

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GUSTAVO HENRIQUE SIMÕES

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN PARA ANÁLISE DE PERDAS OCULTAS
EM UM EMPREENDIMENTO EM APUCARANA, PR**

APUCARANA

2022

GUSTAVO HENRIQUE SIMÕES

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN PARA ANÁLISE DE PERDAS OCULTAS
EM UM EMPREENDIMENTO EM APUCARANA, PR**

**APPLICATION OF THE LEAN METHODOLOGY FOR ANALYSIS OF HIDDEN
LOSSES IN A DEVELOPMENT IN APUCARANA, PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Professora Dra. Adriana Macedo Patriota Faganello.

APUCARANA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GUSTAVO HENRIQUE SIMÕES

**APLICAÇÃO DA METODOLOGIA LEAN PARA ANÁLISE DE PERDAS OCULTAS
EM UM EMPREENDIMENTO EM APUCARANA, PR**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientadora: Professora Dra. Adriana Macedo Patriota Faganello.

Data de aprovação: 13 de junho de 2022.

Adriana Macedo Patriota Faganello
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Aloysio Gomes De Souza Filho
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Sarah Honorato Lopes da Silva
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

APUCARANA

2022

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela sabedoria e perseverança dada a mim para concluir esta etapa tão especial em minha vida.

A minha família, pelo carinho, empatia, apoio e incentivo.

A minha orientadora pela paciência, disponibilidade e profissionalismo.

As amizades que a Universidade me proporcionou.

RESUMO

Devido corriqueiramente ser associado à um setor imprevisível quanto ao cumprimento de prazos, a construção civil apresenta inúmeras ineficiências e defasagens de métodos de gestão e gerenciamento no meio organizacional. Dentre estas, apresenta dificuldade em diagnosticar e solucionar as manifestações de fenômenos indesejáveis, como os desperdícios e as perdas. Neste contexto, surge a proposta para o presente trabalho com o objetivo de identificar e analisar os tipos de desperdícios e perdas ocultas presentes na linha de produção de um edifício residencial e comercial. Este trabalho busca aprimorar os métodos de gerenciamento por meio da aplicabilidade da filosofia *Lean Construction*. O método de pesquisa foi dividido em revisão bibliográfica, estudo de caso, análise do cronograma da obra e aplicação de gestão visual através do quadro *Kanban*, levantamentos e classificações das perdas e dos desperdícios identificados no estudo de caso, nesta etapa foi aplicado diferentes ferramentas *Lean*. Ao final destas análises, foram apresentadas algumas soluções viáveis para sanar as perdas e os desperdícios encontrados em campo e, elencadas e comparadas as perdas ocultas mais recorrentes no estudo de caso com as da bibliografia estudada. De maneira geral, foi evidenciado que as perdas diagnosticadas são compatíveis com as grandes perdas do Sistema Toyota de produção (STP). As análises dos processos demonstraram que: a maior parte do tempo empregado são direcionados para processos necessários, mas que, devido à forma de condução acabam não agregando valor para o fluxo e sim, custo; na maior parte dos casos os materiais não são desperdiçados fisicamente, mas utilizados de forma desnecessária. Por fim, as perdas são gargalos que claramente não possuem somente um responsável, mas especialmente pela sua representatividade, a cultura organizacional influencia para que sejam consideradas fatores irrelevantes para o processo, visto que em geral no estudo foi observado pouco comprometimento e interesse com a qualidade do ciclo. Através do estudo de caso foi constatado que a filosofia *Lean* é totalmente adequada e aplicável ao setor da construção civil pois a mesma viabiliza e otimiza a produtividade, reduz a variabilidade e promove maior previsibilidade e estabilidade sem a necessidade de grandes investimentos.

Palavras-chave: Construção enxuta; Perdas ocultas na construção civil; Desperdícios de materiais; Ferramentas *Lean*.

ABSTRACT

Because it is routinely associated with an unpredictable sector in terms of meeting deadlines, civil construction has numerous inefficiencies and lags in management and management methods in the organizational environment. Among these, it presents difficulty in diagnosing and solving the manifestations of undesirable phenomena, such as waste and losses. In this context, the proposal for this work arises in order to identify and analyze the types of waste and hidden losses present in the production line of a residential and commercial building. This work seeks to improve management methods through the applicability of the Lean Construction philosophy. The research method was divided into literature review, case study, analysis of the work schedule, application of visual management through the Kanban frame and surveys and classifications of losses and waste identified in the case study, at this stage different Lean tools were applied. At the end of these analyzes, some viable solutions were presented to remedy the losses and waste found in the field and the most recurrent hidden losses in the case study were listed and compared with those of the bibliography studied. In general, it was evidenced that the losses diagnosed are compatible with the large losses of the Toyota Production System (TPS). The analysis of the processes showed that: most of the time spent is directed to necessary processes, but that, due to the form of conduction they end up not adding value to the flow but cost; in most cases the materials are not physically wasted, but used unnecessarily. Finally, losses are bottlenecks that clearly do not only have a person in charge, but especially for their representativeness, the organizational culture influences so that they are considered irrelevant factors for the process, since in general in the study little commitment and interest in the quality of the cycle was observed. Through the case study it was found that the Lean philosophy is fully adequate and applicable to the construction sector because it enables and optimizes productivity, reduces variability and promotes greater predictability and stability without the need for large investments.

Keywords: Lean Construction; Hidden losses in Construction; Waste of materials; Lean Tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção como processo de fluxo.....	13
Figura 2 - As perdas segundo seu controle.....	14
Figura 3 - As perdas segundo seu momento de incidência e sua origem	17
Figura 4 - Diferentes fases do Planejamento no <i>Last Planner</i>	27
Figura 5 - Condicionantes na execução de uma atividade	29
Figura 6 - Controle de melhoria e aprendizagem	30
Figura 7 - Etapas da pesquisa.....	39
Figura 8 - Localização de Apucarana	42
Figura 9 - Obra “X”	43
Figura 10 - Parte do cronograma macro da obra.....	46
Figura 11 - Exemplo de Cartão de Programação Semanal	47
Figura 12 - Aplicação da ferramenta Diagrama de Ishikawa para o armazenamento e transporte de materiais.....	58
Figura 13 -Aplicação da ferramenta 5 s para os problemas do almoxarifado ...	67
Figura 14 - Aplicação da ferramenta Diagrama de Ishikawa para o sistema de transporte vertical	71
Figura 15 - Aplicação da ferramenta Poka-Yoke para análises dos retrabalhos	76

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 1 - Quadro Kanban.....	48
Fotografia 2 - Central de produção de argamassa	51
Fotografia 3 - Armazenamento de Cimento	51
Fotografia 4 - Armazenamento de blocos cerâmicos	55
Fotografia 5 - Transporte de pisos	56
Fotografia 6 - Transporte de Blocos cerâmicos	56
Fotografia 7 - Uso de madeira para execução de fôrmas e escoramento	60
Fotografia 8 - Armazenamento de resíduos de madeiras próximos à área de vivência	60
Fotografia 9 - Armazenamento de resíduos de madeiras	61
Fotografia 10 - Almoxarifado.....	64
Fotografia 11 - Armazenamento de peças hidrossanitárias	65
Fotografia 12 - Sistema de Guincho	68
Fotografia 13 - Pane no sistema de Guincho.....	69
Fotografia 14 - Execução de furos de passagens na Laje	73
Fotografia 15 - Execução de furos de passagens nas Vigas.....	73
Fotografia 16 - Perda de cobrimento de peças estruturais	75
Fotografia 17 - Execução do Contrapiso.....	77
Fotografia 18 - Altura de regularização	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem	17
Quadro 2 - Projeto norteador dos passos da investigação (continua).....	38
Quadro 3 - Características gerais da empresa	44
Quadro 4 - Características gerais da obra	44
Quadro 5 – Atividades e/ou serviços acompanhados	49
Quadro 6- Análise Central de produção de argamassa	52
Quadro 7 - Análise do armazenamento e manuseio de materiais.....	57
Quadro 8 - Análise do armazenamento e manuseio de resíduos de madeira....	61
Quadro 9 - Análise do almoxarifado	65
Quadro 10 - Análise do sistema de transporte vertical.....	69
Quadro 11 - Análise da execução de elementos estruturais e complementares	74
Quadro 12 - Análise das execuções de contrapiso.....	79

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	5
1.1	Justificativa.....	7
1.2	Objetivos	9
1.2.1	Objetivo geral	9
1.2.2	Objetivo específico	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1	Conceito de desperdícios e perdas	11
2.2	Classificação das perdas no canteiro de obra da construção civil ...	13
2.2.1	As perdas segundo seu controle	13
2.2.2	As perdas segundo sua natureza	15
2.2.3	As perdas segundo sua origem	17
2.3	Modelo Toyota Production System.....	18
2.4	Lean Construction.....	19
2.5	Algumas ferramentas <i>Lean</i>	21
2.5.1	Princípio da melhoria contínua – Kaizen	22
2.5.2	Princípio da padronização.....	23
2.5.3	Princípio do nivelamento da produção – Heijunka	23
2.5.4	Just-In-Time	24
2.5.5	Poka-Yoke.....	24
2.5.6	Kanban	24
2.5.7	Técnica de automação – Jidoka	25
2.5.8	Last Planner	26
<u>2.5.8.1</u>	<u>Fases do Last Planner.....</u>	<u>26</u>
<u>2.5.8.2</u>	<u>Plano Geral ou Plano de longo prazo.....</u>	<u>27</u>
<u>2.5.8.3</u>	<u>Plano de Antevisão ou Plano de médio prazo</u>	<u>27</u>
<u>2.5.8.4</u>	<u>Plano Semanal de Trabalho ou Plano de curto prazo</u>	<u>28</u>
<u>2.5.8.5</u>	<u>Porcentagem de planejamento concluído</u>	<u>29</u>
2.5.9	Diagrama de Ishikawa ou de causa-efeito.....	31
2.5.10	5S.....	32
2.5.11	Os 5 Porquês	32
2.5.13	Gestão Visual	33
2.5.14	<i>Brainstorming</i>	34
2.6	Abordagens sobre perdas na construção civil.....	35
3	METODOLOGIA DA PESQUISA.....	38

3.1	Método de pesquisa	39
3.2	Descrição do estudo de caso	42
4	RESULTADOS.....	46
4.1	Análise do cronograma da obra e implantação do cronograma à curto prazo.....	46
4.2	Aplicação da programação semanal de atividades através de cartões visuais fixados em Quadro <i>Kanban</i> para análise panorâmica do contexto.....	47
4.3	Levantamento e classificação das perdas e desperdícios identificados nas atividades e serviços da obra.....	50
4.4	Análise comparativa entre as perdas ocultas encontradas no estudo de caso e as da bibliografia estudada.....	82
5	CONCLUSÃO	84
5.1	Indicações para trabalhos futuros.....	86
	REFERÊNCIAS.....	87
	ANEXO A - Layout pavimento tipo.....	90

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada como a ‘locomotiva do crescimento’, por intermédio da geração de emprego, apresenta resultados os quais indicam que a cada milhão de investimento, a construção civil cria 7,64 empregos diretos e 11,4 empregos indiretos que geram R\$ 492 mil e R\$ 772 mil sobre o PIB, respectivamente (CBIC, 2020).

Dessa maneira, ocupa uma posição de grande importância na economia nacional correspondendo aproximadamente a 15% do Produto Interno Bruto nacional, gerando índices ostensivos de empregos (SOUZA, 2005).

“A construção civil é uma indústria que geralmente envolve números expressivos, especialmente pela sua representatividade na economia de um país [...]” (FIGUEIREDO, 2015, p. 9). Tais fenômenos como os ‘desperdícios’ também expressam grande representatividade para o setor.

O ramo da construção civil engloba diversos nichos de atividades, como por exemplo, obras residências, pontes, barragens, estradas, aeroportos e entre outras infraestruturas. Devido a isto, o setor é responsável pela produção de bens de maior volumetria física do mundo, sendo elencado como um dos maiores influenciadores da economia mundial. Pela grandeza relacionada à sua produtividade, o setor, é responsável também por ser o maior consumidor de recursos naturais de qualquer economia, sendo desde 1992, estimados algo entre 20 a 50% do total de recursos consumidos pela sociedade (JOHN, 2000; SJÖSTRÖM, 1992, apud FIEP, 2005).

Oriundo a essa face surgem os consumos excessivos, os quais são acarretados pelo grande fluxo de produtividade sem nenhum tipo de gestão e consciência global, tais problemas reproduzem impactos ambientais, sociais e econômicos. Diante do escopo da globalização, as organizações buscam uma nova postura, pois estão sendo pressionadas a adotarem estratégias mais atualizadas, focadas na qualidade, na racionalização e na produtividade, a fim de promover um produto final, de melhor qualidade por menor custo (FIEP, 2005).

Segundo Mendes (2017) “cada vez mais os empresários do ramo da construção civil têm demonstrado interesse em aprimorar seus métodos de gerenciamento, devido à preocupação dos consumidores com os custos altos”. O

gerenciamento e o planejamento são capazes de influenciar e proporcionar para que o produto final tenha maior qualidade e menor custo, favorecendo assim, o empreendedor e o consumidor.

De acordo com Gonçalves, Moreira e Neves (2019) as empresas buscam atualizações quanto à qualidade de seus produtos e processos a fim de manterem competitividade em relação às demais organizações. Pode-se dizer que o setor da construção civil necessita de implantações de metodologias que auxiliem a parte de gerenciamento, com intuito de promover assim, uma melhoria contínua em seus produtos e processos, de forma a garantir que este ramo atinja seus objetivos de produção, com mínimo desperdício possível (GONÇALVES; MOREIRA; NEVES, 2019).

Segundo Silva, *Web Content & SEO Associate* e LATAM (2020) dentre algumas opções de metodologias existentes, é listado: *Waterfall, Project Model Canvas, ZOOM, Lean, Extreme Programming, PERT, Scrum, Kanban, PrInCe2*, Caminho crítico. As metodologias listadas acima possuem fundamentos comuns, onde destacam a filosofia, de que tudo sempre pode ser melhorado, que pequenas mudanças geram grandes melhorias. Todos esses ideais, prezam organização, transparência, redução de desperdícios, eliminação de deficiências no processo e a satisfação do cliente.

Segundo Oroski (2017) o termo *Lean Construction*, significa construção enxuta, este princípio foi idealizado somente no início da década de 90 e possui como base fundamentos do *Lean Manufacturing*, tal princípio, foi concebido pelo grande marco histórico da publicação do trabalho “aplicação da nova filosofia de produção à construção”. Esta filosofia foi responsável pela sobrevivência da marca automobilística Toyota após o cenário pós-guerra onde apresentava um mercado saturado e limitado. Devido ao sucesso desta inovadora filosofia no âmbito manufatureiro, o ramo da construção civil tomou como base esses conceitos.

Como aponta Koskela (1992, apud Mussolini e Graudencio 2019, p.17), “os problemas da construção civil são bem conhecidos”. O setor de produção da construção civil está evidentemente antiquado quando comparado às indústrias de fabricação, por exemplo, a segurança no trabalho é notoriamente pior do que em outras indústrias e devido às condições de trabalho, muitas vezes precárias,

colaboradores do setor preferem outras áreas de trabalho fora do campo em questão (MUSSOLINI; GRAUDENCIO, 2019).

De acordo com Koskela (1992, apud Mussolini e Graudencio 2019) para que a metodologia *Lean* seja implementada na cultura organizacional de uma empresa, inicialmente, deve-se analisar quais são os principais desperdícios recorrentes a serem eliminados na construção.

Dentro deste contexto, surge a proposta para o presente trabalho com o objetivo de identificar os tipos de desperdícios e perdas ocultas presentes na linha de produção de uma empresa do setor da construção civil, por fim serão observadas soluções de melhorias embasadas nos pensamentos filosóficos *Lean*.

Todo esse estudo foi realizado por meio de uma análise de campo observacional através de um estudo de caso, onde foi coletado os dados para classificação dos desperdícios e das perdas encontrados no objeto de estudo, um edifício residencial em Apucarana-PR. A construção trata-se de um edifício residencial e comercial subdividido em oito pavimentos caracterizando assim, uma obra de grande porte em alvenaria convencional.

1.1 Justificativa

O setor da construção civil, com frequência é associado ao setor com maior índice de consumo de recursos naturais e o maior gerador de resíduos. Tornou corriqueiro ouvir dizer que o setor da construção civil é um setor atrasado, visto que o mesmo, ainda não considera em muitos casos, o emprego da tecnologia, principalmente nas áreas destinadas a produção. Dentro deste contexto, o desenvolvimento para empregabilidade de tecnologias *in loco* está em evolução, embora esta seja ainda pouco evidente (OROSKI, 2017).

A manifestação de problemas, tais como a baixa produtividade do setor, baixa qualificação da mão de obra, baixa qualidade de produtos finais e diversos costumes enraizados no setor da construção civil são reflexos do atraso tecnológico, da defasagem e/ou ineficiência da gestão organizacional (SAURIN; FORMOSO, 2006).

As atividades que agregam valor no setor da construção civil, segundo a literatura internacional, correspondem a ordem de 55 a 60%, embora estas porcentagens sejam teoricamente baixas, ainda são consideradas excepcionalmente

altas e só aparecem em atividades específicas de transformação, como no processo de conversão dos blocos cerâmicos em alvenarias (FORMOSO, 1996).

Segundo Quinderé (2021) “uma pesquisa feita pelo *Construction Industry Institute* (CII) apontou que até 58% do tempo total de produção de uma obra é gasto com atividades que não agregam valor ao produto final”. O fato do setor da construção civil apresentar índices elevados quanto aos desenvolvimentos de atividades que não agregam valor, representa que mais da metade do tempo de execução de uma edificação é gasta por atividades dispendiosas.

De acordo com Quinderé (2021) os dados da pesquisa *Construction Industry Institute* (CII) foram obtidos por meio de estudos em canteiros de obras dos Estados Unidos, os quais são conhecidos pelo uso de técnicas construtivas modernas juntamente com emprego de equipamentos tecnológicos que possibilitam a produtividade e a minimização dos desperdícios. Desta forma, se a porcentagem de produtividade dos EUA for comparada com o cenário do setor construtivo brasileiro, certamente as atividades dispendiosas nos canteiros de obras serão ainda maiores, devido ainda, o setor apresentar metodologias de produções convencionais.

Conforme a citação de Formoso (1996) e Quinderé (2021) referente aos índices de atividades que agregam valor para o setor da construção civil, torna-se evidente o quão vagaroso é a evolução deste setor.

