2010)	D03, D06
		A26	Mensurar e monitorar as ações aplicadas através da elaboração de indicadores claros (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D06
P09	Melhoria contínua dos processos	A01	Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A27	Identificar falhas inerentes aos processos atuais (MATTOS, 2010)	D01, D02, D03, D04, D05,

Princípios da CE		Ações		Desperdícios mitigados
P09	Melhoria contínua dos processos			D06, D07
		A28	Diferenciar ações aplicáveis que representam inovação ou melhoria contínua (VIVAN; ORTIZ; PALIARI, 2016)	D01, D02, D03, D07
		A29	Direcionar ações às falhas do processo e atuais restrições de controle (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A26	Mensurar e monitorar das ações aplicadas através da elaboração de indicadores claros (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D06
		A30	Definir metas e resultados esperados (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A31	Atribuir responsabilidades para todos os funcionários (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D06
		A32	Aplicar meritocracia com a finalidade de recompensar boas práticas (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D06
		A33	Usar procedimentos padrão como hipóteses de melhores práticas (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D06
P10	Equilíbrio entre melhorias de fluxos e de conversões	A01	Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A34	Identificar atividades de fluxo que apresentem a maior quantidade de desperdícios (KOSKELA, 1992)	D02, D03, D04, D05, D07
		A29	Direcionar ações às falhas do processo e atuais restrições de controle (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
P11	Busca por referências (benchmarking)	A35	Identificar características culturais presentes na atualidade da organização (CORDEIRO, 2004)	D03
		A36	Identificar boas características culturais e de gestão de processos presentes nas demais organizações e buscar compreender as suas motivações (CORDEIRO, 2004)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07

Princípios da CE		Ações		Desperdícios mitigados
P11	Busca por referências (benchmarking)	A01	Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las (KOSKELA, 1992)	D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07
		A37	Buscar associações que abranjam empresas com atuação no mesmo ramo para o estreitamento de relações (NERY; ZATTAR; OLIVEIRA, 2017)	D3

Fonte: Autoria própria.

4.1.1 Avaliações sobre os princípios

Dentre as 37 ações distintas distribuídas entre os onze princípios, a que mais se repetiu foi a A01: “Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las”, por sete vezes, já que se refere a um dos primeiros passos de diagnóstico quanto aos processos existentes adotados pela organização. Além disso, esta ação pode apresentar impactos positivos na mitigação de todos os desperdícios classificados na filosofia enxuta. Trata-se de um primeiro passo para apresentar melhoria de cunho processual, independente do objetivo. Conforme descrito ao longo do Capítulo 2, as mudanças e otimizações iniciam-se do conhecimento dos produtos e clientes da organização. Identificar as atividades de conversão e as atividades de fluxo necessárias para convertê-las é o primeiro passo para, enfim, buscar compreender o que será possível manter e o que deverá ser otimizado e/ou substituído.

No quesito volume de ações, o princípio P09: “Melhoria contínua dos processos”, destacou-se com 9 medidas para suprimir os desperdícios, conforme consta no Quadro 11, que apresenta os princípios com maior recorrência de ações em ordem decrescente. A primeira ação do item P09 delas é o item A01, de importância supracitada. Em seguida, são descritas ações que instigam a investigação de falhas e pontos de melhoria nos processos, além de elucidar que melhoria contínua e inovação devem ser distinguidas. Além disso, as ações A30, A31 e A32 apresentam a inserção dos funcionários junto aos objetivos e responsabilidades da organização como forma de atingir a melhoria contínua apresentada pela Construção Enxuta.

Quadro 11 - Princípios com maior número de ações descritas.

Item	Princípio	Nº de ações
P09	Melhoria contínua dos processos	9
P01	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	6
P04	Redução do tempo de ciclo de produção	6
P03	Redução da variabilidade	5
P07	Aumento da transparência do processo	5

Fonte: Autoria própria.

Conforme introduzido no item 2.3, o STP é uma filosofia de gestão que deve permear as diferentes hierarquias de uma organização, não é um conjunto de ferramentas a serem seguidas sem compreensão do valor por trás das atividades. Esta visão de entrega de valor

justifica o fato de o princípio P01 ser o segundo a apresentar maior indicação de ações, também atingindo todos os sete desperdícios do STP. A entrega de produtos e atividades com maior valor aos clientes implica, após diagnóstico interno, em supressão de atividades de fluxo relacionadas à inspeção, movimentação e espera, visto que são atividades que demandam tempo e recursos físico-financeiros, mas não adicionam valor ao cliente.

4.1.2 Avaliações sobre os desperdícios

Os desperdícios presentes no STP são correlatos, como demonstra a presença de vários deles sendo eliminados ou suprimidos por uma única ação. O Quadro 12 demonstra a recorrência dos desperdícios nas ações citadas. Os dados foram organizados em ordem decrescente e, segundo as informações obtidas, dentre as 37 ações, 36 delas impactam diretamente em processamentos desnecessários. Em seguida, o tempo de espera entre atividades de conversão também sofre forte influência das ações descritas. Isso se justifica devido à filosofia enxuta afetar significativamente na redução de atividades que não agregam valor, que impactam diretamente no tempo de ciclo dos processos, conforme componentes da Figura 6 indicam.

Quadro 12 - Desperdícios com maior grau de recorrência.

Item	Desperdício	Recorrência	Taxa de recorrência
D03	Processamento desnecessário	36	97,3%
D02	Espera	33	89,2%
D06	Defeitos	31	83,8%
D07	Movimentação desnecessária	25	67,6%
D01	Superprodução	24	64,9%
D04	Estoque excessivo	23	62,2%
D05	Transporte desnecessário	22	59,5%

Fonte: Autoria própria.