Para Figueiredo (2015) a gestão tradicional do setor, possui inúmeras defasagens, dentre elas destaca-se a comunicação, a mesma é fundamental para o gerenciamento e para a qualidade do processo. O setor da construção civil envolve vários nichos de profissionais como, por exemplo; pedreiro, carpinteiro, eletricista, encanador, pintor, entre outros, estas atividades são totalmente dependentes entre si, ou seja, para que um novo processo seja inicializado é necessário o término do outro e para que a nova etapa de execução possa se iniciar, é necessário que a qualidade do processo anterior esteja dentro dos requisitos elencados.

Quando o sistema de gestão não está alinhado com o sistema de produção, os profissionais colaboradores, que por sua vez, não foram devidamente capacitados colocam em risco a qualidade da produção, a qual é afetada diretamente, seu desempenho cai e conseqüentemente a margem de lucro da construção sofre sequelas, oriundos aos retrabalhos, gastos desnecessários com insumos e mão-de-obra (FIGUEIREDO 2015).

Para Mendes (2017) o setor da construção civil apresenta forte influência sob a economia mundial, através disto, surge interesse por muitos em aprimorar o sistema convencional de produção para um modelo mais atualizado, onde os desperdícios sejam reduzidos, a mão de obra seja qualificada e os ciclos de produção sejam otimizados. De fato, é indispensável explorar novos horizontes para identificação de uma metodologia que apresente soluções sobre estas particularidades apresentadas no setor.

O presente trabalho foi escolhido em virtude da necessidade apresentada pelo setor da construção civil em identificar, analisar e compreender quais os principais gargalos responsáveis pela manifestação dos desperdícios e perdas ocultas no canteiro de obra.

Em relação aos índices expressivos de exploração de recursos naturais decorrente à grande demanda de insumos para o setor de produção, o estudo de caso visa à empregabilidade de ferramentas técnicas de redução de desperdícios, com intuito de auxiliar no controle de fluxo de produção, tornando os processos mais eficientes, rentáveis e ambientalmente mais econômicos.

Por fim, torna-se nítido a fragilidade e incertezas do setor da construção civil quanto ao cumprimento das fases requeridas no planejamento. O estudo de caso apresentado neste trabalho busca aprimorar os métodos de gerenciamento por meio da aplicabilidade da filosofia *Lean Construction*, com intuito de proporcionar estabilidade para o ambiente operacional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral analisar os diferentes e mais frequentes tipos de perdas ocultas e desperdícios recorrentes no canteiro de obra em um edifício residencial e comercial no município de Apucarana-PR.

1.2.2 Objetivo específico

De forma mais particular este estudo visa:

- Comparar o levantamento das perdas ocultas encontradas através do estudo de caso com os resultados encontrados na bibliografia estudada;

- Analisar a aplicabilidade da filosofia *Lean Construction* na possibilidade de eliminação ou redução de atividades que não agregam valor;
- Propor soluções para eliminação das perdas levantadas no estudo de caso, através da filosofia do *Lean Construction*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Conceito de desperdícios e perdas

Devido ao fato de serem um dos objetivos principais deste trabalho analisar os 'desperdícios e perdas', torna-se de suma importância conceituar estes dois termos para que seja possível compreender e classificar os fenômenos recorrentes no setor da construção civil.

De acordo com Limmer (1997, apud Mendes 2017, p.14) "as perdas são diferentes dos desperdícios, pois ao contrário do que muitos pensam os dois termos não tem o mesmo significado". Ao passo que as perdas envolvem todo o tipo de extravio dos materiais que por si só não foram empregados para o local designado ou também àqueles que se perderam de alguma forma, por exemplo, os furtados, em contra partida os desperdícios se referem ao uso excessivo e/ou desnecessário de insumos e equipamento durante o processo construtivo.

"Perda é, portanto, um conceito mais amplo que engloba tanto as ocorrências evitáveis quanto as inevitáveis, enquanto desperdício corresponde somente às ocorrências evitáveis". SOIBELMAN (1993, p. 07, apud MENDES 2017, p. 14).

Segundo Skoyles (1974, apud Rosa 2001) define perdas como sendo a "diferença entre a quantidade de material entregue na obra, diminuída de eventuais transferências para outras obras, e aquela que é empregada efetivamente na construção civil ou usada para trabalho temporário". Anos depois a definição de perdas passa por uma revisão conceitual, onde são classificadas de acordo com sua natureza, em dois tipos principais: direta e indireta.

Perda direta é classificada como a perda de matérias que não podem ser recuperadas e suas maiores ocorrências se dão durante o processo de construção. A perda indireta se diferencia da perda direta por não agregar valor e sim custos, um exemplo demonstrativo ocorre quando a espessura do reboco ou a junta de assentamento extrapola a dimensão especificada, fisicamente os materiais não são perdidos, porém são gastos de forma excessiva e sem necessidade (ROSA, 2001).

Segundo Skoyles (1981, apud Rosa 2001, p.26) "as perdas ocorrem em todo o ciclo de produção da construção, desde a chegada do material na obra, na sua estocagem e transporte, até o seu emprego no local a que se destina". As etapas de

projeto, gerenciamento, orçamentação, antecedem a chegada do insumo no local designado e são muitas vezes responsáveis pela origem das perdas no setor construtivo (ROSA, 2001).

De acordo com Formoso et al. (1996), para melhor entendimento destes conceitos, torna-se fundamental analisar a natureza das atividades que compõem o processo de produção. Processo pode ser definido como conjunto de fluxo de materiais e informações, desde as etapas de produção do insumo até o produto final. Os materiais do fluxo de produção passam por diversas etapas as quais são: processados, inspecionados, movimentados ou parado, a decorrência destas etapas envolve todo processo necessário para transformação da matéria prima em produto final.

Deste modo, as atividades componentes de um processo podem ser classificadas em duas principais categorias:

(a) Atividades de conversão: são responsáveis pelos processos de transformações dos materiais em produtos finais requisitados.

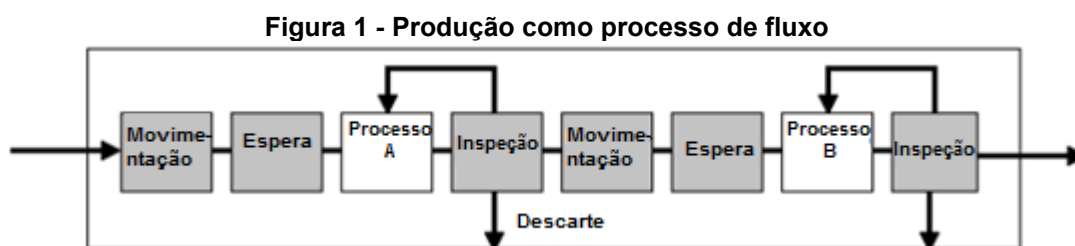
(b) Atividades de fluxo: são relacionadas ao monitoramento, checagem, inspeção e também se relacionam ao movimento e espera dos materiais.

Para diversos autores como Formoso et al. (1996); Oroski (2017) e Figueiredo (2015) atividades de conversão são conjuntos de processos desenvolvidos, com objetivo de transformar a matéria prima em componentes requeridos pelos clientes, por exemplo, a transformação de blocos cerâmicos em alvenaria de vedação. No entanto, nem todas as atividades de conversão agregam valores ao produto, um exemplo, são os retrabalhos, agregam custos e não valores.

Segundo Formoso et al. (1996) as atividades de fluxo apresentam diversas atividades que não agregam valor. Por exemplo, a espera pela chegada de material para início de conversão, característica como esta deve ser eliminada para otimização do processo.

O princípio de eliminação de atividades de fluxo deve ser analisado e não levado ao extremo, pois atividades como, por exemplo, palestras, treinamentos de mão de obra, inspeções, auditorias, controle dimensional e instalações de equipamentos de segurança, entre outras, não agregam valor, mas são essenciais para eficiência global do processo (FORMOSO et al. 1996; OROSKI, 2017).

Para fechamento, a Figura 1 simula um ciclo de processo de fluxo onde as caixas sombreadas representam atividades que não agregam valor, em contraste com as atividades de processamento que agregam valor, torna explícito que as atividades que agregam valor para o produto final são consideravelmente menores comparadas com as atividades que agregam custos.



Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

Para Formoso et al. (1996, p. 02) “as atividades de fluxo são frequentemente negligenciadas no processo de produção de edificações”. Na grande maioria, existe uma discrepância de análise das etapas de orçamentação, planejamento e nas iniciativas de melhorias de processo. Para que seja possível alcançar a excelência na melhoria do desempenho na construção civil é necessário abranger mais o conceito de perda, a fim de eliminar ou minimizar o consumo de quaisquer recursos que não agregam valor ao produto, independentemente do seu vínculo de atividade (FORMOSO et al. 1996).

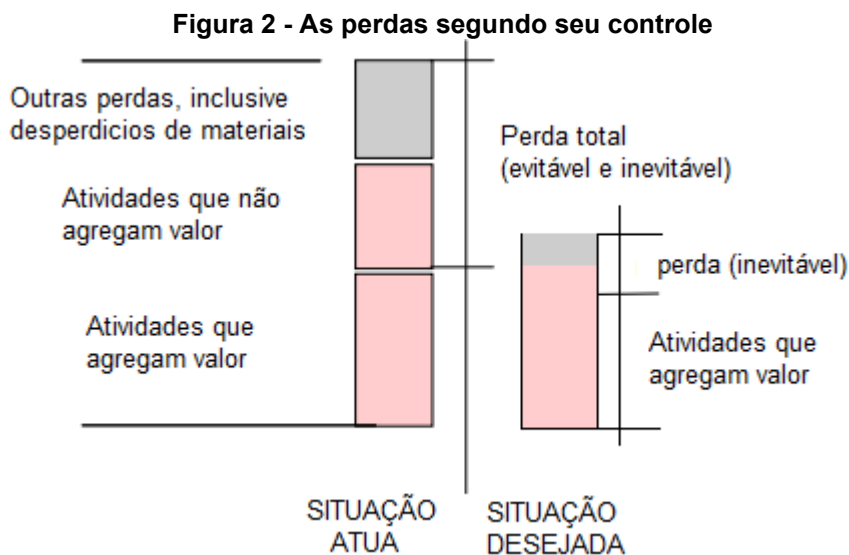
2.2 Classificação das perdas no canteiro de obra da construção civil

De acordo com Formoso et al. (1996, p.02) “para reduzir as perdas na construção de edificações é necessário conhecer sua natureza e identificar suas principais causas”. Os critérios adotados para a classificação são:

2.2.1 As perdas segundo seu controle

De acordo com a Figura 2 a qual compara duas situações de um mesmo processo, na situação real, o índice sobre atividades que não agregam valores e que englobam também perdas e desperdícios de outros fins, é elevado. A situação real transcreve o atual cenário da construção civil, onde infelizmente atividades que não agregam valores se sobressaem em comparação às atividades que agregam. Já na

situação desejada os índices de atividades que agregam valores são otimizados, as perdas evitáveis são eliminadas.



Fonte: Adaptado de Formoso et al. (1996)

Os índices de perdas não são totalmente eliminados, pois em meio a eles existem um nível de perda aceitável as quais são consideradas inevitáveis e que para real redução é necessário mudança significativa na cultura gerencial da empresa (FORMOSO et al. 1996).

De acordo com Formoso et al. (1996) as perdas podem ser classificadas da seguinte forma:

(a) Perdas inevitáveis (ou perda natural): possuem um nível aceitável de perdas, e se caracterizam pelo fato de o investimento necessário para redução ou eliminação ser maior que a economia gerada, por exemplo; para migração do sistema convencional de construção para um sistema otimizado, o investimento em fontes de recursos para concretização do objetivo, pelo menos nos períodos iniciais de implantação torna-se elevado. “O nível de perdas considerado inevitável pode variar de empresa para empresa e mesmo de obra para obra, dentro de uma mesma empresa, dependendo do patamar de desenvolvimento da mesma” (FORMOSO et al. 1996, p.3).

(b) Perdas evitáveis: são perdas as quais se caracterizam por apresentar custos de ocorrências mais elevado comparado aos custos de prevenção. Estes tipos de perdas são efeito de um processo de baixa qualidade, no qual os recursos são empregados inadequadamente. Os percentuais únicos de perdas, sob cada

material, não podem ser acatados como inevitáveis para todo o setor. “Existem diversos valores, os quais dependem do nível de desenvolvimento gerencial e tecnológico da empresa” (FORMOSO, et al. 1996, p.3).

2.2.2 As perdas segundo sua natureza

Formoso et al. (1996); Mendes (2017); Ramalho et al. (2015) as categorias de perdas identificadas para a construção civil são:

(a) Perdas por superprodução: Esta perda é bastante visual, pois ela apresenta de forma volumosa seu excesso de produção, em meio a esta particularidade, a perda por superprodução acaba camuflando as demais perdas do setor, este fator é responsável por caracteriza-la como a perda mais danosa para o setor produtivo. As perdas por superprodução como o próprio nome diz, ocorre devido à produção em quantidades superiores a demanda, como, por exemplo: produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, excesso de espessura de lajes de concreto armado.

(b) Perdas por substituição: são ocasionadas pelo uso de equipamento ou material com características de desempenho excedentes ao especificado, tais como: utilização de um maquinário complexo para o desenvolvimento de uma atividade simples, argamassa com traços de maior resistência que a especificada, utilização de tijolos maciços no lugar de blocos cerâmicos furados.

(c) Perdas por espera: são decorrentes de uma má gestão de sincronização da mão de obra, nivelamento dos fluxos de materiais e equipamentos relativamente insuficientes para a demanda da produção. Podem envolver tanto perdas de mão de obra quanto de equipamentos, como, por exemplo, paradas nos serviços originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais.

(d) Perdas por transporte: as perdas por transporte decorrem de mau planejamento do layout do canteiro de obra; má programação das atividades; excesso de movimentação de materiais oriundos a alocações provisórias; equipamento de transporte vertical (guincho) insuficiente para a demanda da produção; deficiência de profissionais operadores ocasionando assim, manuseio inadequado do equipamento e quebra de materiais.

(e) Perdas no processamento em si: refletidas pela falta de padronização e planejamento de processos, falta de detalhamento em projetos, deficiência de mão

de obra, decisões equivocadas de execuções. São exemplos deste tipo de perdas: retrabalho pela carência de leitura de projeto, quebra de paredes rebocadas para viabilizar a execução das instalações complementares; quebra manual de blocos devido à falta de meios-blocos, etc.

(f) Perdas nos estoques: Relacionadas com a existência de níveis de estoques excessivos que provavelmente não serão totalmente consumidos pela produção, este tipo de perda ocorre em função da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros na orçamentação, em consequência, podem provocar situações indesejadas como, por exemplo, a falta de locais adequados para a deposição dos mesmos, perdas de insumos por prazo de validade e armazenamento inapropriado, como por exemplo, disposição de insumos em lugares de umidade ou em contato com solo, alturas de empilhamentos excedentes as especificadas.

(g) Perdas no movimento: são ocasionadas por movimentos excessivos de colaboradores dentro de um canteiro, seja para o: desenvolvimento de atividades requisitadas, suprimento de necessidades fisiológicas ou movimentos supérfluos. Os principais fatores de ocorrência desta perda são as grandes distâncias de locomoção entre as frentes de trabalho, falha de planejamento de layout do canteiro e do posto de trabalho, falta de equipamentos adequados, etc. São exemplos deste tipo de perda: tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho devido à falta de programação de uma sequência adequada de atividades; falta de material ou equipamento e esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.

(h) Perdas pela elaboração de produtos defeituosos: decorrente da execução de produtos que não atendem as especificações requeridas, seus principais motivos são: ausência de integração entre projeto e execução, mão de obra não qualificada e uso de produtos com baixa qualidade. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final, como, por exemplo: falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos.

(i) Outras: existem ainda tipos de perdas de natureza diferente dos anteriores, tais como roubo, vandalismo, acidentes, entre outras.

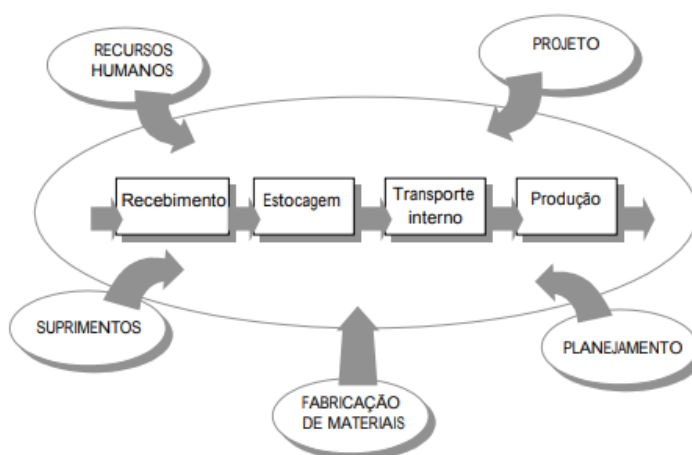
Para de Souza (2005) outros tipos de perdas como, por exemplo, o furto ou extravio, pode ter baixa ou alta significância, o grau de significância está ligado

diretamente ao porte da obra, ou seja, para uma reforma residencial, um saco de cimento apresenta grande percentual de perda, pois a demanda deste tipo de material é menor, já em edificações de maior porte a demanda deste material é consideravelmente maior, portanto, o percentual de perda é menor.

2.2.3 As perdas segundo sua origem

As perdas identificadas, em grande maioria, estão presentes nos canteiros de obras e podem ser identificadas durante a etapa de produção. O momento de ascendência está “[...] tanto no próprio processo de produção quanto nos processos que o antecedem, como: fabricação de materiais, preparação dos recursos humanos, projeto, suprimentos e planejamento” (Figura 3) (FORMOSO et al. 1996, p.4).

Figura 3 - As perdas segundo seu momento de incidência e sua origem



Fonte: Formoso et al. (1996)

O Quadro 1 apresenta um conjunto de exemplos de perdas, indicando a sua natureza, origem e momento de incidência.