A alta densidade de desperdícios mitigados se deve, às ações que suprimem todos os desperdícios. Quinze ações podem combater, em graus diferentes, todos os desperdícios citados, sendo estas: A01, A02, A04, A05, A06, A08, A11, A14, A22, A23, A24, A27, A29, A30 e A36. Dentre as características destas ações, pode-se citar as seguintes:

- Planejamento e gestão de processos: presente nas ações A01, A04, A05, A06, A08, A11, A27 e A29. Estas ações por vezes surgem em diferentes princípios da CE. Representam fortes características da filosofia enxuta, desde o diagnóstico dos procedimentos utilizados pela organização ao plano de ação para otimizá-los de forma difusa;
- Comunicação efetiva com as partes interessadas: ações A02, A22, A23, A24, A30. Sejam clientes externos ou internos, estas ações traduzem a necessidade de reconhecer e compreender quem são os clientes, estabelecendo uma comunicação clara sobre os requisitos para iniciar as atividades e, também, sobre os resultados esperados;
- Estabelecimento e acompanhamento de resultados: ações A05 e A30. Estas ações tratam da importância do estabelecimento de metas e resultados, além do acompanhamento no decorrer das atividades;
- Busca por referências de qualidade: ação A36. A busca constante por referências de qualidade é uma importante ação para buscar a excelência e entender os concorrentes, inspirando o crescimento e avanço da organização.

Assim, os dados puderam ser processados para avançar para a segunda etapa, que contou com a participação de respondentes a um formulário *on-line*.

4.2 Avaliação da receptibilidade de construtoras locais

Nesta etapa, foram escolhidas ações para serem classificadas conforme a receptibilidade de gestores de obras de edificações convencionais da cidade de Palmas, Tocantins, para avaliar a possibilidade de implementação de metodologias enxutas em seus locais de trabalho.

Com a finalidade de não exaurir o respondente, foram selecionadas 19 ações para esta mensuração através de um formulário *on-line*. O critério de escolha foi, inicialmente, o número de repetições das ações. Dentre as 37 ações, oito representaram pelo menos duas aparições. Depois, foram selecionadas ações para contemplar todos os onze princípios da CE, totalizando 50% + 1 itens. O Quadro 13 abaixo apresenta as escolhas.

Quadro 13 - Ações apresentadas no questionário on-line.

Item	Descrição	Repetições	Nº de desperdícios
A01	Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las (KOSKELA, 1992)	7	7
A02	Identificar quais são os clientes, requisitos e etapas em que sua influência define atividades do processo (KOSKELA, 1992)	2	7
A03	Evitar a divisão de tarefas em subtarefas adotadas por diferentes equipes (KOSKELA, 1992)	3	5
A04	Sincronizar e suprimir atividades de fluxo relacionadas a inspeção, movimentação e espera (KOSKELA, 1992)	2	7
A06	Planejar o leiaute do canteiro de obras (LISBOA; CASTRO, 2018)	2	7
A07	Aplicação de pesquisas de mercado para entender os requisitos dos clientes externos (OLIVEIRA, 2017)	1	3
A08	Implementação de um sistema de gestão da qualidade (OLIVEIRA, 2017)	1	7
A11	Reduzir a probabilidade de erros através de dispositivos que busquem a padronização dos processos (Poka Yoke) (SHINGO, 1986)	3	7
A16	Minimizar o tamanho dos lotes para compatibilizar com a demanda atual (KOSKELA, 1992)	1	5
A18	Treinar uma equipe multitarefas para agir conforme a mudança de cenário (KOSKELA, 1992)	1	5
A19	Traçar os processos de forma a permitir a customização do produto conforme requisitos dos clientes pelo maior tempo possível (KOSKELA, 1992)	1	4
A20	Apresentar informações e padrões desejados de forma visual através de quadros, painéis, relatórios e/ou fichas de acompanhamento (MATTOS, 2010)	1	5
A22	Simplificar a comunicação e repasse de instruções (LISBOA; CASTRO, 2018)	1	7
A24	Melhorar a autonomia das unidades de trabalho para que interdependência entre setores seja diminuída (KOSKELA, 1992)	1	7
A26	Mensurar e monitorar as ações aplicadas através da elaboração de indicadores claros (KOSKELA, 1992)	2	3
A29	Direcionar ações às falhas do processo e atuais restrições de controle (KOSKELA, 1992)	2	7
A32	Aplicar meritocracia com a finalidade de recompensar boas práticas (KOSKELA, 1992)	1	3
A35	Identificar características culturais presentes na atualidade da organização (CORDEIRO, 2004)	1	1
A36	Identificar boas características culturais e de gestão de processos presentes nas demais organizações e buscar compreender as suas motivações (CORDEIRO, 2004)	1	7

Item	Descrição	Repetições	Nº de desperdícios
A19	Traçar os processos de forma a permitir a customização do produto conforme requisitos dos clientes pelo maior tempo possível (KOSKELA, 1992)	1	4
A20	Apresentar informações e padrões desejados de forma visual através de quadros, painéis, relatórios e/ou fichas de acompanhamento (MATTOS, 2010)	1	5
A22	Simplificar a comunicação e repasse de instruções (LISBOA; CASTRO, 2018)	1	7
A24	Melhorar a autonomia das unidades de trabalho para que interdependência entre setores seja diminuída (KOSKELA, 1992)	1	7
A26	Mensurar e monitorar as ações aplicadas através da elaboração de indicadores claros (KOSKELA, 1992)	2	3
A29	Direcionar ações às falhas do processo e atuais restrições de controle (KOSKELA, 1992)	2	7
A32	Aplicar meritocracia com a finalidade de recompensar boas práticas (KOSKELA, 1992)	1	3
A35	Identificar características culturais presentes na atualidade da organização (CORDEIRO, 2004)	1	1
A36	Identificar boas características culturais e de gestão de processos presentes nas demais organizações e buscar compreender as suas motivações (CORDEIRO, 2004)	1	7

Fonte: Autoria própria.

O formulário ficou aberto durante duas semanas e contou com a contribuição de 21 respondentes da cidade de Palmas, distribuídos entre 16 diferentes empresas atuantes na construção de edificações convencionais. Como a meta previamente estabelecida era de 18 respostas, houveram mais respostas que o pré-estabelecido.

Foi composto por quatro seções. Na primeira delas, haviam instruções iniciais e coleta de dados básicos. Nas demais, haviam as descrições das respostas e a escala de Likert. O Apêndice B apresenta imagens da estruturação do formulário e suas seções.

4.2.1 Resultados do questionário

Com o auxílio da Equação 1 apresentada no item 3.4.1, foram calculadas as médias dos resultados e seus fatores de receptibilidade (FR). O resultado desta primeira análise é exibido no Quadro 14. Observa-se que a ação com maior FR, a ação A06: “Planejar o leiaute do canteiro de obras”, apresenta um grau de aceitação 59% maior do que a ação com o menor FR, A03: “Evitar a divisão de tarefas em subtarefas adotadas por diferentes equipes”.

Quadro 14 - Média e FR das ações do questionário.

Item do formulário	Ação	Média	FR	Item do formulário	Ação	Média	FR
1	A01	4,06	0,81	11	A19	3,28	0,66
2	A02	4,06	0,81	12	A20	4,33	0,87
3	A03	2,78	0,56	13	A22	4,39	0,88
4	A04	3,72	0,74	14	A24	3,39	0,68
5	A06	4,44	0,89	15	A26	4,28	0,86
6	A07	3,50	0,70	16	A29	3,83	0,77
7	A08	4,22	0,84	17	A32	3,89	0,78
8	A11	4,28	0,86	18	A35	3,44	0,69
9	A16	4,00	0,80	19	A36	3,83	0,77
10	A18	3,50	0,70				

Fonte: Autoria própria.

As ações que apresentaram maiores FR são apresentadas no Quadro 15.

Quadro 15 - Ações com maior FR nas construtoras de Palmas.

Ação	Descrição	FR
A06	Planejar o leiaute do canteiro de obras	0,89
A22	Simplificar a comunicação e repasse de instruções	0,88
A20	Apresentar informações e padrões desejados de forma visual através de quadros, painéis, relatórios e/ou fichas de acompanhamento	0,87
A11	Reduzir a probabilidade de erros através de procedimentos e ações que busquem a padronização das etapas, materiais e ferramentas	0,86
A26	Mensurar e monitorar das ações aplicadas através da elaboração de indicadores claros	0,86

Fonte: Autoria própria.

Estas ações estão presentes nos princípios P01, P04, P06, P07, P09 e P10, conforme descrição do Quadro 10. Além disso, três dos cinco itens com maior FR contemplam a mitigação de todos os desperdícios citados.

A primeira ação, A06, refere-se ao planejamento do leiaute de canteiro de obras. É um conceito que, apesar de não ser empregado em todos os canteiros, é bastante difundido e suas qualidades são citadas no item 2.6.1.1. Uma segunda possibilidade para ser o item com maior

FR é o fato de apresentar uma descrição que remete diretamente à Construção Civil, podendo trazer maior familiaridade ao respondente.

Os itens que ocupam a segunda, terceira e quarta posição referem-se diretamente à comunicação presente nos locais de trabalho. Entende-se que é preciso trabalhar com uma linguagem descomplicada e sucinta, além de trabalhar com métodos de visualização de instruções e acompanhamento dos resultados. O quinto com maior colocação corresponde à aplicação de indicadores claros para mensurar o resultado das ações aplicadas. Esta ação condiz com os princípios do método PDCA (Planejar, Desempenhar, Checar, Agir) citados no trabalho de Ohno (1997), especialmente quanto à checagem do trabalho desempenhado.

De maneira análoga, as ações que apresentaram menores FR são apresentadas no Quadro 16, onde a menor pontuação foi identificada na ação A03.

Quadro 16 - Ações com menor FR nas construtoras de Palmas.

Ação	Descrição	FR
A18	Treinar uma equipe multitarefas para agir conforme a mudança de cenário	0,70
A35	Identificar características culturais presentes na atualidade da organização	0,69
A24	Melhorar a autonomia das unidades de trabalho para que interdependência entre setores seja diminuída	0,68
A19	Traçar os processos de forma a permitir a customização do produto conforme requisitos dos clientes pelo maior tempo possível	0,66
A03	Evitar a divisão de tarefas em subtarefas adotadas por diferentes equipes	0,56

Fonte: Autoria própria.

Analisando o item A03: “Evitar a divisão de tarefas em subtarefas adotadas por diferentes equipes”, observou-se dissonância entre as qualidades e problemáticas relacionadas à divisão de tarefas em subtarefas com alocação de diferentes equipes interpretadas pelos autores e, também, pelos respondentes. Devido à baixa nota atribuída, afere-se que os respondentes entendem que particionar uma tarefa e atribuir a diferentes executores é algo que pode poupar tempo, energia e recursos.

Segundo um respondente, “a real eficiência em gestão está ligada também a identificar quais atividades devem ser subdivididas ou não, em alguns casos pode ser vantajoso em relação ao ganho de tempo”. Conforme analisado no referencial teórico, o repasse de atividades pelas equipes pode significar perda e/ou ruídos na comunicação necessária para atender aos requisitos e atingir aos resultados esperados, podendo ter efeito contrário nos quesitos de tempo, energia e recursos.