Quadro 1 - Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem

NATUREZA	EXEMPLO	MOMENTO DE INCIDÊNCIA	ORIGEM
Superprodução	Produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho	Produção	Planejamento: falta de procedimentos de controle
Substituição	Utilização de tijolos à vista em paredes a serem rebocadas	Produção	Suprimentos: falta do material em canteiro por falha na programação de compras

(conclusão)

NATUREZA	EXEMPLO	MOMENTO DE INCIDÊNCIA	ORIGEM
Espera	Parada na execução dos serviços por falta de material	Produção	Suprimentos: falha na programação de compras
Transporte	Duplo manuseio	Recebimento, transporte, produção	Gerência da obra: falha no planejamento de locais de estocagem
Processamento	Necessidade de refazer uma parede por não entender aos requisitos de controle (nível e prumo)	Produção	Planejamento: falhas no sistema de controle
			Recursos Humanos: falta do treinamento dos operários
Estoques	Deterioração do cimento estocado	Armazenamento	Planejamento: falta de procedimentos referentes às condições adequadas de armazenamento
Movimentos	Tempo excessivo de deslocamento devido às grandes distâncias de entre postos de trabalho no andar	Produção	Gerência da obra: falta de planejamento das sequencias de atividades
Elaboração de produtos defeituosos	Desníveis na estrutura	Produção, inspeção	Projeto: falhas no sistema de fôrmas utilizado

Fonte: Adaptado de Formoso et al. (1996)

2.3 Modelo Toyota Production System

De acordo com Figueiredo (2015) o sistema de Gestão *Lean* resulta de toda uma evolução do *Toyota Production System* (TPS).

Segundo Figueiredo (2015) e Oroski (2017) criar um fluxo contínuo, simplificado e objetivo que apresentasse pequenos ciclos de produção era as principais variáveis almeçadas pelo TPS. O conceito de criar valor era fundamental para o sistema, para este, prezar pela qualidade a fim de buscar a satisfação do cliente, seja ele interno (dos próximos passo) ou externo (cliente final) era considerado premissa. Para o TPS “[...] uma pequena parte do tempo total e esforço num ciclo de produção acrescentava valor para o cliente final” (FIGUEIREDO, 2015, p.11).

O modelo TPS é construído pelas pessoas e para as pessoas. Para que este sistema proporcione resultados significantes é necessário que todos apresentem dedicação e envolvimento para aprendizagem e incorporação do princípio de melhoria continua, a fim de garantir com eficiência a aplicabilidade das metodologias de eliminação ou redução de desperdícios e perdas no setor. “Efetivamente são as pessoas que operam, pois, são mais do que as próprias metodologias, o agente principal da redução do desperdício” (FIGUEIREDO, 2015, p.11).

Para Figueiredo (2015, p.11) “o TPS teve dois conceitos pilares: *Just-In-Time* (JIT) e a Automação (automação inteligente)”. Em meados da década de 90, a nova filosofia de produção surgia, a mesma recebeu vários nomes de identificações, tais como: produção de classe mundial; *Lean Production* e novo sistema de produção. O *Lean Construction* é considerado um fator importante para o desenvolvimento do fluxo. Esta nova abordagem chamava atenção por apresentar características de produção personalizada, controle de processos e desenvolvimento de produtos (FIGUEIREDO, 2015).

2.4 Lean Construction

A filosofia *Lean Construction* é fundamentada basicamente sob o *Lean Production* o qual teve como alicerce, fortemente o Sistema Toyota de produção, desenvolvido por Taiichi Ohno.

Este empresário na época estava em busca de medidas de melhorias para o sistema de produção de sua empresa, deste modo, decidiu fazer uma análise de campo na fábrica de seu concorrente a Ford nos estados Unidos para diagnosticar o modelo de produção utilizado naquela empresa. Ohno observou que o modelo de produção era baseado na produção em massa, a qual consistia na produção em larga escala para estocagem e só posteriormente seriam vendidos.

O empresário não satisfeito com o cenário econômico da época decidiu adotar melhorias no setor de sua linha de produção, migrando assim de um sistema convencional para um sistema otimizado, onde daria início a uma cultura diferente daquela adotada no Fordismo, portanto, optou pela substituição da produção em massa pela produção enxuta, aonde iria: produzir apenas o necessário, desta forma, abolindo a cultura de estocagem; promover a implementação da automação industrial em sua linha de produção; apresentar menor quantidade de mão de obra, porém mais qualificada; formar equipes de trabalho; obter um sistema de mercado flexível totalmente alinhado com o cenário econômico (MENDES, 2017).

Para Womack et al., (1992, p. 03, apud Mendes 2017, p. 18):

A produção enxuta é ‘enxuta’ por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também bem menos da metade dos

estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

Segundo Ferreira (2014) embora a filosofia ter sido difundida no setor da construção civil somente nos anos 90, a metodologia já estava em pleno funcionamento no âmbito automobilístico e em decorrência ao sucesso de implantação, empresas de outros ramos, como; saúde, serviços e a própria construção civil, estão em busca de sua empregabilidade.

O setor da construção civil, principalmente referente ao setor produtivo, apresenta pontos insatisfatórios, como por exemplo, situações precárias de trabalho e mão de obra desqualificada, fatores como estes, são responsáveis pela baixa produtividade e baixa qualidade dos produtos. Isso se deve, basicamente, ao caráter complexo da construção civil (OROSKI 2017).

Para Oroski (2017, p. 26) “a construção enxuta pode ser um grande aliado no caminho em direção da satisfação dos clientes, uma vez que os resultados buscados com essa filosofia estão amplamente ligados a qualidade do produto final”.

Para Figueiredo (2015) a filosofia *Lean Construction* é a passagem para um novo cenário de gestão na indústria da construção civil, com gestão transparente e visual em implicações nas relações comerciais e na concessão de projetos, planejando e gerindo técnicas que reduzam os desperdícios e as perdas melhorando a confiabilidade dos fluxos produtivos.

Para Figueiredo (2015) pelo fato do setor da construção civil apresentar fragilidade e incerteza, é fundamental a adoção de técnicas de gestão que permitam a estabilidade do ambiente operacional, redução de variabilidade, redução do trabalho em processos, eliminação de desperdícios e perdas e por fim transmitir a confiança no cumprimento de todas as fases do planejamento de construção.

Lauri Koskela é reconhecido pelos especialistas da filosofia *Lean* por promover o impulsionamento do princípio *Lean Construction* através da publicação ‘*Application of the new production philosophy in the construction industry*’ em 1992, e também pelo título de fundador do grupo IGLC - *Internacional Group for Lean Construction* (FERREIRA 2014).

De acordo com Koskela (1992) e Mendes (2017) a publicação do trabalho mencionado apresenta os onze princípios desenvolvidos como base de orientação para posteriores abordagens sobre a filosofia *Lean Construction*.

1. Reduzir a participação de atividades que não agregam valor - em resumo, eliminar atividades que agregam custo e não contribuem para melhoria do processo;
2. Aumentar o valor da produção por meio da consideração sistemática dos requisitos do cliente – para que seja possível o aumento do produto final é necessário cumprir os requisitos exigidos, para que a satisfação dos clientes seja alcançada, atentando que, para cada atividade existem dois tipos de clientes: a próxima atividade e o cliente final;
3. Reduzir a variabilidade- evitar a variedade de processo para execução de um produto, pois fenômeno como esse ocasiona o aumento de desperdícios e perdas;
4. Reduzir o tempo do ciclo – otimização de tempo nos processos de: espera, transportes e inspeção;
5. Simplificar, minimizando o número de etapas, peças e ligações;
6. Aumentar a flexibilidade de produção – ajustar o produto final de acordo com os desejos impostos pelos clientes, sem variação significativa no custo;
7. Aumentar a transparência do processo – melhor controle e motivação para melhorias;
8. Concentrar o controle no processo completo;
9. Incorporar a melhoria contínua ao processo;
10. Equilibrar a melhoria do fluxo com a melhoria da conversão;
11. Referenciar a troca de conhecimento entre empresas de mesmo âmbito, a fim de promover melhoria em seus processos.

Segundo Koskela (1992), esses princípios são em geral, aplicados tanto ao processo de fluxo total quanto para seus subprocessos. Além disso, os princípios definem implicitamente o 'problema de fluxo de processo', como complexidade, opacidade ou controle segmentado.

Diante Koskela (1992) a empregabilidade dos princípios *lean* fornece com base em medições do comportamento real do processo um ponto de partida para a melhoria contínua do ciclo de produção na organização.

2.5 Algumas ferramentas *Lean*

Para que esta filosofia fosse implementada nas organizações das empresas, foi proposto técnicas de redução de desperdícios, com intuito de auxiliar no controle

do fluxo de produção, tornando os processos mais eficientes e rentáveis, gerando assim atividades que agregam valor ao produto (SHIGEO, 2007).

2.5.1 Princípio da melhoria contínua – Kaizen

O termo *Kaizen* significa mudança (*kai*) para melhor (*zen*), buscando sempre novas técnicas para aprimoração da qualidade, a fim de trazer melhoria contínua em seus processos. O ponto forte desta ferramenta é vinculado ao seu bom senso, pois a mesma viabiliza a motivação, criatividade e a melhoria contínua dos processos, por meio de soluções econômicas e eficientes (MOREIRA, 2011).

O princípio da ferramenta *Kaizen* consiste em aprimorar constantemente seus processos, técnicas e metodologias, buscando a evolução da organização e de todos envolvidos e também, permitir a minimização dos custos visando à melhoria da produtividade (FERREIRA, 2014).

A *Kaizen* é diretamente dependente dos colaboradores, visto que, só há melhoria contínua, a partir do momento em que os colaboradores se dispõem para mudanças de hábitos diários no trabalho. “A rotina diária, tanto na forma de pensar como na forma de trabalhar leva a que as pessoas executem um trabalho sem pensar muito, assemelhando-se a uma máquina” (FIGUEIREDO, 2015, p. 12).

Para que o ciclo da melhoria contínua possa ser incrementado em uma organização, é necessária a adoção de um conjunto de normas. Com o estabelecimento de normas os objetivos a serem alcançados são atingidos mais facilmente. Portanto, torna-se possível a continuidade do fluxo de produção com a qualidade requisitada (FIGUEIREDO, 2015).

Segundo Figueiredo (2015) otimizar a produção com finalidade de promover a eliminação de perdas e desperdícios, envolver todos colaboradores do setor, buscar meios para agregar valor, compreender a importância do seu cliente final e criar maneiras de conquistá-los são os princípios básicos da melhoria contínua. Como dito anteriormente, a *Kaizen* está diretamente ligada aos colaboradores, então, para a obtenção de melhores resultados, esta ferramenta deve ser aplicada de forma continuada para promover a mudança cultural em todos os níveis hierárquicos, deste modo, com a incorporação de novos comportamentos, torna-se possível enxergar com transparência os principais gargalos responsáveis pela fragilidade do setor.

Para Moreira (2011) por meio de perguntas estratégicas baseadas no tempo, a ferramenta *Kaizen* proporciona direcionamento diante de eventuais problemas oriundos aos processos produtivos. “Nesta estratégia, os pontos-chave para a produção ou processos produtivos são: a qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e controlá-los), e a entrega pontual (como garanti-la)” (MOREIRA, 2011, p. 48).

2.5.2 Princípio da padronização.

Para a empregabilidade desta ferramenta, um dos requisitos é que, para o desenvolvimento do processo, as atividades a serem executadas devem ser transparentes e detalhadamente especificadas quanto ao que deve ser feito e quais requisitos devem ser seguidos para que o resultado estimado seja alcançado. “É a partir de processos padronizados que se estabelecem as metas que se pretendem atingir reduzindo-se a variabilidade” (FIGUEIREDO, 2015, p. 12).

2.5.3 Princípio do nivelamento da produção – Heijunka

O *Heijunka* é o termo japonês que significa, literalmente ‘nivelado’, o mesmo visa, reduzir a desigualdade no processo de produção e nivelar o volume de produção durante um período de tempo, com intuito de otimizar a frequência do fluxo de produção e o fornecimento de materiais. Com as constantes variações de demandas no ciclo de produção, a chance de ocorrer o aumento de desperdícios e perdas é elevada. Este fato ocorre, devido os, equipamentos, colaboradores e outros elementos pertencentes produção estarem sempre preparado para um extremo. Este princípio se dispõe a auxiliar da melhor maneira um empreendimento a lidar com as constantes mudanças de demandas na produção (FIGUEIREDO, 2015).

Segundo Figueiredo (2015, p. 12) e Moreira (2011, p. 54) as vantagens do nivelamento de produção são:

- Melhor atendimento das necessidades do cliente
- Diminuição de *stocks*;
- Menor ocupação dos armazéns;
- Redução de custos e mão-de-obra
- Permite fabricar ao mesmo tempo grandes quantidades de produtos diferentes.

2.5.4 Just-In-Time

O *Just in time* é derivado do sistema TPS de produção, o termo em japonês, significa “no momento certo”, ‘oportuno’, em inglês, *in time*, significa “a tempo”, ou seja, “não exatamente no momento estabelecido, mas um pouco antes, com certa folga” (SHIGEO, 2007, p.103).

O princípio não se fundamenta apenas no tempo de entrega, devido este fator ser amplo demais, poderia estimular uma superprodução antecipada no sistema, que conseqüentemente, resultaria em esperas desnecessárias evadindo totalmente dos reais princípios. O *Just in time* visa trabalhar aspectos da administração, auxiliando da melhor forma o fluxo de produção, seu intuito é promover velocidade, flexibilidade e confiabilidade para o sistema. Esta ferramenta dita como princípio, que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes do momento certo, para não geração de estoques (FERREIRA, 2014; SHIGEO, 2007).

2.5.5 Poka-Yoke

A terminologia desta ferramenta significa ‘a prova de erros’. Por meio desta, é possível garantir que nenhuma atividade do ciclo seja iniciada antes de uma análise de viabilidade, esta análise é encarregada por constatar se as condições estão apropriadas para o processo. O objetivo desta ferramenta visa impedir a produção de um produto defeituoso durante o processo de conversão. Caso isto não seja possível, a ferramenta busca o quanto antes, detectar e eliminar o erro (MOREIRA, 2011).

2.5.6 Kanban

O termo ‘*kanban*’ vem do Japonês e significa ‘registro’ ou ‘cartão visual’. Organizações buscam a aplicabilidade dos cartões visuais no ambiente de trabalho, como forma de organização e de controle processuais. Através da ferramenta torna-se possível delegar as atividades de formas visuais, transparentes e objetivas. Por meio deste, é possível controlar a produção e programar as atividades com níveis reduzidos de estoques. “Com a aplicação desta técnica, o material em processo é limitado e controlado pelo número de cartões em circulação, as necessidades de

reposição são identificadas visualmente e a burocracia é eliminada” (MOREIRA, 2011, p. 48).

2.5.7 Técnica de automação – Jidoka

“O conceito de *Jidoka* prende-se com a ideia de controlar a qualidade na fonte” (FIGUEIREDO, 2015, p. 13). Esta é uma filosofia da qualidade que coloca a responsabilidade de alcançar as especificações do cliente e as normas em cada ponto de produção.

Para Figueiredo (2015) e Ghinato (2006) embora a técnica ser vinculada à automação, esta, não é considerada restrita às máquinas. “No sistema TPS, *Jidoka* é ampliado para a aplicação em linhas de produção operadas manualmente” (FIGUEIREDO, 2015, p. 13; GHINATO, 2006, p.3).

A característica desta ferramenta consiste em fornecer autonomia para que o colaborador ou a máquina consigam afiançar a qualidade na fabricação do produto e que através deste consentimento, caso seja necessário, qualquer tipo de intervenção no processo devido a anormalidade ou defeito, a produção deve ser interrompida para a solução do problema. Para auxílio na captação de anormalidades no produto, o sistema conta com a ferramenta *Poka-Yoke* a qual possibilita a identificação instantânea dos mesmos. Devido a empregabilidade da ferramenta de captação de erros, a mão de obra dedicada ao controle do maquinário é reduzida, pois o risco da produção de produtos defeituosos foi suprimido (FIGUEIREDO, 2015; GHINATO, 2006).

Para Ghinato (2006) o objetivo central da técnica de automação visa habilitar as organizações para responder com rapidez às constantes variações da demanda do mercado a partir do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação.

Para assegurar que o produto gerado pela linha de produção tenha qualidade suficiente, é necessário a responsabilidade e o comprometimento dos envolvidos no inspecionamento durante sua produção, a fim de garantir que os mesmos estão sendo executados conforme requisitado (GHINATO, 2006).

2.5.8 Last Planner

“[...] esta ferramenta de planejamento e controle de produção foi desenvolvida nos Estados Unidos da América e tem proliferado para todo o Mundo devido à enorme taxa de sucesso na sua implementação em casos práticos” (FERREIRA, 2014, p. 11).

O sistema busca solidificar um ambiente organizacional confiável por meio da redução da variabilidade do fluxo de trabalho (movimentos de equipes operacionais) (FORMOSO; MOURA, 2009).

Na fase inicial de uma obra, esta ferramenta consiste em analisar e determinar pré-requisitos para o desenvolvimento de tal atividade, antes do início da execução. Esta técnica concede uma nova visão para o fluxo de produção, exibindo-o com mais estabilidade e previsibilidade (FERREIRA, 2014).

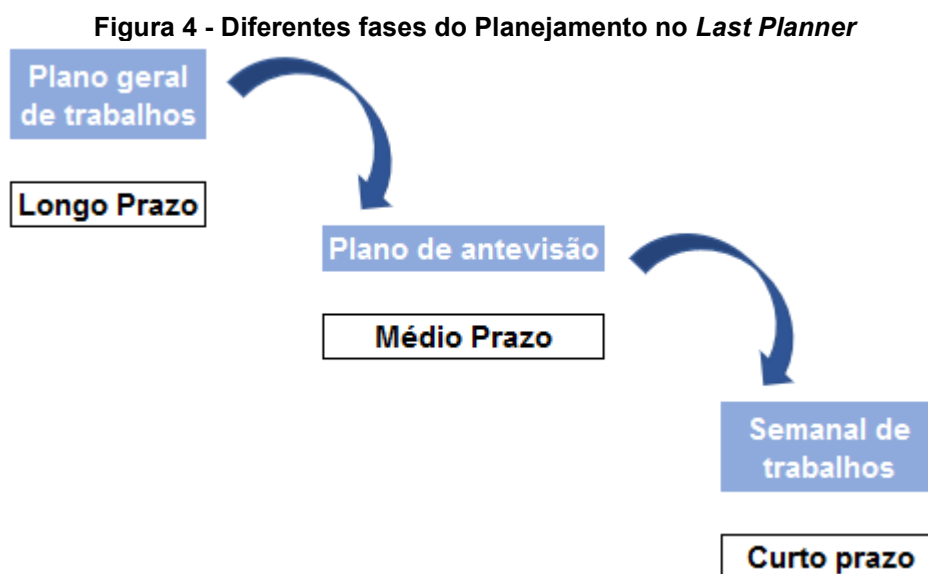
Para Figueiredo (2015) a ferramenta além de ser flexível e capaz de readaptação, permite identificar anomalias durante a sequência dos processos, o objetivo do *Last Planner* (LPS) corresponde em assegurar que as complicações e turbulências possíveis de ocorrência no setor produtivo sejam analisadas e eliminadas antes do início da execução.

De acordo com Ferreira (2014) ao final de cada atividade, é realizada a medição com o indicador PPC (percentagem de planejamento concluído) para diagnosticar se o que está sendo planejado realmente está sendo executado, a fim de ajustar o planejamento. Semanalmente, o processo deve ser melhorado e medido pelo indicador.

2.5.8.1 Fases do Last Planner

No LPS as fases de planejamento são hierarquizadas, para que o planejamento não fique sobrecarregado com excesso de informações. Para tal, este sistema é dividido em três níveis conforme a Figura 4: o Plano Geral (*Master Shedule*) de longo prazo, o Plano de Antevisão (*Lookahead Plan*) de médio prazo e o Plano Semanal de Trabalho (*Weekly Work Plan*) de curto prazo (FORMOSO; MOURA, 2009; FERREIRA, 2014).

Segundo Ferreira (2014) embora o sistema convencional, geralmente adotar apenas um planejamento em longo prazo, o *Last Planner* prioriza o desenvolvimento de planos de médio e curto prazo.



2.5.8.2 Plano Geral ou Plano de longo prazo

Para Ferreira (2014) o plano geral, possibilita que o gestor do empreendimento tenha uma visão panorâmica da totalidade necessária de etapas e processos, para que o mesmo possa estar apto para ponderar os custos e administrar com responsabilidade a destinação das verbas para os recursos requeridos durante todo o processo, em longo prazo.

Pelo fato de ser um plano de longo prazo, suas especificações são mais diretas apresentando poucos detalhes, suas descrições são programadas e interligadas. Nesta etapa de planejamento é possível, através da análise panorâmica, prescrever a programação de recursos de aquisição, incluindo compras de materiais, alugueis ou compra de equipamentos e contratação de terceiros (FERREIRA, 2014).

2.5.8.3 Plano de Antevisão ou Plano de médio prazo

Para Formoso e Moura (2009) esta etapa apresenta diversas funções, dentre elas, destaca-se o controle dos fluxos de trabalho entre as unidades do meio

organizacional, esta característica visa eliminar as restrições afim de garantir a redução da variabilidade do fluxo.

Caracterizado por ser um processo de assimilação entre as atividades do planejamento em longo prazo com as execuções em curto prazo. O propósito deste plano é concretizar os objetivos definidos em longo prazo, por meio das ações do presente. “É usado com o intuito de estimular ações do presente que possibilitem a concretização dos objetivos de longo prazo e é elaborado de forma colaborativa, por todos intervenientes do processo produtivo (últimos planejadores)” (FERREIRA, 2014, p.12).

De acordo com Ferreira (2014) através dos parâmetros do plano geral, as atividades planejadas, necessitam ser selecionadas, organizadas e destrinchadas para serem introduzidas no plano de antevisão. Nesta etapa, é fundamental que as atividades tenham uma nítida descrição, para facilitar o processo produtivo. A atividade é delegada pelo responsável do setor da produção e para seu início ou postergação, será averiguada, se os pré-requisitos para o desenvolvimento estão em conformidade com o requisitado. Caso o responsável pelo setor não tenha a confiança na concretização da atividade, a mesma deve ser prorrogada em relação ao plano geral. Portanto para a realização destas atividades, é necessário inspecionar semanalmente, se o meio oferta pré-requisitos mínima para sua executividade, a fim de afiançar a continuidade do ciclo, minimizando interrupções por falta de suporte.

Por meio da redução da variabilidade decorrentes do fluxo de trabalho, o desempenho e o aumento da produtividade das frentes de trabalho são satisfatoriamente atingidos (FORMOSO; MOURA, 2009).

Segundo Ferreira (2014) a eficiência deste plano depende da condução de gestão do responsável, se for alinhada com todos os níveis do planejamento, este plano é capaz de minimizar as incertezas e tornar o fluxo de trabalho transparente, contínuo, com a melhor ordem cronológica possível.

2.5.8.4 Plano Semanal de Trabalho ou Plano de curto prazo

Com base no plano geral e no de plano de antevisão, o plano à curto prazo detalha e distribui as atividades a serem desenvolvidas durante o período estabelecido, assumindo assim o compromisso de gerenciar e avaliar as atividades

que podem ser executadas com os recursos disponíveis no momento (FORMOSO; MOURA, 2009; FERREIRA, 2014).

Com base no plano geral e no de plano de antevisão, o plano semanal detalha as atividades de produção a serem desenvolvidas durante a semana.

Para o planejamento semanal, é necessário que o gestor tenha um bom acompanhamento do empreendimento e também conte com o auxílio do responsável do setor, pois em conjunto, é possível delegar quais atividades serão realizadas durante o prazo estabelecido. “As atividades que satisfaçam todos os pré-requisitos no plano de antevisão são aquelas que passaram a estar introduzidas nos planos semanais de trabalho” (FERREIRA, 2014, p. 12).

As atividades definidas, entre os gestores e os planejadores, no plano semanal são vistas por muitos, como plano de comprometimento (FERREIRA 2014).

Segundo Ferreira (2014) existe pelo menos sete tipos de pré-requisitos os quais são apresentados na Figura 5, estes são essenciais para a execução de uma atividade.

Figura 5 - Condicionantes na execução de uma atividade



Fonte: Adaptado de Ferreira (2014)

De acordo com Ferreira (2014) as principais vantagens proporcionadas por esta ferramenta em uma organização são:

- Coordenar a sequência e o ritmo do fluxo de produção;
- Desenvolver planos detalhados para as atividades que devem ser feitas;
- Coordenar o fluxo de trabalho com a capacidade produtiva;
- Produzir e manter uma reserva de atividades livres de pré-requisitos e prontas a serem realizadas.

2.5.8.5 Percentagem de planejamento concluído

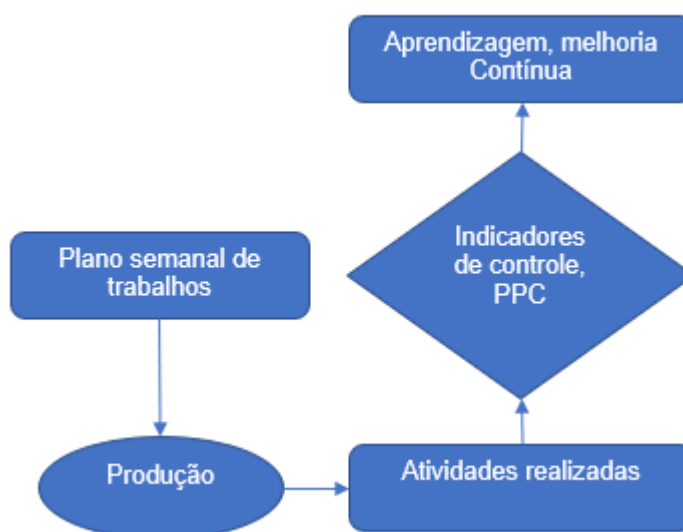
O indicador PPC (Porcentagem de planejamento concluído) é utilizado como ferramenta do *Last Planner*, o mesmo é responsável por representar, em termos de porcentagens, o número de atividades concluídas sobre a totalidade de atividades definidas no plano semanal de trabalho. Um índice de PPC elevado corresponde a um processo de planejamento estável e de boa produtividade e performasse. Embora a taxa de PPC geralmente variar de 30% a 70% em organizações que não contam com metodologias de gestão (FERREIRA 2014).

De acordo com Ferreira (2014) para a interpretação do indicador, é necessário bom senso, pois os indicadores variam de caso para caso, ou seja, organizações com ciclos de processos curtos apresentam percentuais produtivos mais elevados, diante disto, os indicadores não podem ser colacionados com organizações de níveis diferentes, devido às diferenças entre os ciclos produtivos.

É de responsabilidade do gestor, garantir que as atividades do ciclo produtivo, sejam bem definidas, transparentes e distribuídas, a fim de buscar qualidade de processo (FERREIRA 2014).

Como mostra a Figura 6 através do plano semanal ocorre a produção, onde as atividades propostas no plano são realizadas, ao final do plano é verificado os indicadores de produtividade para controle e checagem do desenvolvimento produtivo da organização, por meio a este, é possível analisar os gargalos do ciclo, visando sempre o aperfeiçoamento do processo.

Figura 6 - Controle de melhoria e aprendizagem



Fonte: Adaptado de Ferreira (2014)

Para as atividades que foram previstas e não concluídas, é realizado estudo de caso para verificar as possíveis causas. “O objetivo final é melhorar continuamente o processo de planejamento até atingir os 100% de PPC, eliminando todas as causas de não conclusão de atividades que na filosofia *Lean* são designados por desperdícios” (FERREIRA, p. 13, 2014).

A responsabilidade no processo de execução das atividades planejadas e a colaboração dos responsáveis (encarregados de frente) pela organização são características deste modelo. O intuito desta ferramenta é promover a melhoria continua do processo e o planejamento colaborativo (FERREIRA, 2014).

2.5.9 Diagrama de Ishikawa ou de causa-efeito

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como causa ou efeito, é uma forma gráfica que torna possível a organização do raciocínio para exploração das possíveis causas de um problema. Os problemas identificados são destacados segundo sua natureza, seja ela, pessoas, ambiente, maquina, materiais, medida e método, através disto, é possível verificar os problemas dentro de cada natureza. A aplicabilidade desta ferramenta é bastante útil, devido sua capacidade de enumerar as diversas causas que acarretam um mesmo problema. Para elaborar o diagrama definem-se as causas principais de qualquer problema, designadas por 6M (FIGUEIREDO, 2015).

Figueiredo (2015) lista as etapas para a construção do diagrama:

- Definir o problema ou o tema que será abordado no diagrama e o objetivo;
- Reunir informações sobre o problema ou tema abordado;
- Selecionar um grupo (de pessoas que estejam relacionadas ao problema/tema) para ajudar na elaboração do diagrama, apresentar os fatos e discutir o problema/tema, pedindo que cada um dê sua opinião, recorrendo à técnica de brainstorming;
- Organizar toda a informação em poucas palavras e estabelecer as causas principais, eliminando o que for desnecessário e montar o diagrama identificando as causas de acordo com os 6 M.

2.5.10 5S

“Esta metodologia de origem japonesa aborda a organização e padronização dos espaços” (FERREIRA, 2014, p. 14).

Como o próprio nome da ferramenta corrobora, a metodologia é definida por 5 princípios em que suas palavras começam por ‘s’ (FERREIRA, 2014; MOREIRA, 2011).

- *SEIRI* (Senso de utilização): nesta etapa é necessário classificar os objetos úteis e inúteis afim de analisar os materiais e equipamentos necessários para desempenho de tal atividade, eliminando os, julgados não necessário para o processo;

- *SEITON* (Senso da organização): Garantir a disposição do material ou ferramenta para que sempre esteja no melhor espaço e com boa visualização, assim, o colaborador não necessite de movimentações desnecessárias para execução do processo;

- *SEISO* (Senso de limpeza): Conscientizar os colaboradores e despertar a importância de sempre deixar o local de trabalho limpo, afim de transparecer qualidade e segurança para a organização;

- *SEIKETSU* (Senso de Padronização): Definir a padronização das etapas do processo e da organização de trabalho;

- *SHITSUKE* (Senso de autodisciplina): garantir o cumprimento dos 4 princípios impostos anteriormente, de modo que, a melhoria contínua torna-se hábito.

2.5.11 Os 5 Porquês

A técnica visa identificar as reais causas de ocorrência do problema, a metodologia de aplicação é bastante simplificada e consiste em aplicar cinco vezes a pergunta ‘Porquê?’. “[...] após perguntar cinco vezes porque um problema está acontecendo, sempre relacionado à causa anterior, será determinada a causa raiz do problema, ao invés da fonte do problema” (ALVARENGA, CARVALHO, SPERANZA, 2019, p. 18).

Segundo Figueiredo (2015) a quantidade de perguntas é suficiente para apuração do motivo principal do problema. Por meio destas, torna-se possível, identificar as raízes do problema e analisar como o mesmo está estruturado.

Suponhamos que um armador executou de forma errada uma estrutura:

1. Por que foi mal executado? Porque houve dúvidas na interpretação do projeto

2. Por que houve dúvidas na interpretação do projeto? Porque as representações do projeto estavam complexas.

3. Por que estava complexa a representação? Porque os detalhes estavam desorganizados.

4. Por que os detalhes estavam desorganizados? Porque o *layout* do projeto não foi ajustado de forma interpretativa para o colaborador.

5. Por que o *layout* do projeto não foi ajustado de forma interpretativa para o colaborador? Porque o engenheiro projetista estava em processo de domínio de um novo software.

Se uma organização não utiliza esta ferramenta, provavelmente só trocariam o profissional (Armador) e brevemente o problema ocorreria novamente. Um dos principais motivos da evolução do TPS foi à utilização desta ferramenta. Cada problema que surgia no desenvolvimento do sistema fazia-se os cinco porquês, e logo encontravam a verdadeira causa do problema. Cinco Vezes “Porquê” é uma metáfora, pois as raízes dos problemas de forma geral podem ser encontradas em duas ou vinte perguntas, onde o importante é encontrar uma explicação para o evento de modo que ele não se repita (FIGUEIREDO, 2015).

2.5.13 Gestão Visual

Esta ferramenta se fundamenta por meio dos princípios do Sistema Toyota, o ‘Sistema *Andon*’. Através deste sistema, torna-se possível a união e colaboração entre diversos grupos de colaboradores, independentemente de suas categorias, para debater os principais gargalos responsáveis pelos eventuais problemas presentes no meio organizacional (MOREIRA, 2011).

O intuito de empregabilidade desta ferramenta consiste na eliminação da deficiência comunicativa organizacional. A gestão visual permite que as atividades de processos, sejam compreendidas mais facilmente. A transparência e o

detalhamento das informações viabilizam o aumento da produtividade e a eliminação de retrabalhos, durante o fluxo de produção. A gestão visual é considerada um poderoso indicador em tempo real (FERREIRA, 2014).

As vantagens da empregabilidade da gestão visual são:

- Facilidade de interpretar a informação;
- Permite uma resposta rápida aos problemas;
- Facilita a comunicação entre as equipes de trabalho;
- Permite atribuir melhor autonomia aos operadores;
- Contribui para a redução de erros;
- Contribui para melhorar o ambiente de trabalho.

Para destacar o status da produção e das atividades, são elaborados cartazes de avisos, quadros, sinalizadores sonoros ou visuais que indicam com transparência as informações necessárias para um bom desenvolvimento (FERREIRA, 2014; MOREIRA, 2011).

2.5.14 *Brainstorming*

A palavra *Brainstorming*, significa, debate, é um momento dedicado para a exploração de ideias, cujo objetivo é agregar valor. De acordo com Figueiredo (2015) as quatro regras do *Brainstorming* são:

- Desprezar as críticas é considerado regra mais importante, pois ideias não devem ser criticadas durante a sessão. A falha no cumprimento desta regra acarreta resultados insatisfatórios para a sessão de *Brainstorming*. “É a regra que diferencia um *Brainstorming* clássico dos métodos de conferência tradicionais”;
- A criatividade é sempre bem-vinda. Esta regra possibilita a sugestão e apreciação de ideias fora do padrão, sem quaisquer preconceitos. Para tal, o objetivo, é coletar o maior número de ideias e maneiras de abordagens.
- Quantidade é necessária. Quanto mais ideias forem geradas, mais alternativas, formas de abordagens existem para encontrar uma boa ideia.
- Combinações e aperfeiçoamento são necessários por entender que existe possibilidade em criar ideias inteiramente novas por associação. Seu principal objetivo é encorajar a geração de ideias.

2.6 Abordagens sobre perdas na construção civil

O estudo de Mussolini e Graudencio (2019) busca identificar e sugerir melhorias para a eliminação e/ou redução dos 7 tipos de desperdícios adotados no pensamento *Lean*. O estudo desenvolveu-se em uma empresa fabricante de tubos de concreto para a construção civil. Os resultados obtidos identificam cinco tipos de desperdícios, sendo estes do tipo transporte, processamento, movimentação, retrabalho e estoque.

No estudo de Mendes (2017) foi realizada uma comparação de pesquisas de outros autores que estudaram acerca do assunto, com um estudo de caso realizado na cidade de Goianésia, o enfoque principal discorre sobre a identificação dos tipos de perdas e desperdícios, as suas prováveis causas, as quantidades em que cada uma ocorre e o momento de maior incidência, os resultados obtidos levam a conclusão de que a maior parte das perdas de materiais na construção civil são geradas por falhas de gerenciamento.

No estudo de Ferreira (2014) foi elaborado um estudo de caso prático numa obra pública na África, onde foram implementadas diferentes ferramentas inerentes à filosofia *Lean*, os resultados deste estudo de caso permite reconhecer que a metodologia é aplicável na empresa em questão, permitindo melhorar a competitividade sem a necessidade de grandes investimentos, no entanto devem ser tomados em consideração os seguintes pontos: localização da obra, tipo de estrutura (viadutos, edifícios, barragens) e construções em parcerias com culturas organizacionais semelhantes.

No estudo de Figueiredo (2015) foi testado e implementado a filosofia *Lean* em empresas de construção civil, os resultados demonstram que a filosofia em questão é totalmente adequada ao setor da construção tornando possível a melhoria do sistema de produção e ampliação das boas práticas no setor, por isso faz sentido continuar a aprofundar o uso das técnicas *Lean*.

No estudo de Neves, Gonçalves e Moreira (2019) foi realizada uma pesquisa a qual teve como objetivo levantar evidências de custos ocultos presentes em um canteiro de obras de um empreendimento da construção civil situado em Belém do Pará e a influência desses custos no resultado do empreendimento, nos resultados da pesquisa foram encontradas gastos de recursos com abstenções e *turn over*, além de evidências de desperdícios de material , deste modo conclui-se que os

custos intangíveis ou ocultos devem ser elementos de cuidado e preocupação constante de gestores dos empreendimentos.

No estudo de Oroski (2017) foi realizada uma pesquisa tendo como enfoque a empregabilidade do modelo de gestão denominado *Lean Construction* em um estudo de campo rodoviário, os resultados obtidos detectaram um grande potencial, visto que muito dos princípios enxutos foram identificados mesmo que de maneira não intencional, no entanto para a adoção plena do modelo de gestão, uma difusão dos conhecimentos relativos ao tema é necessária, pois todos os envolvidos podem pensar em ampliar os conceitos e potencializar as melhorias no processo produtivo.

No estudo de Formoso et al. (1996) foram analisados cinco canteiros de obras com técnicas e fases semelhantes, com objetivo de identificar as principais perdas de materiais na construção, principais motivos de sua ocorrência e também propor normas para a aplicabilidade de técnicas de controle das perdas.