Esta interpretação dos respondentes justifica diretamente a nota atribuída à ação A24: “Melhorar a autonomia das unidades de trabalho para que interdependência entre setores seja diminuída”, que trata de atribuir autonomia às unidades de trabalho. Ao atribuir apenas subtarefas às equipes, a autonomia de controlar todo um processo é vetada. Existe receio em atribuir autonomia às equipes, conforme consta uma das respostas ao questionário:

“A concessão de decisões autônomas às diferentes frentes de trabalho depende muito do cenário, do tipo da obra, do prazo e da qualidade dos colaboradores. Ocasionalmente, o excesso de liberdade de determinadas equipes recai na sobrecarga dos encarregados e fiscais, com maior ocorrência de erros de execução, leitura e redução na qualidade de trabalho.”

Respondente anônimo.

Observa-se com esse relato que a não atribuição da autonomia também está relacionada com a falta de confiança na mão de obra adotada, o que também justifica a tendência a alocar equipes em tarefas menores. Ao mesmo tempo, as empresas não enfatizaram o treinamento e aperfeiçoamento das equipes multitarefas como uma prioridade que resultaria em grande impacto positivo, conforme demonstra o FR atribuído à ação A18: “Treinar uma equipe multitarefas para agir conforme a mudança de cenário”. Esta falta de prioridade em treinamentos também é justificada pela alta rotatividade de funcionários.

Quanto ao item A19: “Traçar os processos de forma a permitir a customização do produto conforme requisitos dos clientes pelo maior tempo possível”, é possível denotar resistência às mudanças realizadas após o início da execução dos produtos e/ou projetos, demonstrando menor aderência ao princípio de flexibilidade. Esta resistência pode ser justificada pelas metodologias construtivas tradicionalmente adotadas. Elementos de concreto armado e de alvenaria de vedação implicam na atribuição de muitos recursos para que mudanças sejam feitas. Infere-se que, por demonstrarem tanto afinco com as ações que trabalham na maior clareza, preferam estabelecer todos os requisitos e condições para os produtos e projetos antes do início das atividades. De acordo com um respondente, a falta de

alinhamento e comunicação na etapa de planejamento pré-projeto resulta em alterações do escopo inicial, fator visto como negativo.

Em sequência, baixa nota atribuída ao FR referente à identificação de fatores culturais presentes na organização demonstra que, apesar de existir, a preocupação em entender os comportamentos e cultura da empresa é menos relevante que a maioria das ações levantadas.

4.2.2 Demais contribuições dos respondentes

Por fim, houveram contribuições dissertativas no questionário. Além das supracitadas, os respondentes também compartilharam as seguintes experiências e sugestões:

- Além de identificar as atividades de conversão e de fluxo, relacionar a sequência necessária para a execução pode elucidar quais delas podem evitar atrasos e desperdícios nas obras;
- Algumas das empresas adotam medidas efetivas para garantir o cumprimento do cronograma e evitar a ociosidade por falta de insumos;
- A falta de conhecimento das rotinas dos setores operacionais por parte de funcionários de nível tático e estratégico gera confusão no repasse de informações;
- Algumas das empresas relataram divergências na comunicação entre diferentes hierarquias;
- O uso de plataformas que integram diferentes vertentes da empresa, como engenharia, suprimentos e orçamento, pode ajudar nos processos de gestão das empresas;
- O acompanhamento após a entrega dos produtos e projetos pode auxiliar no planejamento junto aos próximos clientes;
- A alocação correta de atividades de inspeção pode gerar economia de recursos;
- Algumas das empresas demonstram valorização dos funcionários através do reconhecimento do desempenho no trabalho.

4.3 Resultados de ações conforme a literatura

Os cinco itens com maior FR foram, respectivamente: A06, A22, A20, A11 e A26, conforme notas apresentadas no Quadro 15. Por apresentarem maiores chances de serem utilizados pelas empresas de Palmas, conforme dados obtidos no item anterior, para cada ação os seguintes itens serão analisados:

- Mudanças necessárias para implementação;
- Vantagens;
- Fatores limitantes.

O Quadro 17 apresenta os resultados descritos neste tópico, onde as cinco ações selecionadas apresentam os tópicos de análise supracitados.

Quadro 17 - Resultados de ações conforme a literatura.

Ações	Mudanças necessárias para implementação	Vantagens	Fatores limitantes
<p>A06</p> <p>Planejar o leiaute do canteiro de obras</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Enfatizar a etapa de planejamento antes de iniciar a execução, gerando compreensão sobre as diferentes fases da obra; (MATTOS, 2010) - Incluir a fase de planejamento no cronograma das obras, além de alocar pessoas e recursos para isto; (LISBOA; CASTRO, 2018) - Atualização sobre os requisitos impostos pelas Normas Regulamentadoras, como a NR-18; (LISBOA; CASTRO, 2018) - Adoção de previsão de cenários desfavoráveis para que possíveis soluções possam ser apresentadas e lidas no canteiro de obras; (SOUZA; CABETTE, 2014) - Checagem programada dos serviços executados; (SOUZA; CABETTE, 2014) 	<ul style="list-style-type: none"> - Desperdícios mitigados: superprodução, espera, processamento desnecessário, estoque excessivo, transporte, defeitos e movimentação; - Minimização de falhas e redução de gastos desnecessários com locação de máquinas e serviços; (LISBOA; CASTRO, 2018) - Continuidade dos serviços; (KOSKELA, 1992) - Redução de perdas de insumos; (KOSKELA, 1992) - Redução do nível de cansaço dos trabalhadores (LISBOA; CASTRO, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> - Todas as etapas e quantitativos das obras precisam ser levantados com antecedência para permitir a correta alocação dos espaços - Em locais menores, deve-se associar maior rotatividade aos elementos do canteiro de obras - Deve-se trabalhar com forte alinhamento quanto aos prazos de entrega dos fornecedores para que o leiaute planejado atenda à demanda; (LISBOA; CASTRO, 2018)
<p>A22</p> <p>Simplificar a comunicação e repasse de instruções</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender os diferentes tipos de comunicação necessários para diferentes pessoas. Ex: verbal, documental, atestada via e-mail etc.; - Estabelecer regras para cada formato de comunicação; - Estabelecer maneiras de aferir o correto entendimento das informações transmitidas; (COHEN, 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> - Desperdícios mitigados: superprodução, espera, processamento desnecessário, estoque excessivo, transporte, defeitos e movimentação; - Comunicar-se de maneira efetiva impulsiona os resultados buscados através de uma liderança adequada; - Integração entre etapas e clientes; - Maior comprometimento com segurança e qualidade; (BORGES NETO, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se ter atenção para que barreiras culturais impostas de forma direta ou indireta na empresa não atrapalhem o fluxo de comunicação; (COHEN, 2019) - Atestar que o método de comunicação escolhido é suficiente para o receptor das instruções; (BORGES NETO, 2018)

Ações	Mudanças necessárias para implementação	Vantagens	Fatores limitantes
<p>A20</p> <p>Apresentar informações e padrões desejados de forma visual através de quadros, painéis, relatórios e/ou fichas de acompanhamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mapear atividades que necessitam ser acompanhadas e comunicadas através de instrumentos visuais; (BAIJOU; CHAFI, 2018) - Comunicação através de quadros e painéis, físicos e digitais (BAIJOU; CHAFI, 2018) - Investimento em materiais gráficos para serem utilizados nos locais de trabalho; (BORGES NETO, 2018) - Claro estabelecimento de metas, para que sejam emitidos relatórios com informações sobre etapas em andamento; (BORGES NETO, 2018) 	<ul style="list-style-type: none"> - Desperdícios mitigados: superprodução, espera, processamento desnecessário, estoque excessivo, defeitos; - Torna a visualização de processos mais simples, transparente e seguro para todas as partes interessadas; (BAIJOU; CHAFI, 2018) - Processos de estocagem e compras de insumos podem ser melhor controlados, visto que esta ação age de maneira contrária ao inventário pontual; (NERY; ZATTAR; OLIVEIRA, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se ter atenção para que barreiras culturais impostas de forma direta ou indireta na empresa não atrapalhem o fluxo de comunicação; (COHEN, 2019)
<p>A11</p> <p>Reduzir a probabilidade de erros através de procedimentos que busquem a padronização dos processos</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicar procedimentos Poka Yoke nos locais de trabalho (NERY; ZATTAR; OLIVEIRA, 2017) - Uniformizar ao máximo os produtos e etapas para que erros humanos possam ser mitigados; (KOSKELA, 1992) - Compreender a causa e efeito esperado para inserir um novo procedimento (VIDOR; SAURIN, 2010) 	<ul style="list-style-type: none"> - Desperdícios mitigados: superprodução, espera, processamento desnecessário, estoque excessivo, transporte, defeitos e movimentação; - Redução perdas por retrabalho e avanços em melhoria contínua (NERY; ZATTAR; OLIVEIRA, 2017) - Maior efetividade de comunicação; (VIDOR; SAURIN, 2010) - Clareza quanto aos resultados esperados ao fim do processo; (VIDOR; SAURIN, 2010) 	<ul style="list-style-type: none"> - A falta de validação dos procedimentos ao longo do tempo pode torná-los inefetivos (VIDOR; SAURIN, 2010)

Ações	Mudanças necessárias para implementação	Vantagens	Fatores limitantes
<p>A26</p> <p>Mensurar e monitorar as ações aplicadas através da elaboração de indicadores claros</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecimento dos processos da organização e dos resultados esperados; - Definição de métodos e requisitos para a definição de indicadores; - Determinação de pessoas para as quais as metas serão atribuídas conforme suas funções; (SILVA, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> - Desperdícios mitigados: espera, processamento desnecessário e defeitos; - Base para futuros planejamentos; - Mensuração da velocidade e tempo de execução de tarefas; - Auxilia no desenvolvimento de planos de ação para o projeto vigente; (SILVA, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> - A falta de métodos claros para a definição de indicadores pode levar a muitas discussões de pouco retorno/resultados; (SILVA, 2017)

Fonte: Autoria própria.

Os procedimentos Poka-Yoke descritos nas mudanças do item A11 são dispositivos e/ou procedimentos que buscam identificar elementos da forma visual mais simples possível, evitando a ocorrência de defeitos.

A proposta em apresentar os resultados desta forma é permitir a rápida associação de mudanças necessárias, vantagens e fatores limitantes às ações que apresentaram maior grau de receptibilidade. Desta forma, partindo do pressuposto que as empresas adotariam estas medidas sem grande relutância, seria uma forma de adentrar os canteiros de obras e escritórios com ações que condigam com a filosofia e metodologias da Construção Enxuta.

Além disso, as mudanças necessárias também atuam nas falhas e desacordos que estão apresentados na Figura 10, que expõe resultados de uma pesquisa de Cohen (2019), onde os entrevistados precisavam responder à seguinte pergunta: “dos projetos iniciados na sua organização nos últimos 12 meses que foram considerados como fracassados, quais foram as causas primárias dessas falhas?”.

Figura 10 - Causas primárias de falhas em projetos fracassados.



Fonte: Adaptado de Cohen (2019).

Muitos desses itens estão relacionados ao desalinhamento de comunicação entre diferentes setores e hierarquias da organização. Felizmente, os respondentes do questionário realizado neste trabalho apresentaram abertura para melhorar e implementar ações que estão

diretamente associadas à comunicação e repasse de informações entre as partes interessadas, como é o caso das ações A22, A20 e A11, que abrangem diversos princípios da CE (item 4.1).