Os resultados deste estudo evidenciaram que: as perdas de materiais são de fato maiores do que as normalmente aceitas pela indústria da construção em suas estimativas de custo; há existência de variações de perdas para os mesmos materiais em diferentes obras; boa parcela dos índices de perdas pode ser evitada; falta de preocupação com as perdas de materiais, devido nenhum dos casos apresentarem normas preventivas quanto ao gerenciamento e controle; falta de interesse por parte da organização em controlar os materiais; a mudança cultural dos colaboradores é mais importante de que as mudanças em tecnologias de construção; a gerência tem mais responsabilidade pelas perdas que os colaboradores; perdas que antecedem a etapa de produção apresentam grande significância nos percentuais; os índices de perdas oriundas ao armazenamento inadequado e o manuseio de materiais apresentam mais ocorrências que às advindas da etapa de produção (FORMOSO et al. 1996).

No estudo de caso de Ramalho et al. (2015) para identificação de perdas no sistema de produção de um empreendimento foi analisado o sistema produtivo de acordo com os princípios do sistema Toyota de Produção, os resultados obtidos evidenciaram: falta de controle de estoque como sendo responsável muitas vezes pela mudança das atividades planejadas por conta da falta de material; perda de produtividade devido à falta de equipamentos apropriados.

No estudo de Antunes e Zacko (2019) foram analisados, por meio de visitas técnicas em três obras, alguns fatores influenciadores da falta de produtividade durante o ciclo de produção, os resultados obtidos mostram que; em geral todas as variáveis apresentam influência sob o meio organizacional, mesmo atuando de maneira indireta aos fatores; existem deficiências nas etapas de inspeções devido à falta de profissionais qualificados, tais problemas, originam atividades de retrabalho, afetando diretamente o ritmo de produtividade do ciclo; grupos menores de colaboradores qualificados se sobressaem em relação a grupos volumosos sem qualificações.

No estudo de Leopoldo (2015) foi realizada análises sob a produtividade e qualidade na construção civil por meio de um estudo de caso, os resultados obtidos foram a falta de mão de obra especializada, problemas de qualidade e produtividade do ciclo de produção.

No estudo de Alvarenga, Carvalho e Speranza (2019) foi realizado um estudo acerca da construção enxuta e suas aplicabilidades em canteiro de obras, através da análise de campo, foi possível identificar alguns problemas devido à falta de planejamento do ciclo produtivo, resistências da aplicabilidade de técnicas enxutas no canteiro, falta de comprometimento dos colaboradores terceirizados com a empresa.

No estudo da Fiep (2005) foi abordado o desenvolvimento sustentável atrelado a construção civil, a forma que a indústria da construção impacta o meio ambiente, perdas geradas pelos processos de construção, diretrizes para se promover o gerenciamento de resíduos na construção, os resultados obtidos de forma geral foram atingidos, melhorando-se a organização e a limpeza dos canteiros, segregando-se os resíduos e destinando-os de forma a possibilitar a reciclagem ou o acondicionamento adequado, por fim concluiu-se que muito ainda pode ser feito para promover a multiplicações destas ações e a um número cada vez maior de organizações.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

O presente trabalho tem como propósito, identificar os desperdícios e as perdas ocultas encontradas no canteiro de obra, analisar também a eficiência da aplicabilidade da filosofia *Lean Construction* na eliminação ou redução de processos que não agregam valor e por fim apresentar soluções para cada tipo de perdas ocultas identificadas por meio do estudo de caso de um empreendimento residencial localizado no município de Apucarana-PR. Para tanto, nesse capítulo, a pesquisa é classificada e também delineada a metodologia empregada, para a obtenção dos resultados.

A pesquisa busca aplicar os conceitos da filosofia *Lean* (enxuta) no meio organizacional a fim de compreender as manifestações dos fenômenos recorrentes no campo, com objetivo de impor medidas técnicas para a solução de problemas.

Por fim, os procedimentos metodológicos de pesquisa empregados para este trabalho se valeu de: (a) estudos bibliográficos para apuração de citações pertinentes para o tema delineado, os materiais obtidos foram extraídos de artigos, livros, sites, já publicados e (b) estudo de caso onde foram analisados e observados profundamente aspectos de um empreendimento em fase de execução, deste estudo foi coletado informações pertinentes para conclusão do mesmo.

Para que esta pesquisa transpareça com clareza e objetividade seus reais interesses de investigação, foi acatado através do Quadro 2 a recomendação de “[...] elaborar um projeto norteador dos passos da investigação” (ZANELLA, 2013, p.102).

Quadro 2 - Projeto norteador dos passos da investigação (continua)

Itens da pesquisa	Finalidade
Assunto de pesquisa	- Metodologia <i>Lean Construction</i> para análise de perdas ocultas em um empreendimento.
Propósitos	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar o levantamento das perdas ocultas encontradas através do estudo de caso com os resultados encontrados na bibliografia estudada. - Analisar a aplicabilidade da filosofia <i>Lean Construction</i> na possibilidade de eliminação ou redução de atividades que não agregam valor. - Propor soluções para eliminação das perdas levantadas no estudo de caso, através da filosofia do <i>Lean Construction</i>.

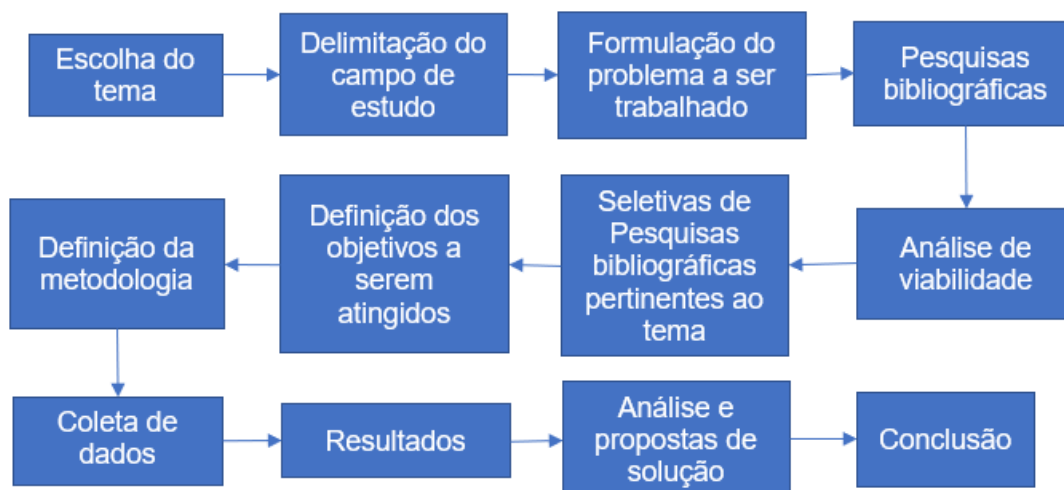
(conclusão)	
Itens da pesquisa	Finalidade
Procedimentos metodológicos e instrumentos de pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> - Estudos bibliográficos para apuração de partes pertinentes ao tema delineado; - Observações em campo junto com aplicabilidade das ferramentas <i>Lean</i>, os dados coletados foram analisados, compreendidos e diagnosticados segundo a filosofia enxuta; - Comparações entre a própria pesquisa e pesquisas trabalhadas por outros autores do referencial bibliográfico, a fim de obter conclusões acerca do assunto tratado.
Relevância do estudo para a construção do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> - Escassez de métodos de gestão e gerenciamento no setor; - Precariedade do setor construtivo em diagnosticar e solucionar as manifestações de fenômenos indesejáveis, como o desperdício e as perdas.; - Índices expressivos de exploração de recursos naturais, decorrente da grande demanda de insumos para o setor.
Contribuição do estudo para a construção do conhecimento e para a prática profissional	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar a empregabilidade de ferramentas técnicas de redução de desperdícios, com intuito de auxiliar no controle de fluxo de produção, tornando os processos mais eficientes, rentáveis e ambientalmente mais econômicos; - Aprimorar os métodos de gerenciamento por meio da aplicabilidade da filosofia <i>Lean Construction</i>, afim de proporcionar estabilidade para o ambiente operacional.

Fonte: Autoria própria (2021)

3.1 Método de pesquisa

Para a construção desta pesquisa foi necessário dividi-la em nove fases, conforme esquematizada na Figura 7.

Figura 7 - Etapas da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2021)

No primeiro momento foi escolhido o tema de pesquisa, em seguida foi realizada a delimitação do campo de estudo, ou seja, foi definido o nicho de interesse da pesquisa, também foi determinado qual seria o problema chave a ser abordado nesta pesquisa. Com base nisto, foram realizadas busca iniciais em bases de dados do *Google Acadêmico*, *Periódicos Capes*, *Scielo*, a fim de aprofundar melhor conhecimento sob os conceitos e fundamentos importantes para o tema.

As palavras chaves utilizadas foram: desperdícios, perdas ocultas, *Lean Construction*, melhoria contínua, construção civil. Nos critérios de buscas não foram levadas em conta somente os períodos, mas sim a relevância do material com o tema.

Foram incluídos neste estudo, teses de mestrados, doutorados e artigos científicos que avaliaram o uso da metodologia *Lean Construction* para redução dos desperdícios e perdas na construção civil, visando melhoria contínua em produtos e processos com intuito de promover aumento de produtividade e redução das variabilidades.

As informações extraídas dos materiais de apoio foram análises da metodologia *Lean* e suas aplicabilidades em obras da construção civil, conceitos, estudos dos tipos de desperdícios e suas classificações de acordo com filosofia.

Para continuidade desta pesquisa, foi realizada uma análise de viabilidade, onde foi verificado se os materiais encontrados nas plataformas de pesquisas seriam suficientes para condução do trabalho, após a certificação foram selecionadas as pesquisas que melhor se enquadraram no delineado do campo escolhido.

Em seguida, foram definidos os reais objetivos destas pesquisas visando principalmente contribuir para a literatura, visto que foram encontradas poucas revisões bibliográficas sob o tópico de perdas ocultas, as pesquisas em sua grande maioria abordam com mais recorrência os desperdícios.

Enfim, na etapa de metodologia, foram determinados os procedimentos necessários para alcançar os objetivos estabelecidos.

Através do estudo de caso *in loco* foi possível realizar coletas de dados para identificar os gargalos presentes nas diversas etapas do ciclo de produção, por meio desta, foi averiguado e acompanhado os processos de conversões das matérias primas em produtos finais. As etapas construtivas que foram acompanhadas são: estrutural, alvenaria de vedação, elétrica, hidrossanitário e acabamento.

Para a etapa de coleta de dados o principal instrumento utilizado foi a observação participante, devido possibilitar ao observador, identificar, analisar e contestar os fenômenos com clareza.

Deste modo, a apresentação dos resultados foi dividida em três partes. Inicialmente foi realizada a análise do cronograma da obra e verificado sua funcionalidade, foi também realizado a implantação de um cronograma à curto prazo, a fim de estimular maior controle sobre o andamento da produção. Posteriormente foi aplicada a gestão visual em campo através de cartões de programações fixados em um quadro *Kanban*.

Com a aplicação dessas ferramentas de gerenciamento, foi possível analisar o andamento da produção e identificar possíveis problemas do ciclo.

Na segunda parte foram realizados os levantamentos e as classificações das perdas e dos desperdícios identificados nas atividades e/ou serviços do canteiro de obra e nos processos construtivos.

Também foi selecionado um problema e realizado uma análise sistêmica para identificar e compreender a sua estruturação e sua causa real de manifestação. Para esta ocasião foi possível testar e aplicar diversas ferramentas *Lean* que em geral são pouco abordadas em trabalhos bibliográficos referentes ao setor da construção civil. Os objetivos destas análises são promover a redução e a eliminação dos gargalos presentes nas atividades e serviço da obra.

Ao final destas análises, foram apresentadas algumas soluções viáveis para sanar as perdas e os desperdícios encontrados no estudo de caso.

Por fim, na terceira parte, são elencadas e comparadas as perdas ocultas mais recorrentes no estudo de caso com as da bibliografia estudada.

Para realizar as devidas considerações e abordagens sob os fenômenos acompanhados, foram abordados os pensamentos da filosofia *Lean* para auxílio. Todas informações coletadas foram registradas através de fotografias.

Para a condução deste estudo foi realizado um acompanhamento diário *in loco* de um edifício residencial durante seu processo executivo, o período de análise iniciou-se em março de 2021 e finalizou-se em de fevereiro do ano de 2022.

3.2 Descrição do estudo de caso

A obra denominada “X” está localizada no centro norte do Paraná na cidade de Apucarana (Figura 8) também é conhecida como ‘Cidade Alta’ pois fica a 980 metros acima do nível do mar, sua população está estimada em 136.234 habitantes (PREFEITURA MUNICIPAL DE APUCARANA, 2021).

Figura 8 - Localização de Apucarana



Fonte: Adaptado de Google maps (2021)

Segundo o zoneamento do município a obra está localizada na zona comercial dois na cidade de Apucarana, o estudo de caso trata-se de um edifício residencial e comercial de grande porte em alvenaria convencional.

A obra “X” está localizada em uma região bem valorizada e estratégica da cidade, em suas proximidades possuem comércios, mercado, academia, igreja, colégio, praça e vários pontos gastronômicos.

O edifício do estudo de caso (Figura 9) é subdividido em oito pavimentos sendo esses: pavimento subsolo o qual é reservado para a garagem, pavimento térreo com garagem e hall de entrada, o primeiro pavimento se dispõe de uma área comercial na parte frontal da edificação e na parte posterior apresenta dois apartamentos residenciais, os pavimentos situados entre o 2° e 6° andar são os pavimentos tipos (Anexo A) os quais contam com as mesmas configurações, sendo quatro apartamentos residenciais por pavimento, o 7° pavimento apresenta dois

apartamentos residenciais na parte frontal e aos fundos está disposto a área *gourmet* e o *play ground*, por fim no 8º pavimento está disposto o Barrilete e a Caixa D'água, deste modo perfazendo um total de área construída de 3234,46 m².

Quanto a fase de execução da obra a mesma se encontra com as seguintes atividades: pintura externa, revestimentos cerâmicos das áreas internas, revestimento de forros em gesso e colocação das esquadrias.

Figura 9 - Obra "X"



Fonte: Autoria própria (2021)

As equipes de trabalhos do edifício são subdivididas e cada equipe de mão de obra é responsável por uma fase da execução. As equipes operacionais são formadas por mestres de obras, pedreiros, ajudantes e empreiteiros, a quantidade média de colaboradores em canteiro de obra é de 10 a 20, este número varia de acordo com a fase da obra. Deve-se destacar que as atividades de acabamentos (forração de gesso, revestimentos cerâmicos, pintura, entre outros) são realizadas por colaboradores terceirizados. A empresa apresenta em seu escritório, responsáveis pelas áreas de projetos e serviços administrativos.

A execução da obra analisada no estudo de caso é pertencente a uma empresa local da cidade. A qual é considerada uma empresa bem-conceituada no setor da construção civil com mais de nove anos de mercado. Os Quadros 3 e 4 apresentam características gerais e sucinta da empresa X e da obra analisada. Os

dados apresentados nesses quadros foram coletados no segundo semestre do ano de 2021 na cidade de Apucarana – PR.

Quadro 3 - Características gerais da empresa

Empresa	Anos de mercado	Área construída de 2009 a 2021	Nº de funcionários próprio	Participação em programas de qualidade
Empresa X	10	55.000 m ²	150	PBQP-H

Fonte: A autoria própria (2022)

Quadro 4 - Características gerais da obra

Tipo de obra	Residencial e Comercial
Ano de início	2019
Previsão de entrega	nov. 2022
Nº de pavimentos	8
Área construída (m ²)	3234,46
Tipo de alvenaria	Vedação
Possui empreiteiros	sim
Transporte vertical (cremalheira ou grua)	-
Projeto executivo de formas	-
Estrutura de concreto moldado no local	sim

Fonte: A autoria própria (2022)

A empresa X proprietária do edifício do estudo de caso, foi por mais de cinco anos no mercado, especializada em construções de obras térreas de pequeno porte, recentemente a empresa migrou seu sistema para construções de obras verticais de grande porte.

Mesmo o produto final (Obra) sendo o mesmo, existe uma diferença muito grande na metodologia, no gerenciamento, na gestão e no planejamento, devido a diferença de proporção do porte entre as obras. A empresa X que antes era relativamente pequena começou a alcançar uma proporção maior no mercado.

Pelo fato do aumento repentino em sua escala, alguns vícios embutidos na empresa tornaram-se mais expressivos e alarmantes. O fato da empresa apresentar algumas características como: ausência de profissionais devidamente capacitados nas áreas de gestão e gerenciamento; falta de controle de produtividade e de materiais; cronograma desatualizado e desalinhado com o fluxo produtivo; falta de

coordenação de projetos; todas essas particularidades contribuem diretamente para a ocorrência dos frequentes e indesejáveis gargalos no ciclo organizacional e produtivo.

Com a crescente exigência do mercado consumidor e com o aumento da competitividade do setor da construção civil, a empresa se deparou com a necessidade de inserção em um programa de qualidade e produtividade para contornar o cenário atual.

Portanto, no início do ano de 2021 contrataram um profissional auditor para auxiliar na obtenção da certificação do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) para algumas de suas obras, dentre elas, a do estudo de caso. A escolha deste programa foi pelo fato de ser considerada uma exigência em todas as portarias emitidas aos bancos financiadores de obras a adesão da empresa ao programa (GOV, 2021).

Além das inúmeras vantagens oferecidas por este programa em beneficiar o usuário da unidade habitacional, o PBQP-H proporciona para a empresa a execuções de empreendimentos habitacionais com o uso de recursos públicos federais e também aprimoramentos significantes na qualidade e controle de suas atividades e produtos. Desta forma, a implantação do programa influi diretamente no ganho de produtividade e no faturamento da empresa (GOV, 2021).

4 RESULTADOS

4.1 Análise do cronograma da obra e implantação do cronograma à curto prazo

Como porta de entrada para a identificação das perdas e dos desperdícios presentes no fluxo de produção do estudo, foi realizado uma análise panorâmica sobre o cronograma da obra e sua funcionalidade.

Conforme representado na Figura 10, a ferramenta utilizada pela obra para organizar a gestão de atividades e seus respectivos prazos é um cronograma macro, ou seja, um plano em longo prazo. Este estilo de ferramenta contempla algumas particularidades, suas especificações são mais diretas e menos transparentes, o que o torna limitado e didaticamente compreensível somente para pequenos grupos (diretoria, engenheiros, etc...).

Figura 10 - Parte do cronograma macro da obra

Etapas	Já realizado	A realizar	Janeiro de 2022	
			A realizar	Realizado
SERVIÇOS PRELIMINARES GERAIS	81,76%	18,24%	4,56%	0,00%
Serviços técnicos (projetos, orçamentos, levant. Topog, sondagem, licenças)	100,00%	0,00%	0,00%	
Instalações e canteiros (barração, cercamento e placa da obra)	100,00%	0,00%	0,00%	
Ligações provisórias (água, energia, telefone e esgoto)	100,00%	0,00%	0,00%	
Manutenção canteiro/consumo	80,00%	20,00%	5,00%	
Transporte máquinas e equipamentos	80,00%	20,00%	5,00%	
Controle tecnológico	80,00%	20,00%	5,00%	
Gestão de resíduos	80,00%	20,00%	5,00%	
Gestão da qualidade	80,00%	20,00%	5,00%	
Equipamentos de proteção coletivos	80,00%	20,00%	5,00%	
Administração local (engenheiro, mestre, etc...)	80,00%	20,00%	5,00%	

Fonte: Autoria própria (2021)

Durante a observação em campo da obra foi notado grande dificuldade por parte dos gestores e colaboradores em relação ao controle das atividades e seus cumprimentos de prazos estabelecidos pelo cronograma. Esta dificuldade encontrada foi constatada durante a observação do ciclo de produção, pois o mesmo não possuía sequência de processos bem definidos e também não possuía sincronização do andamento de atividades previstas com as executadas em obra.

Para aproximar os responsáveis gestores da obra com o cronograma e com o atual cenário, foi proposto e implantado um sistema de cronograma à curto prazo (usualmente aplicado em empresas que estimulam maiores controles sobre o

andamento da produção) na obra de estudo. Os dados coletados por esta ferramenta representam um reflexo do *status* da produção.

A aplicabilidade deste cronograma teve como intuito, analisar separadamente as atividades do ciclo a fim de verificar seu desenvolvimento e seus eventuais problemas em um curto período de tempo.

Basicamente, esta ferramenta é baseada no cronograma macro, porém é realizada uma subdivisão e distribuição da atividade em etapas, o que facilita a visualização dos colaboradores, o entendimento, a gestão e o controle.

4.2 Aplicação da programação semanal de atividades através de cartões visuais fixados em Quadro *Kanban* para análise panorâmica do contexto

Para controlar as atividades desenvolvidas no fluxo de produção foi realizada a aplicação da programação semanal seguindo a ordem de serviços e prazos determinados no cronograma macro. Os profissionais envolvidos na análise foram somente os colaboradores da empresa, os terceirizados não foram vinculados. Para o desenvolvimento da programação semanal das atividades foi fundamental o auxílio e participação do mestre de obra para condução do estudo.

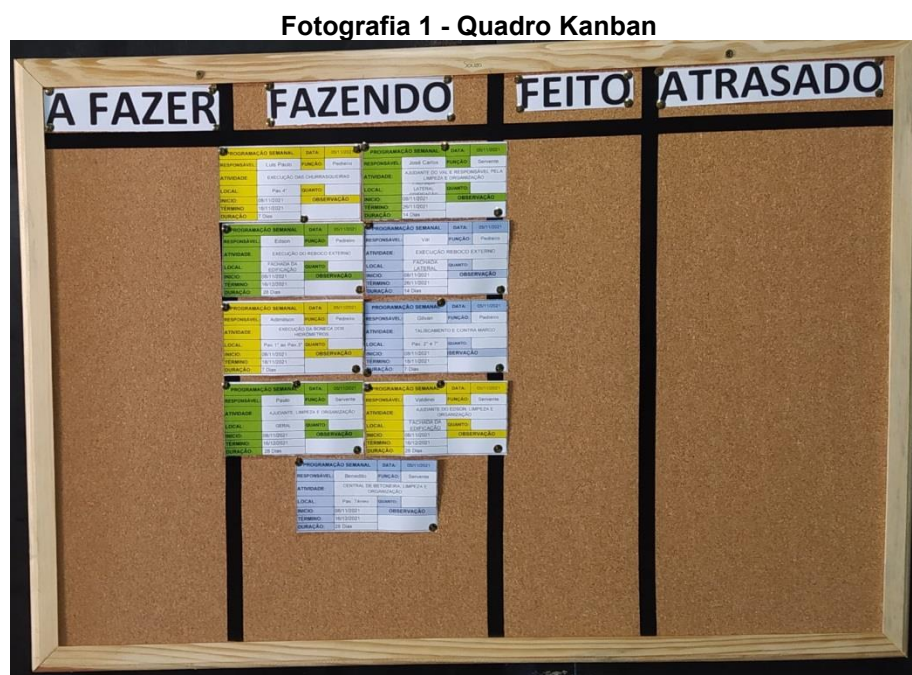
Desta forma, foram criados cartões visuais (Figura 11) para detalhar as informações da programação. Nestes cartões foram especificados os responsáveis pela execução, a atividade a ser desenvolvida, o local, a quantidade a ser produzida, a data de início e término e por fim, algumas observações pertinentes.

Figura 11 - Exemplo de Cartão de Programação Semanal

PROGRAMAÇÃO SEMANAL		DATA:	09/12/2021
RESPONSÁVEL:	Fulano	FUNÇÃO:	Pedreiro
ATIVIDADE:	Execução ilha cozinha e reboco das bonecas		
LOCAL:	Pav.4 , Apto 404	QUANTO:	
INICIO:	13/11/2021	OBSERVAÇÃO	
TÉRMINO:	17/11/2021		
DURAÇÃO:	5 Dias Úteis		

Fonte: Autoria própria (2021)

Conforme mostrado na Fotografia 1, estes cartões de programação foram fixados em um Quadro *Kanban* localizado em um ponto estratégico do canteiro para que todos tivessem acesso. Neste quadro, as divisões contribuem para um melhor mapeamento do andamento do ciclo de produção.



Fonte: Autoria própria (2021)

Ao final de cada semana foram realizadas verificações e análises dos cartões de programação, referentes ao andamento da produção e do cumprimento das atividades planejadas durante estas observações foram diagnosticadas algumas variáveis que com certa frequência se repetiam durante as análises semanais.

Desta maneira foram selecionados os principais problemas observados em campo que contribuíam para que em geral as atividades programadas não fossem realizadas ou não fossem efetivamente concluídas pelos colaboradores durante o fluxo de produção:

- Falta de otimização do canteiro e dos processos executivos;
- Frequentes interrupções nas execuções das atividades programadas para realização de outras atividades;
- Interrupções das atividades pela falta de equipamentos e/ou suprimentos;
- Intersecção das frentes de trabalho;

- Profissionais oficiais trabalhando sem auxílio de ajudantes;
- Número insuficiente de colaboradores;
- Falta de profissionais capacitados;
- Mudança de colaboradores para outras obras da empresa;
- Constantes atestados médicos.

Com a aplicação das ferramentas *Lean* (Cronograma de Curto prazo, Cartões visuais e *Kanban*), foi possível tornar mais visível o andamento das atividades e aproximar os responsáveis gestores com o atual contexto da obra de estudo.

Porém, para compreender melhor o cenário, as dores e identificar as causas raízes responsáveis pela ocorrência destes gargalos na obra, foi realizado uma análise minuciosa das atividades e dos serviços envolvidos no ciclo de produção do edifício.

No Quadro 5 foi realizada uma relação de atividades e/ou serviços que foram acompanhados. Devido à complexidade de análise e ao tempo de pesquisa, foram selecionadas somente as atividades e/ou serviços que apresentaram maior significância durante a observação em campo.

Quadro 5 – Atividades e/ou serviços acompanhados

n°	Atividades e/ou serviços
1	Canteiro de obra (central de produção de argamassa, armazenamento e manuseio de materiais e resíduos, almoxarifado, sistemas de transporte)
2	Estrutura de concreto armado e instalações complementares
3	Regularização de pisos
4	Revestimento cerâmico
5	Revestimento em gesso
6	Revestimento argamassado
7	Pintura

Fonte: Autoria própria (2022)

As atividades e/ou serviços selecionados para análise foram as de números 1 ao 3, para cada um respectivamente, foram analisados as perdas, os desperdícios e os eventuais problemas diagnosticados. As análises e classificações foram embasadas segundo a filosofia enxuta (*Lean Construction*). Desta maneira, após a

análise foram propostas algumas soluções para que haja maior previsibilidade e menor variabilidade do fluxo de produção.

4.3 Levantamento e classificação das perdas e desperdícios identificados nas atividades e serviços da obra

Com base no procedimento metodológico do estudo de caso e no instrumento de observação participante foi possível acompanhar e observar minuciosamente os aspectos envolvidos no fluxo de produção e seus principais gargalos referentes às perdas ocultas e os desperdícios encontrados no edifício residencial e comercial.

Com base nisto, primeiramente foram realizadas análises de algumas atividades e serviços que envolvem o setor do canteiro de obras. Deste modo, a central de produção de argamassa, o armazenamento e manuseio de materiais, a disposição de resíduos, o almoxarifado e o sistema de transporte vertical foram analisados.

Em seguida, foram analisadas também as atividades que envolvem os processos executivos, sendo estas, as estruturas de concreto armado, as instalações complementares e as regularizações de pisos.

- **ATIVIDADE 1: Central de produção de argamassa**

Descrição: Para o processo de certificação de qualidade, a empresa necessitou controlar a produção de argamassa, sendo assim, foi providenciada uma placa informativa contendo o traço para a produção. No entanto o colaborador responsável pela central de argamassa não seguia esta orientação durante a produção do material. Deve-se destacar que a quantidade de cada insumo para o preparo da mistura era realizada por pá.

A Fotografia 2 representa a central de produção de argamassa do canteiro de obras do estudo de caso, nela é possível visualizar que ao fundo existe uma baia (espaço destinado para armazenamento de insumos) que armazena argamassa usinada (mistura de cal, areia e água) e ao lado está disposta uma pequena baia a qual armazena sacos de cimentos vazios.

Conforme representado na Fotografia 2 uma grande quantidade de insumo pertencente a baía está para fora do local de armazenamento, esta ação foi praticada pois a mesma iria receber uma nova remessa de material.

Fotografia 2 - Central de produção de argamassa



Fonte: Aatoria própria (2021)

Ao lado da baía de argamassa usinada está depositado o cimento o qual se encontra em uma área sujeita a umidade conforme representado na Fotografia 3.

Fotografia 3 - Armazenamento de Cimento



Fonte: Aatoria própria (2021)

Identificação e análise: No Quadro 6 foi realizado a identificação de alguns fatores que influenciam diretamente para que a atividade se torne dispendiosa para o fluxo de produção.

Quadro 6- Análise Central de produção de argamassa

ATIVIDADE/ SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO			ANÁLISE
	PROBLEMA	PERDA	DESPERDÍCIOS	FERRAMENTA <i>LEAN</i>
Central de produção de argamassa	Falha no planejamento de aquisição de materiais	Perdas nos estoques	Insumos (cimento, argamassa usinada)	Os 5 porquês
	Logísticas entre os insumos	Perdas no movimento		
	Falta de controle na produção dos traços de argamassa	Perdas no processamento em si		
	Disposição inadequada dos insumos	Perdas por espera, Perdas por transporte		

Fonte: Autoria própria (2022)

Após a análise do processo, puderam-se identificar algumas perdas compatíveis as grandes perdas do Sistema Toyota de produção - STP, sendo elas:

– Perdas nos estoques – como não há nenhum tipo de planejamento de compras e nem o controle de estoques de materiais, a argamassa usinada foi adquirida sem efetivamente ter necessidade para o momento em questão, visto que a baia de armazenamento já estava totalmente abastecida e sem capacidade de armazenamento para uma nova remessa. Deste modo, a aquisição não planejada deste material acarretou para o armazenamento incorreto da argamassa usinada;

– Perdas no movimento – ainda na etapa de produção da argamassa, a falta de um planejamento de layout do canteiro, contribui para que as movimentações se tornem excessiva devido às distâncias entre os insumos necessários para a produção. A dificuldade de acesso à baia de argamassa usinada e a distância entre a central de produção e o sistema de transporte vertical gera maior desgaste físico do colaborador por conta da movimentação;

– Perdas no processamento em si – a negligência na produção da argamassa com o uso de uma pá como unidade de medida, provoca o não

cumprimento do traço requisitado gerando uma mistura mais custosa e com menor qualidade;

– Perdas por esperas – O tempo para a produção e fornecimento da argamassa para as frentes de trabalho se torna maior devido às informalidades do canteiro de obra;

– Perdas por transporte – O fato do caminhão betoneira ter descarregado a argamassa usinada na baia e posteriormente o material ter sido retirado para um local ‘provisório’ por conta do recebimento de uma nova remessa do material, provoca um duplo manuseio.

Após as perdas existentes na atividade de “produção das argamassas” serem ponderadas, foi selecionado o problema mais significativo para ser analisado pela ferramenta 5 porquês, a falha no planejamento de aquisição de materiais.

- Por que houve a falha no planejamento de aquisição de materiais?
- Porque a obra não possui nenhum tipo de planejamento de aquisição de materiais e controle dos níveis de estoques
- Por que a obra possui nenhum tipo de planejamento de aquisição de materiais e controle dos níveis de estoques?
- Porque a empresa não tem um responsável pela área de gerenciamento de obra.
- Por que a empresa não tem um responsável pela área de gerenciamento de obra?
- Porque a empresa não julga necessária a contratação de um profissional capacitado nesta área.
- Por que a empresa não julga necessária a contratação de um profissional capacitado nesta área?
- Porque a empresa possui gargalos presentes em sua cultura organizacional.

Com a aplicação desta técnica foi possível identificar a real causa de ocorrência do problema e compreender como o problema está estruturado.

Sabe-se que, para uma boa estabilidade de uma organização é necessário que seus responsáveis compreendam a real importância e significância da presença de um profissional capacitado à frente de seus produtos, para que se possa garantir que durante o processo não haja situações inesperadas e fora de controle. Um

profissional em uma organização é capaz de prever e lidar com situações indesejadas através da sua habilidade de planejamento, controle e gerenciamento.

A ausência de um profissional gestor contribui para ocorrência de gargalos indesejáveis como é o caso das perdas, dos desperdícios, da falta de previsão, da instabilidade organizacional e da falta de cumprimento de prazos, entre outras.

A presença de um profissional almoxarife proporciona amplo controle sobre os níveis de estoques do canteiro de obra, e viabiliza para que o fornecimento de insumos seja realizado de forma contínua, eliminando possíveis interrupções no ciclo.

Esses aspectos são pontos dentro de um sistema organizacional que limitam a capacidade final de produção e que tornam o processo mais dispendioso em relação há geração de altos custos, sem agregar valor, ou seja, atuam como redutores dos índices de produtividade.

Quanto à falta de divisões de funções dentro de uma empresa, independentemente de seu porte e da quantidade de colaboradores é algo que deve ser destacado, devem existir subdivisões de funções, ou seja, setorização.

A atribuição da divisão de setores em uma empresa representa organização e integração, visto que a mesma evita a sobrecarga de funções em um mesmo setor e/ou pessoa e promove o aumento da produtividade e da agilidade nas ações (NAVARRO, 2022).

Propostas de soluções:

- Contratação de um gestor de obras para gerenciar, planejar e controlar
- Contratação de almoxarife para organizar e controlar os níveis de estoques
- Criação de setorização na empresa (setor de compras, setor de recursos humanos, entre outros...)
- Proporcionar a capacitação de todos os colaboradores

• ATIVIDADE 2: Armazenamento e manuseio de materiais

Descrição: O canteiro de obra armazena materiais de construção para uso interno, mas também serve como estoque para outras obras da empresa, este fato compromete a movimentação no canteiro de obra, visto que o mesmo em sua maior parte encontrava-se acima do limite da capacidade de estocagem.

Um exemplo de material que constantemente era compartilhado com outras obras eram os blocos cerâmicos (Fotografia 4) e os pisos de porcelanato, estes insumos eram descarregados por caminhão *munck*, pois chegavam armazenados em *pallets* o que facilitava o processo de recebimento e transporte do material. Característica como esta, representa positivamente a otimização do tempo do ciclo de produção.

Fotografia 4 - Armazenamento de blocos cerâmicos



Fonte: Autoria própria (2021)

Porém, quando estes insumos eram solicitados pelas outras obras da empresa era necessário mobilizar um grupo de colaboradores para o carregamento manual do material, conforme mostrado nas Fotografias 5 e 6. Este fato tornava o processo vagaroso e dispendioso, pois interrompia o andamento das outras atividades do fluxo de produção.

Fotografia 5 - Transporte de pisos



Fonte: Aatoria própria (2021)

Fotografia 6 - Transporte de Blocos cerâmicos



Fonte: Aatoria própria (2021)

Identificação e análise: No Quadro 7 foi realizado a análise do armazenamento e manuseio de materiais, através deste foi possível identificar alguns problemas que influenciam a ocorrência das perdas e dos desperdícios no fluxo de produção.

Quadro 7 - Análise do armazenamento e manuseio de materiais

ATIVIDADE/ SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO			ANÁLISE
	PROBLEMA	PERDA	DESPERDÍCIOS	FERRAMENTA LEAN
Armazenamento e manuseio de materiais	Armazenamento e compartilhamento de materiais para outras obras	Perdas por transporte	Danos nos materiais oriundos ao armazenamento/ transporte	Diagrama de Ishikawa
	Interrupção do fluxo de produção para carga e descarga manual	Perdas no movimento		
	Falta de controle dos níveis de estoques	Perdas nos estoques		
	Falta de planejamento de locais p/ estocagem	Perdas por transporte e nos estoques		

Fonte: Autoria própria (2022)

Após a análise do processo, puderam-se identificar algumas perdas compatíveis as grandes perdas do STP, sendo elas:

- Perdas por transporte – o fato de a obra de estudo compartilhar materiais com as outras obras da empresa geram perdas por transporte, visto que, quando o material era solicitado o carregamento era realizado de forma manual. O transporte manual de materiais contribui para um manuseio inadequado resultando em possíveis quebras de materiais.