Por fim, a última ação com maior FR corresponde à mensuração das ações aplicadas através de indicadores. Este item, em conjunto com a definição dos objetivos e resultados esperados da organização, deverá ser utilizado em todos os setores e aplicações de empresas, visando o alcance de sucesso e crescimento das empresas e de seus colaboradores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com um cenário global caracterizado por crises econômicas e competição acirrada, as empresas devem buscar sobrevivência através do aprimoramento e flexibilização de seus produtos e serviços, além de satisfazerem às necessidades dos clientes de maneira assertiva. Independentemente da área, um ponto em comum caracteriza as melhores empresas: uma gestão de trabalho de maneira eficiente e eficaz. Isto não é diferente no tocante às empresas de construção civil, em especial àquelas que trabalham com edificações convencionais.

Atenção aos desperdícios das empresas está além de reduzir desperdícios de insumos: muito se perde com atividades relacionadas à inspeção, espera e movimentação, chamadas de atividades de fluxo. A Construção Enxuta visa a otimização destas atividades, assim como a melhoria das atividades de conversão que de fato agregam valor aos clientes.

Primeiramente, objetivou-se evidenciar a relação entre os princípios da CE com ações aplicáveis em empresas do setor, conscientemente mitigando desperdícios através desta empregabilidade. Desta maneira, foi possível reunir 37 ações distribuídas entre os onze princípios desta filosofia.

Depois, partindo do pressuposto que a Construção Civil é um setor tradicional e resistente às mudanças propostas e impostas por diferentes contextos, avaliou-se a receptibilidade de empresas de Palmas quanto à aplicação de ações estudadas no primeiro item. Após a coleta de respostas de dezesseis empresas, foram encontradas ações com maior abertura aplicação e, conseqüentemente, ações que demonstraram maior resistência para adesão.

Por fim, as ações com maior fator de receptibilidade foram estudadas com o objetivo de identificar entre diferentes autores quais foram as mudanças necessárias para a implementação, vantagens encontradas e fatores limitantes que poderiam representar dificuldade de adesão. Com estes três objetivos, foi possível sintetizar ações aplicáveis à realidade do público-alvo, demonstrando como muitas das ações que englobam a filosofia enxuta podem ser aplicadas sem a necessidade de investimentos financeiros representativos. Para a maioria delas, acima disso, é necessária disposição para planejar, entender qual é o objetivo da empresa e seus processos e, especialmente, moldar a cultura interna, com a finalidade de propagar as lições estudadas e atingir resultados exponenciais e consistentes.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Tatiana Gondim do *et al.* Avaliação do grau de implementação da construção enxuta em três empresas construtoras goianas. **Reec - Revista Eletrônica de Engenharia Civil**, Goiânia, v. 14, n. 1, p. 176-190, jun. 2018. Universidade Federal de Goiás. <http://dx.doi.org/10.5216/reec.v14i1.45462>.
- BAJJOU, Mohamed Saad; CHAFI, Anas. Lean construction implementation in the Moroccan construction industry. **Journal Of Engineering, Design And Technology**, Bingley, v. 16, n. 4, p. 533-556, jun. 2018.
- BEST, Rick; VALENCE, Gerard de. **Design and Construction: building in value**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2002.
- BORGES NETO, Thomé Moreira. **Estudo de impacto do retrabalho nos custos de um empreendimento**. 2018. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- COHEN, Hannah. **Project Management Statistics: 45 Stats You Can't Ignore**. 2019. Disponível em: <https://www.workamajig.com/blog/project-management-statistics>. Acesso em: 01 out. 2021.
- CORDEIRO, José Vicente B. de Mello. Reflexões sobre a Gestão da Qualidade Total: fim de mais um modismo ou incorporação do conceito por meio de novas ferramentas de gestão? **Revista da FAE**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 19-33, jun. 2004.
- CORREIA, João Victor Freitas Barros. Contextualização dos princípios da Construção Enxuta: aplicação da filosofia enxuta do Sistema Toyota de Produção na indústria da Construção Civil em exemplos práticos. **Cadernos de Graduação: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Aracaju, v. 4, n. 3, p. 29-38, abr. 2018.
- FGV IBRE - INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA. **Índice Nacional de Custo da Construção**. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/estudos-e-pesquisas/indices-de-precos/incc>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- _____. **Sondagem da Construção**. Disponível em: <https://portalibre.fgv.br/estudos-e-pesquisas/indices-de-precos/sondagem-da-construcao>. Acesso em: 12 abr. 2021.
- GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002. 176 p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Participação da Indústria da Construção da População Ocupada**. Rio de Janeiro, 2019.
- _____. **Produto Interno Bruto - PIB**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 10 abr. 2021.
- JABBOUR, Ana Beatriz Lopes de Sousa et al. Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil. **Revista de**

Administração, São Paulo, v. 48, n. 4, p. 843-856, 19 dez. 2013. Business Department, School of Economics, Business & Accounting USP. <http://dx.doi.org/10.5700/rausp1125>.

KOSKELA L. **Application of the new production philosophy to construction**, Technical Report. Finland VTT Building Technology. Finland, 1992. Disponível em: <laurikoskela.com>. Acesso em 30 mar. 2021.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Histórico LIB**. 2021. Disponível em: <https://www.lean.org.br/historia-lean-institute-brasil.aspx>. Acesso em: 10 maio 2021.

_____. **Livro que iniciou a disseminação do sistema lean e mudou a gestão no mundo faz 30 anos**. 2020. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/1228/livro-que-iniciou-a-disseminacao-do-sistema-lean-e-mudou-a-gestao-no-mundo-faz-30-anos.aspx>. Acesso em: 04 maio 2021.