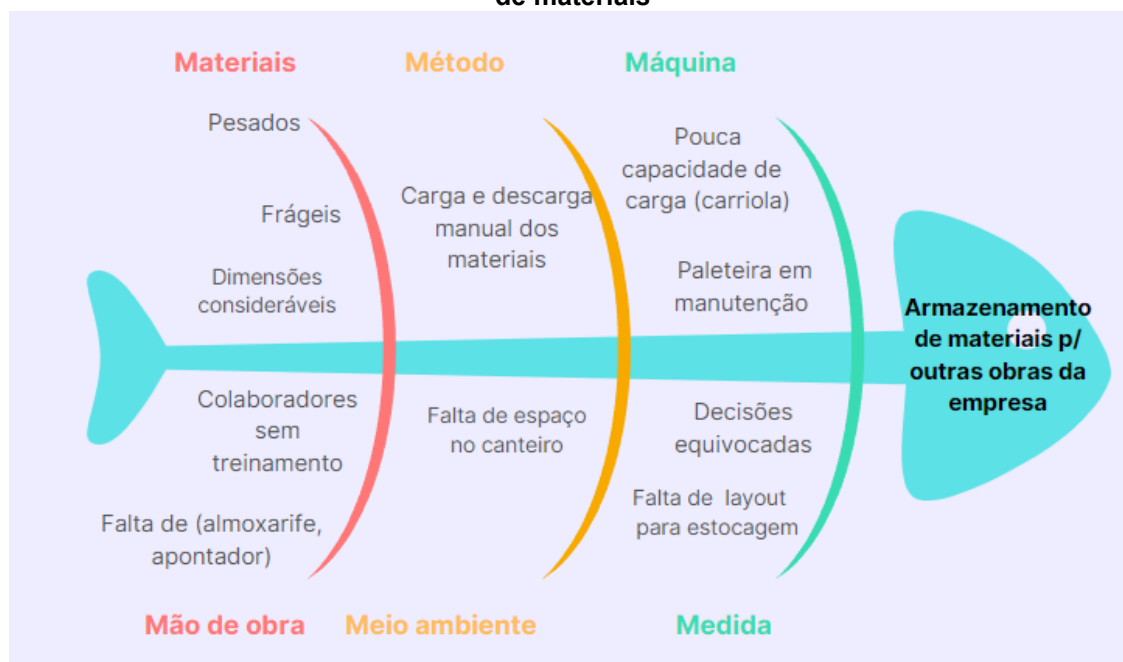
- Perdas no movimento – Tempo excessivo de deslocamento devido às grandes distâncias entre as frentes de trabalho e o canteiro de obras para a realização da carga e descarga de materiais.

- Perdas nos estoques – Os níveis excessivos de estoques geravam falta de espaço no canteiro. A falta de controle de estoque refletia também na interrupção das atividades do fluxo de produção pela falta de materiais.

Após as perdas existentes na atividade de “armazenamento e manuseio de materiais” serem ponderadas, foi selecionado o problema mais significativo para ser analisado pela ferramenta Diagrama de Ishikawa (Figura 12), o armazenamento de materiais no canteiro para outras obras da empresa.

A ferramenta escolhida proporciona uma visão sistêmica do problema possibilitando identificar não somente a causa principal, mas também outras variáveis que causam interferência no efeito.

Figura 12 - Aplicação da ferramenta Diagrama de Ishikawa para o armazenamento e transporte de materiais



Fonte: Autoria própria (2022)

Pelo fato dos materiais da construção civil geralmente apresentarem grandes dimensões, pesos consideráveis e maior fragilidade, demandam maior atenção para seu manuseio, desta forma, exige-se que os colaboradores do canteiro de obras recebam instruções e capacitações para desempenhar com qualidade e segurança seu manuseio.

A organização e disposição destes materiais devem ser planejadas através de um *layout*, para que o espaço do canteiro seja utilizado da melhor maneira possível, garantindo a acessibilidade aos equipamentos de transporte (carricola, paleteira, empilhadeira...) e a otimização no desenvolvimento das atividades do dia a dia.

De maneira geral, é possível compreender que este problema é oriundo ao próprio gerenciamento da empresa e não somente da obra de estudo. Portanto, para sanar este gargalo, é necessário que a empresa reveja e organize seu planejamento para que as outras obras armazenem seus próprios materiais.

Para o desenvolver de todo esse planejamento é fundamental o acompanhamento do profissional gestor de obras para garantir o pleno funcionamento do canteiro, visando qualidade, ergonomia e produtividade para realização dos processos do ciclo.

Propostas de soluções:

A primeira solução proposta deve ser adotada o quanto antes, porém caso não seja possível num primeiro momento, realizar as demais alternativas.

- Individualizar o canteiro de obras para armazenamento de materiais somente para uso interno;
- Criar um layout do canteiro de obras para permitir a passagem de empilhadeira gerando um fluxo acessível e organizado;
- Construções de baias para armazenamento;
- Capacitação dos colaboradores.

- **ATIVIDADE 3: Armazenamento e manuseio de resíduos de madeiras provenientes das formas e dos escoramentos**

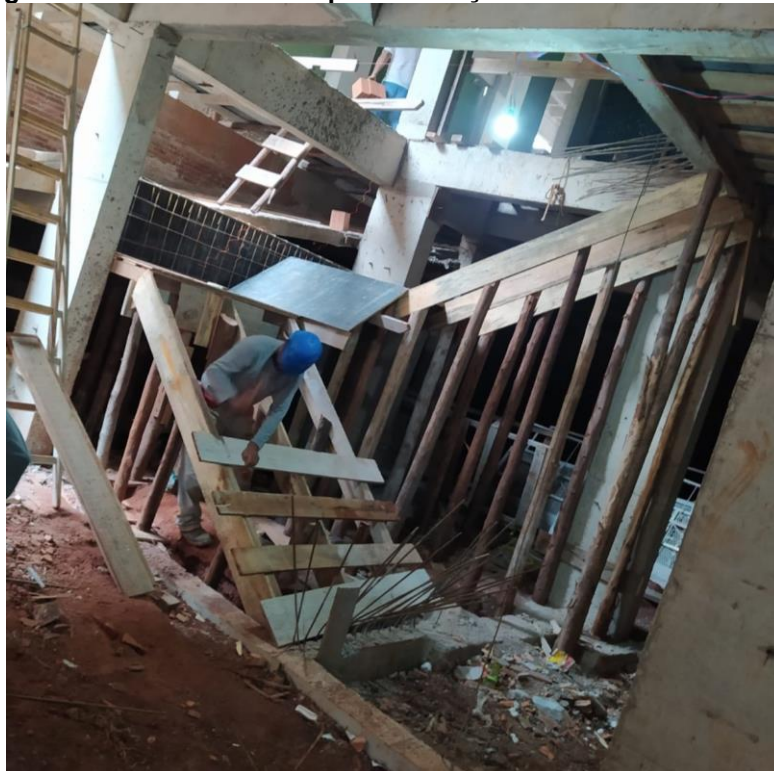
Descrição: Segundo Bambi (2018) pelo fato da madeira ser um material versátil, apresentar custo mais baixo quando comparado ao aço, a madeira é utilizada em larga escala no setor da construção civil para diversas funções. Em decorrência à essa grande utilização existem níveis significantes relacionados as suas perdas e desperdícios dentro dos canteiros de obras.

De acordo com a característica construtiva convencional da obra do estudo, como mostrado na Fotografia 7 o principal e único material utilizado para execução de formas e escoramento de estruturas de concreto armado são as madeiras, madeirites e pregos.

Ainda que, boa parte das formas de madeiras fossem reaproveitadas devido às repetições dos elementos estruturais, foi observado grandes volumes acumulados destes materiais no canteiro de obra. De acordo com as Fotografia 8 e 9, os resíduos não possuíam baias para organização e separação, muitas vezes eram alocados próximos às áreas de vivência do canteiro pela falta de espaço.

A seleção e separação dos materiais para descarte não eram bem conduzidas, pois, grande parte das peças de madeiras apresentavam pregos em boas condições de uso que não foram removidos durante a etapa de desforma, as tábuas e as chapas em sua maioria estavam separadas devido aos cortes inadequados e ao descuido na desforma.

Fotografia 7 - Uso de madeira para execução de fôrmas e escoramento



Fonte: Autoria própria (2021)

Fotografia 8 - Armazenamento de resíduos de madeiras próximos à área de vivência



Fonte: Autoria própria (2021)

Fotografia 9 - Armazenamento de resíduos de madeiras



Fonte: A autoria própria (2021)

Identificação e análise: No Quadro 8 foi realizado a análise do armazenamento e manuseio de resíduos de madeira provenientes das formas e dos escoramentos, através deste foi possível identificar alguns problemas que influenciam a ocorrência das perdas e dos desperdícios no fluxo de produção.

Quadro 8 - Análise do armazenamento e manuseio de resíduos de madeira

ATIVIDADE/ SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO			ANÁLISE
	PROBLEMA	PERDA	DESPERDÍCIOS	FERRAMENTA LEAN
Armazenamento e manuseio de resíduos de madeira provenientes das formas e dos escoramentos	Falta de planejamento de baias p/ armazenar os resíduos	Perdas por transporte	Madeiras, madeirites, pregos	KAIZEN
	Baixa capacidade no sistema de transporte			
	Interrupção do fluxo de produção para transporte dos materiais de desforma	Perdas no movimento		
	Falta de treinamento e/ou instrução dos colaboradores	Perdas no processamento em si		

Fonte: A autoria própria (2022)

Após a análise do processo, puderam-se identificar algumas perdas compatíveis as grandes perdas do STP, sendo elas:

- Perdas no transporte - representam grande significância para esta atividade visto que, para transportar estes resíduos é necessário mobilizar alguns colaboradores por longos períodos de tempo devido à baixa capacidade de carga do guincho;

- Perdas no movimento - excessiva circulação dos colaboradores devido as grandes distâncias de locomoção entre os locais de desforma e armazenamento;

- Perdas processamento em si - ocasionadas pela falta de padronização e planejamento de processos, deficiência de mão de obra, decisões equivocadas de execuções vistas principalmente no manuseio e na separação das peças p/ descarte.

Após as perdas existentes na atividade de “Armazenamento e manuseio de resíduos de madeira provenientes das formas e dos escoramentos” serem ponderadas, foi selecionado o problema mais significativo para ser analisado pela ferramenta Kaizen. Desta forma, para análise da ‘falta de treinamento e/ou instrução dos colaboradores’, a ferramenta escolhida proporciona por meio de perguntas estratégicas baseadas no tempo, um direcionamento diante dos problemas oriundos aos processos produtivos (MOREIRA, 2011).

“Nesta estratégia, os postos-chave para a produção ou processos produtivos são: a qualidade (como melhorá-la), os custos (como reduzi-los e controlá-los), e a entrega pontual (como garanti-la)” (MOREIRA, 2011, p. 48).

A qualidade como melhorá-la? – Promover a capacitação profissional dos colaboradores para que os mesmos consigam alcançar o aprimoramento das suas capacidades técnicas se dispondo para mudanças de hábitos diários no trabalho. O propósito da capacitação é de tornar o profissional mais competente, consciente e zeloso para o desenvolvimento da atividade.

Os custos como reduzi-los e controlá-los? – Com a otimização do ciclo de produção e com as mudanças dos hábitos diários de trabalho prezando a importância do próximo cliente é possível reduzir e/ou eliminar variáveis impactantes, como os desperdícios e as perdas.

Os prazos como garanti-lo? – Através da incorporação de normas, os objetivos almejados são atingidos mais facilmente. Portanto, torna-se possível a continuidade do fluxo de produção com a qualidade especificada.

Apesar do setor da construção civil ainda empregar técnicas convencionais em seus processos executivos, existem soluções técnicas simples que são capazes de otimizar a produtividade, a sustentabilidade e a segurança, como é o caso da substituição do uso da madeira pela utilização metálica na execução de formas e escoramentos de peças estruturais.

Devido aos inúmeros resíduos gerados pelo setor, é imprescindível que um canteiro de obra tenha um local (bacias) reservado para o acondicionamento destes. As bacias possibilitam a separação dos resíduos, e permitem a organização e a limpeza do canteiro, além disso, contribuem para a redução dos custos, pelo fato de que quando separados corretamente são enviados à destinação final mais correta (ECOPETRO, 2019).

Para que as perdas e os desperdícios provenientes deste serviço sejam reduzidos, é de suma importância a disponibilização de projetos de fôrmas e escoramentos, para os colaboradores responsáveis, conforme especificado no item 6.3 da NBR 15696 (2009).

Colaboradores capacitados possuem planejamento e padronização nas tomadas de decisões e seguem também uma sequência lógica de execução. Desta forma, aplicando a metodologia Kaizen na atividade de execução de formas e escoramentos, os cortes nas chapas de madeiras seriam planejados, o manuseio durante a desforma seria realizado de forma cautelosa, os materiais de fixação (pregos) seriam retirados das peças e reutilizados. Mudanças de hábitos diários no trabalho e a preocupação com os próximos clientes do fluxo são capazes de evitar o surgimento de gargalos indesejáveis.

Propostas de soluções:

- Aquisições de formas e escoramentos metálicos;
- Construções de bacias para alojar os resíduos;
- Projetos de formas e escoramentos;
- Promover capacitação profissional.

- **ATIVIDADE 4: Almoxarifado**

Descrição: O almoxarifado conforme mostrado nas Fotografias 10 e 11 é o local onde são armazenados materiais de pequeno porte como, pregos, discos de cortes, adesivos plásticos, lápis de carpinteiro, rejuntas, tintas, conexões hidrossanitárias, entre outras. O almoxarifado principal da obra está localizado no pavimento térreo, porém alguns materiais mais volumosos são alocados em um apartamento no primeiro pavimento.

O setor de almoxarifado da obra não possui almoxarife para organização e controle de estoque, os insumos são recebidos normalmente pelo mestre de obra e todos colaboradores possuem acesso ao ambiente.

Fotografia 10 - Almoxarifado



Fonte: Autoria própria (2021)

Fotografia 11 - Armazenamento de peças hidrossanitárias

Fonte: Aatoria própria (2022)

Conforme observado, os materiais são depositados desorganizadamente sem nenhum tipo de suporte para separação e identificação.

Identificação e análise: No Quadro 9 foi realizado a análise do uso do almoxarifado e através deste foi possível identificar alguns problemas que influenciam a ocorrência das perdas e dos desperdícios no fluxo de produção.

Quadro 9 - Análise do almoxarifado

ATIVIDADE/ SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO			ANÁLISE
	PROBLEMA	PERDA	DESPERDÍCIOS	FERRAMENTA LEAN
Almoxarifado	Falta de organização, identificação e controle de entrada e saída de materiais	Perdas nos estoques	-	5 S
	Falta de locais adequados para armazenamento			
	Falta e/ou excesso do material em canteiro	Perdas por substituição e nos estoques		
	Interrupção do fluxo de produção gerada pela falta de material	Perdas por espera		

Fonte: Aatoria própria (2022)

Após a análise do processo, puderam-se identificar algumas perdas compatíveis as grandes perdas do STP, sendo elas:

- Perdas nos estoques – a falta de organização, controle e de locais apropriados para armazenamento de materiais contribuem diretamente para ocorrências de erros durante aquisições de materiais, pelo fato da dificuldade e complexidade em quantificar os níveis de estoques, os materiais já existentes em canteiro acabam sendo adquiridos novamente e os que estão em falta acabam não sendo notados;

- Perdas por espera – quando as frentes de trabalhos solicitam materiais, o tempo de retorno torna-se vagaroso, devido à falta de um profissional almoxarife e às dificuldades de localização dos materiais;

- Perdas por substituição – oriundo à falta de controle dos níveis de estoques, constantemente alguns materiais ficavam em falta no canteiro, desta forma, eram substituídos por materiais com características de desempenho excedentes ao especificado. Um exemplo observado em campo, foi a utilização de adesivo cola *aquatherm* em tubos e conexões PVC de água fria, sendo assim um adesivo especial e com desempenho excedente ao especificado para tubos e conexões de água fria.

Para análise desta atividade foi realizado uma análise geral da atividade (Figura 13), a ferramenta escolhida, o 5S, proporciona elevar o desempenho da atividade, visando reestruturar a organização do ambiente promovendo agilidade, limpeza, padronização e segurança.

Propostas de soluções:

- Aquisições de prateleiras organizacionais, para separação e identificação de materiais e ferramentas;

- Contratação de um almoxarife para organizar e controlar o almoxarifado;

- Implantação da gestão visual para controle dos níveis de estoques;

- Capacitação e conscientização dos colaboradores quanto à importância da metodologia 5 S.

Figura 13 -Aplicação da ferramenta 5 s para os problemas do almoxarifado



Fonte: Autoria própria (2022)

- **ATIVIDADE 5: Transporte vertical**

Descrição: Como em obras verticais os transportes de materiais são mais complexos que em obras horizontais é necessário o uso de guinchos do tipo cremalheira conforme especificado na NBR 16200 (2013), para garantir que os materiais e os colaboradores chegam com mais facilidade até as frentes de trabalho, evitando assim, o desgaste do profissional.

No estudo de caso o principal meio de transporte vertical é um guincho mecânico simples conforme representado na Fotografia 12. Sua base está localizada no centro do canteiro de obras e não possui um colaborador específico para operação do equipamento, geralmente o responsável pelo setor da central de produção de argamassa acaba operando o guincho.

Fotografia 12 - Sistema de Guincho

Fonte: Autoria própria (2021)

Entretanto, este tipo de guincho possui capacidade somente para transportar os insumos da construção civil, é um equipamento limitado para materiais mais pesados, e para o deslocamento de colaboradores. Em meio à característica do sistema de transporte da obra, o deslocamento das frentes de trabalho é realizado somente pelas escadarias da edificação.

Durante as observações em campo, foram presenciadas inúmeras vezes, 'pane', isto é, falha no funcionamento do motor, no sistema de transporte vertical. A Fotografia 13 representa um destes momentos, onde alguns colaboradores da obra se encontram parados tentando solucionar o problema.

Visto que o equipamento é o único sistema de transporte de materiais, quando ocorre sua quebra é necessário a interrupção de todas as frentes de trabalho até que o problema seja solucionado. Na maioria das vezes o próprio eletricitista da obra, mesmo com pouco conhecimento na área em questão, necessita interromper sua atividade para prestar assistência técnica.

Fotografia 13 - Pane no sistema de Guincho



Fonte: Autoria própria (2021)

Identificação e análise: No Quadro 10 foi realizada a análise do transporte vertical e foi possível identificar alguns problemas que influenciam na ocorrência das perdas e dos desperdícios no fluxo de produção.