LIKER, J. K.; MEIER, D. **O Modelo Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LISBOA, Rogério Júnio Sousa; CASTRO, Weverton Cristian Campos. **Planejamento operacional nos canteiros de obra: estudo de caso no município de Goiânia**. 2018. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Áreas Acadêmicas, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás, Aparecida de Goiânia, 2018.

LOPES, Anderson Brunheira et al. Business Intelligence para apoio à gestão na Construção Civil: uma revisão sistemática da literatura. **Atoz: novas práticas em informação e conhecimento**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 74, 29 ago. 2020. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/atoz.v9i1.72574>.

MARTÍNEZ-LORENTE, Angel R.; DEWHURST, Frank; DALE, Barrie G. Total Quality Management: origins and evolution of the term. **The TQM Magazine**, Bingley, v. 10, n. 5, p. 378-386, jun. 1998.

MARX, K. **O capital: crítica da economia política**. São Paulo: Difel, 1994. v. 1. caps. I, X, XI, XII, XIII.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: Pini, 2010.
MELO, Maury; DESCHAMPS, Fernando; COSTA, Sergio E. Gouvea da. Aplicação da construção enxuta – Uma análise sistemática da literatura. **Journal Of Lean Systems**, Curitiba, v. 2, n. 3, p. 2-21, fev. 2017.

MUSSOLINI, Thiago Pouza; GAUDÊNCIO, Juliana Helena Daroz. Aplicação da Técnica de Mapeamento IDEF-SIM para Identificação e Análise de Desperdícios em Uma Empresa do Setor de Construção Civil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, [S.L.], v. 14, n. 3, p. 14, 1 jul. 2019. A Fundação para o Desenvolvimento de Bauru (FunDeB). <http://dx.doi.org/10.15675/gepros.v14i3.2599>.

NASCIMENTO, Josyellen Mamede do; MEDEIROS, Anderson Alcantara; MIRANDA, Gabriel Antony Leal de. O mercado de trabalho de indústria da Construção Civil no Triângulo Crajubar (Crato, Juazeiro do Norte e Barbalha): 2010 a 2016. In: SEMANA DE ECONOMIA DA URCA, 19., 2019, Crato. **Anais [...]**. Crato: Departamento de Economia/Urca, 2020. p. 134-152.

NERY, Vítor Felipe e Silva de Oliveira; ZATTAR, Izabel Cristina; OLIVEIRA, Vitor Ongarato de. Aplicação da Filosofia Lean Construction no Processo Produtivo de uma Empresa do Setor de Construção Civil. **Exacta**, São Paulo, v. 15, n. 4, p. 77-89, 28 dez. 2017. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/exactaep.v15n4.7107>.

NUGROHO, Agustinus *et al.* Exploring the Association among Just in Time, Total Quality and Supply Chain Management Influence on Firm Performance: Evidence from Indonesia. **International Journal Of Supply Chain Management**, London, v. 9, n. 2, p. 920-928, abr. 2020.

OHNO, Taiichi. **Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Vivian Moreira Ferraz de. **Introdução dos princípios da filosofia de Construção Enxuta no processo produtivo de uma construtora em Ilhéus - BA**. 2017. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2017.

PALMAS (Município). Decreto nº 2.003, de 03 de março de 2021. Estabelece a suspensão de atividades não essenciais, como medida obrigatória de enfrentamento de emergência em saúde pública decorrente da pandemia do novo coronavírus (Covid-19), e adota outras providências. **Diário Oficial de Palmas**, ed. 2.689, Palmas, 03 mar. 2021. Seção 1, p. 1.

_____. Decreto nº 2.011, de 16 de março de 2021. Prorroga os efeitos do Decreto nº 2.003, de 3 de março de 2021, que estabelece a suspensão de atividades não essenciais, como medida obrigatória de enfrentamento de emergência em saúde pública decorrente da pandemia do novo coronavírus (Covid-19). **Diário Oficial de Palmas**, ed. 2.698, Palmas, 16 mar. 2021. Seção 1, p. 1.

PEREIRA, Lohana Lopes; DE AZEVEDO, Bruno Freitas. O Impacto da Pandemia na Construção Civil. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 20, n. 20, p. 71-80, dez. 2020. ISSN 2595-6531. Disponível em: <<https://nppg.org.br/revistas/boletimdoGerenciamento/article/view/519>>. Acesso em: 05 abr. 2021.

ROSSO, Teodoro. **Racionalização da Construção**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 1980.

ROYER, Rogério; ROSA, Ariane Ferreira Porto; NETTO, Michele Soares. Técnicas e ferramentas de planejamento baseadas na Construção Enxuta e aplicáveis a empresas da Construção Civil: uma análise bibliométrica. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção**, Pelotas, v. 20, n. 3, p. 811-836, jun. 2020.

SEBRAE. **Panorama do setor de Construção Civil: cenários 2018-2020**. Santa Catarina: SEBRAE, 2019. Disponível em: <https://atendimento.sebrae-sc.com.br/inteligencia/infografico/panorama-do-setor-de-construcao-civil>. Acesso em: 28 mar. 2021.

SERTYESILISIK, Begum. Embending Sustainability Dynamics in the Lean Construction Supply Chain Management. **YBL Journal Of Built Environment**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 60-78, 1 jul. 2016. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/jbe-2016-0006>.

SILVA, Aline Romão da. **Relações entre fatores contingenciais de empresas do setor da Construção Civil e a importância atribuída a indicadores de desempenho**. 2017. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Contábeis, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

SILVA, Morgana de Lara Medeiros da. **Um estudo sobre a industrialização da Construção Civil para aplicação em habitações populares**. 2018. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Cesmac, Maceió, 2018.

SOUZA, Beatriz Cassiano de; CABETTE, Regina Elaine Santos. **Gerenciamento da Construção Civil: estudo da aplicação da "Lean Construction" no Brasil**. REGET - Revista de Gestão & Tecnologia da Unisal, São Paulo, v. 2, p. 21-26, dez. 2014.

SOUZA, Thiago A. et al. Sistema Toyota de Produção: duas visões de sua filosofia. In: SIMPÓSIO GAÚCHO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 5., 2020, Santa Cruz do Sul. **Anais [...]**. 2020: NUGEEP, 2020. p. 1-17.

SUTHERLAND, Jeff; SUTHERLAND, J. J.. **SCRUM: a arte de fazer o dobro na metade do tempo**. Rio de Janeiro: Sextante, 2019.

VIDOR, Gabriel; SAURIN, Tarcísio Abreu. Método para a avaliação de sistemas de gestão de Poka-Yokes: estudo de caso em um sistema de manufatura. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 6, n. 2, p. 01-27, 30 jun. 2010. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/s1808-04482010000200001>.

VIVAN, André Luiz; ORTIZ, Felipe Alfonso Huertas; PALIARI, José Carlos. Modelo para o desenvolvimento de projetos kaizen para a indústria da Construção Civil. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 23, n. 2, p. 333-349, 14 maio 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x2102-15>.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **Lean Thinking: banish waste and create wealth in your corporation**. New York: Free Press, 1996.

APÊNDICE A – MODELO DE QUESTIONÁRIO

Questionário para avaliação da receptibilidade de gestores de construções de edificações convencionais da cidade de Palmas, Tocantins, para a aplicação de metodologias enxutas.

1. Seção 1: Informações sobre o entrevistado.
 - 1.1. Nome da empresa;
 - 1.2. Cidade;
 - 1.3. E-mail para contato (opcional)

2. Seções 2, 3 e 4: O quão efetivas você visualiza as ações descritas nesta seção para a implantação no seu local de trabalho? A escala varia de 1, “Visualizo pouco ou nenhum impacto positivo”, a 5, “Visualizo um grande impacto positivo através da aplicação”.
 - 2.1. Descrição sucinta da Ação 1, que será levantada conforme o item 3.3.
 1 2 3 4 5

 - 2.2. Descrição sucinta da Ação 2, que será levantada conforme o item 3.3.
 1 2 3 4 5

 - 2.3. Descrição sucinta da Ação 3, que será levantada conforme o item 3.3.
 1 2 3 4 5

 - 2.4. Descrição sucinta da Ação 4, que será levantada conforme o item 3.3.
 1 2 3 4 5

 - 2.5. Descrição sucinta da Ação 5, que será levantada conforme o item 3.3.
 1 2 3 4 5

 - 2.6. Descrição sucinta da Ação 6, que será levantada conforme o item 3.3.
 1 2 3 4 5

 - 2.7. Descrição sucinta da Ação 7, que será levantada conforme o item 3.3.
 1 2 3 4 5

2.8. Descrição sucinta da Ação 8, que será levantada conforme o item 3.3.

1 2 3 4 5

2.9. Descrição sucinta da Ação 9, que será levantada conforme o item 3.3.

1 2 3 4 5

2.10. Descrição sucinta da Ação 10, que será levantada conforme o item 3.3.

1 2 3 4 5

2.11. Compartilhe vivências, experiências e sugestões relacionadas às perguntas! (opcional)

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO

- Seção 1: Introdução e instruções.

Avaliação de receptibilidade de metodologias enxutas

Este formulário visa mensurar a receptibilidade de gestores de obras de edificações convencionais quanto à possibilidade de aplicação de metodologias relacionadas à Construção Enxuta.

O formulário está dividido em uma seção de preparação e três seções de perguntas, totalizando 19 questões. Serão necessários aproximadamente 15 minutos para a finalização.

Ao fim, será disponibilizado um compilado de materiais sobre Lean.

[Faça login no Google](#) para salvar o que você já preencheu. [Saiba mais](#)

*Obrigatório

Nome da empresa *

Sua resposta

Cidade *

Sua resposta

E-mail para contato (opcional)

Sua resposta

- Estruturação das seções 2, 3 e 4: itens para classificação e campo de comentários.

Avaliação de implementação de ações

Nos campos abaixo, classifique cada ação com uma nota de 1 a 5, visando responder a seguinte pergunta:

"QUÃO EFETIVA VOCÊ VISUALIZA A IMPLANTAÇÃO DESTA AÇÃO NO SEU LOCAL DE TRABALHO?"

A escala varia de 1, "visualizo pouco ou nenhum impacto positivo", a 5, "visualizo um grande impacto positivo através da aplicação".

GLOSSÁRIO:

1 ATIVIDADE DE CONVERSÃO: atividade que pode ser mensurada e que gera valor ao cliente. Quando finalizada (convertida), implica em avanço visível de execução.
Exemplo: assentamento de piso cerâmico.

2 ATIVIDADE DE FLUXO: atividade que, apesar de não implicar em valor direto ao cliente, é necessária para processar a atividade de conversão.
Exemplo: levar os materiais para os locais de aplicação, aguardar o tempo de cura do contrapiso, verificar o espaçamento entre as placas cerâmicas.

1 Identificar as atividades de conversão e as atuais atividades de fluxo necessárias para convertê-las. *

1 2 3 4 5

Pouco efetiva Muito efetiva

7 Implementação de um sistema e métodos claros de gestão da qualidade. *

1 2 3 4 5

Pouco efetiva Muito efetiva

Compartilhe vivências, experiências e sugestões relacionadas às perguntas! (opcional)

Sua resposta _____