Quadro 10 - Análise do sistema de transporte vertical

ATIVIDADE/ SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO			ANÁLISE
	PROBLEMA	PERDA	DESPERDÍCIOS	FERRAMENTA LEAN
Transporte vertical	Sistema limitado quanto ao carregamento	Perdas por transporte	-	Diagrama de Ishikawa
	Sistema inadequado e perigoso			
	Desgaste físico do colaborador para se deslocar entre os pavimentos	Perdas no movimento		
	Absenteísmos por parte dos colaboradores	Perdas por espera		

Fonte: Autoria própria (2021)

Após a análise do processo, puderam-se identificar algumas perdas compatíveis as grandes perdas do STP, sendo elas:

Perdas por transporte – visto que o guincho mecânico é um equipamento inadequado, possui capacidade insuficiente para a demanda da produção e há deficiência de colaboradores capacitados para operação do equipamento. Estes fatores geram manuseios inadequados, quebras de materiais e tornam o processo dispendioso;

Perdas no movimento – o excesso de movimentação para deslocamento de colaboradores entre as frentes de trabalho e à baixa capacidade de carregamento de materiais ocasiona maiores números de viagens;

Perdas por espera – o tempo de retorno ofertado pelo sistema de transporte para às frentes de trabalho torna-se vagaroso devido à falta de operador, a sua velocidade de fornecimento e as longas e frequentes interrupções no fluxo de produção pelas frequentes quebras do equipamento.

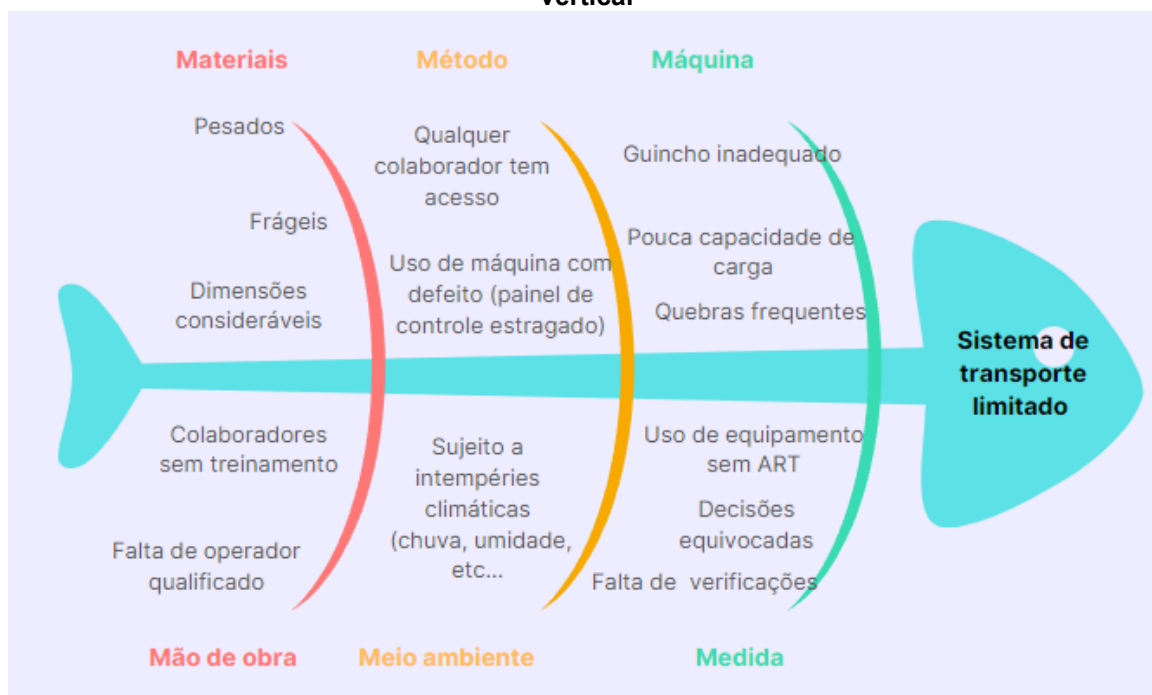
Após as perdas existentes no serviço “transporte vertical” serem ponderadas, foi selecionado o problema mais significativo, o sistema limitado quanto ao carregamento, para ser analisado pelo Diagrama de Ishikawa (Figura 14).

Em geral, os materiais utilizados na construção civil necessitam de cuidados no seu transporte e no seu manuseio para evitar eventuais danos. Desta forma, é necessário que os profissionais envolvidos nestes processos recebam orientações e capacitações para desempenhar com qualidade e segurança sua operação.

Além da necessidade de profissionais capacitados para operação, é de suma importância que o equipamento esteja em perfeitas condições técnicas, ou seja, em vigência com as recomendações da NBR 16200 (2013) para que o transporte possa ser realizado eficientemente com agilidade e segurança. É fundamental também, que as manutenções sejam realizadas periodicamente para evitar interrupções durante o fluxo de produção.

Conforme o que foi diagnosticado em campo, é necessário que o equipamento de transporte do canteiro seja substituído, para que este serviço não gere custos ocultos e comece a agregar valor para o ciclo.

Figura 14 - Aplicação da ferramenta Diagrama de Ishikawa para o sistema de transporte vertical



Fonte: Autoria própria (2022)

Propostas de soluções:

A primeira solução proposta deve ser adotada o quanto antes, porém caso não seja possível num primeiro momento, realizar as demais alternativas.

- Substituição do sistema de guincho por elevador cremalheira;
- Promover o treinamento de um colaborador da própria organização ou contratação de um novo operador devidamente capacitado e, se possível treinado para realizar manutenções quando necessário.

• ATIVIDADE 6: Execuções de elementos estruturais e complementares

Descrição: Durante a observação dos processos construtivos foram detectadas atividades de retrabalho no fluxo de produção do edifício. A maioria destes retrabalhos são consequências advinda pela falta de compatibilização entre elementos estruturais e complementares na etapa de projeto.

Segundo Nascimento (2014) a compatibilização durante o desenvolvimento dos projetos é considerada uma peça chave, pois apresenta a possibilidade de detectar e eliminar os problemas ainda na fase de concepção.

Desta forma, a compatibilização de projetos é intimamente ligada a filosofia *Lean Construction*, devido a ideia principal desta ferramenta estar em evitar retrabalhos, otimizar o tempo de produção, reduzir perdas e desperdícios de materiais. Com a compatibilização de projetos é possível beneficiar a organização com a redução ou eliminação de atividades que não agregam valor, mas sim custos.

Conforme representado nas Fotografias 14 e 15, um dos retrabalhos com maior nível de complexidade identificado foi à falta de previsão de furos nas estruturas de concreto armado para passagens de instalações complementares.

A previsão de furos em estruturas de concreto armado ainda na fase de concepção é de extrema importância para prevenir a ocorrência de posteriores equívocos de execução (rompimento de estrutura). A falta de previsão de aberturas nos elementos compromete diretamente o desempenho a resistência de toda estrutura.

Nas estruturas das lajes, foram observadas algumas passagens, porém a maioria não foram utilizadas, devido estas apresentarem localizações aleatórias, como por exemplo, furos de passagens em salas e em dormitórios. Deste modo, foi necessário a execução de passagens para tubulações hidrossanitárias em todas as lajes dos pavimentos.

Nas vigas, as poucas passagens encontradas também estavam localizadas aleatoriamente, o que incapacitava seu uso na maioria das vezes. Pelo fato do edifício de estudo possuir forração superior em gesso, torna-se inviável a passagem de ramais hidrossanitários por debaixo das vigas por causa da altura final do pé direito.

Portanto as aberturas dos furos nestas estruturas foram necessárias somente para os pavimentos que não atingiram altura de pé direito mínima. A quantidade de aberturas de furos nas estruturas das vigas foi menor, quando comparados às aberturas nas lajes.

A empresa realizou alguns levantamentos de custos para contratação de uma empresa especializada em execução de furos de passagens, porém devido ao valor orçado, foi decidido que as aberturas seriam executadas pelos próprios colaboradores da empresa.

As aberturas nas estruturas das lajes foram executadas por um único colaborador, foram gastos aproximadamente dois meses de trabalho para conclusão desta atividade.

Conforme representado nas Fotografias 14 e 15 o rompimento foi realizado manualmente com auxílio de um martetele rompedor.

Fotografia 14 - Execução de furos de passagens na Laje



Fonte: Autoria própria (2021)

Fotografia 15 - Execução de furos de passagens nas Vigas



Fonte: Autoria própria (2021)

Identificação e análise: No Quadro 11 foi realizada a análise da execução de elementos estruturais e complementares, através deste, foi possível identificar alguns problemas que influenciam na ocorrência das perdas e dos desperdícios, os quais contribuem diretamente para que o fluxo de produção se torne dispendioso.

Quadro 11 - Análise da execução de elementos estruturais e complementares

ATIVIDADE/ SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO			ANÁLISE
	PROBLEMA	PERDA	DESPERDÍCIOS	FERRAMENTA LEAN
Execução de elementos estruturais e complementares	Falta de inspeção e acompanhamento dos processos construtivos	Perdas no processamento em si Perdas por elaboração de um produto defeituoso	Insumos básicos da construção	POKA - YOKE
	Retrabalhos			
	Falta de ergonomia durante as execuções dos processos	Perdas no movimento		
	Aumento na geração de resíduos	Perdas por transporte		

Fonte: Autoria própria (2022)

Após a análise do processo, puderam-se identificar algumas perdas compatíveis as grandes perdas do STP, sendo elas:

Perda no processamento em si – os retrabalhos identificados são consequências das decisões equivocadas tomadas em canteiro, das deficiências da mão de obra, da falta de inspeção e acompanhamento dos responsáveis técnicos durante a execução e liberação da estrutura para concretagem.

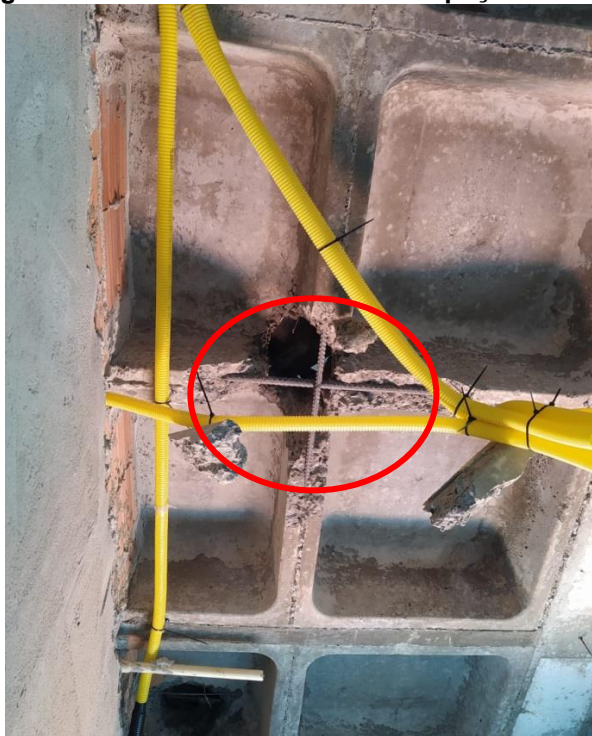
Perdas no movimento – devido durante a execução das estruturas não preverem as passagens de elementos complementares, o colaborador acaba sofrendo um desgaste excessivo, por causa da maior complexidade e falta de ergonomia em refazer o processo.

Perdas por transporte – com a necessidade do rompimento das estruturas de concreto, ocorre o aumento da geração de resíduos em canteiro, o que acarreta no excesso de viagens dos colaboradores para promover o descarte.

Perdas pela elaboração de produtos defeituosos – devido às aberturas não planejadas nas estruturas, os elementos tornam-se vulneráveis e/ou fragilizados por conta da perda da camada de cobertura das armaduras (Fotografia 16) e pelas

grandes exposições às vibrações durante os rompimentos. Deste modo, ocasionando diretamente redução de desempenho (resistência) da estrutura.

Fotografia 16 - Perda de cobertura de peças estruturais



Fonte: Autoria própria (2021)

Após as perdas existentes no “serviço de execuções de elementos estruturais e complementares” serem ponderadas, foi selecionado o problema mais significativo, os retrabalhos, para ser analisado pela ferramenta *Poka-Yoke* (Figura 15). A ferramenta escolhida visa impedir a produção de um produto defeituoso durante o processo de conversão.

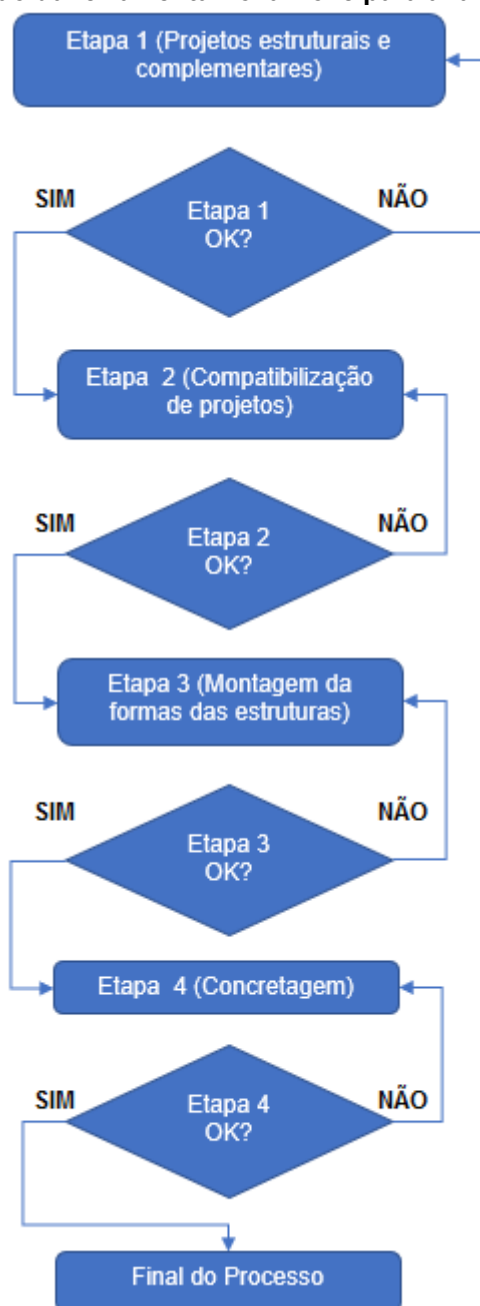
Para que cada processo seja realizado eficientemente e não necessite de retrabalhos, é de suma importância que nenhuma atividade seja iniciada antes de uma análise de viabilidade para constatar se as condições estão apropriadas para o início do processo, caso não esteja, é necessário rever as etapas anteriores.

O caso da atividade em análise, não foi possível ser corrigido apenas revendo as etapas anteriores, pois sua característica de execução não admite erros. Desta maneira a reavaliação das etapas antecessoras auxiliam no entendimento da causa raiz.

Portanto, o procedimento correto para a realização deste serviço, seria respeitar primeiramente os níveis hierárquicos envolvidos, conforme representado

pela Figura 15. Sendo assim, com o auxílio do plano de viabilidade e com a inspeção e o acompanhamento do serviço pelos responsáveis técnicos da obra, os retrabalhos seriam eliminados, pois as aberturas para as passagens das instalações complementares seriam previstas nas estruturas, deste modo não impactariam o andamento e a produtividade das atividades do fluxo.

Figura 15 - Aplicação da ferramenta Poka-Yoke para análises dos retrabalhos



Fonte: Autoria própria (2022)

Propostas de soluções:

- Compatibilização de projetos;
- Maior interação, ou seja, comunicação entre projetistas;
- Realizações de acompanhamentos e inspecionamentos dos processos do ciclo;
- Realizações de planos de viabilidade para início de processos.

- **ATIVIDADE 7: Execuções de contrapiso**

Descrição: Segundo Barros (1995) a etapa predecessora para a execução do revestimento de piso cerâmico é conhecida como ‘contrapiso’ ou como ‘regularização’ (Fotografia 17), ela é responsável por garantir a planicidade dos ambientes e proporcionar as devidas inclinações para o escoamento de águas nas áreas úmidas.

A regularização de pisos, é um serviço pertencente ao ciclo de produção da obra. Esta pode ser executada com espessuras reduzidas, desde que, os responsáveis pelas atividades predecessoras (concretagem da laje) priorize-a. Com esta medida, este serviço passa a ser desenvolvido com mais qualidade e economia.

Fotografia 17 - Execução do Contrapiso



Fonte: Autoria própria (2021)

Os materiais empregados neste serviço são insumos básicos utilizados na construção civil (cimento, areia, pedrisco, água), sua execução foi realizada totalmente de forma manual com o auxílio de um equipamento nível laser para garantir com precisão o nivelamento e as inclinações das superfícies da laje. Este processo foi realizado por colaboradores especializados da empresa.

Durante o acompanhamento da execução deste serviço foram observadas superfícies muito irregulares através das elevadas alturas das taliscas (peças cerâmicas que delimitam a espessura da regularização na superfície) conforme mostrado na Fotografia 18.

A espessura média de regularização para as lajes do edifício atingiu aproximadamente 11 centímetros de irregularidade, o que se contrapõe com a indicação da NBR 13753 (1996) a qual recomenda uma espessura média de 1,5cm a 2,5cm. Deve-se destacar que os responsáveis técnicos estavam cientes pela ocorrência e mesmo assim não tomaram nenhuma medida alternativa.

Fotografia 18 - Altura de regularização



Fonte: Autoria própria (2021)

Para auxiliar o entendimento dos motivos que contribuíram para ocorrência desta perdas e desperdícios encontrados no processo, o conceito de 'cliente interno' criado pelo sistema Toyota de produção será abordado.

O conceito trata cada pessoa ou etapa numa linha de produção como um cliente. Portanto, os clientes internos responsáveis pela execução da laje não previram rebaixos nas áreas úmidas durante o processo de montagem da estrutura, o que afetou diretamente os próximos clientes responsáveis pela regularização.

O desenvolver deste serviço demonstra que a maior parte do tempo empregado foi direcionado para um processo necessário, mas que, pela forma que foi conduzido não agregou valor para o fluxo.

Identificação e análise: No Quadro 12 foi realizado a análise das execuções de contrapiso, através deste foi possível identificar alguns problemas que influenciam a ocorrência das perdas e dos desperdícios no fluxo de produção.

Quadro 12 - Análise das execuções de contrapiso

ATIVIDADE/ SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO			ANÁLISE
	PROBLEMA	PERDA	DESPERDÍCIOS	FERRAMENTA LEAN
Execuções de contrapiso	Elevada espessura de regularização	Perdas por Elaboração de produtos defeituosos	Cimento, areia, pedrisco, água	KAIZEN
	Desgaste físicos e de equipamentos	Perdas no movimento		
	Parada na execução dos serviços por falta de material	Perdas por espera Perdas nos estoques		
	Falta de previsão de rebaixos nas áreas úmidas	Perda no processamento em si		

Fonte: Autoria própria (2022)

Após a análise do processo, puderam-se identificar algumas perdas compatíveis as grandes perdas do STP, sendo elas:

- Perdas pela elaboração de produtos defeituosos – devido à elevada espessura de regularização, o serviço passa a não mais atender as especificações requeridas em norma, contribuindo assim, para à defasagem de sua qualidade e de sua resistência, podendo vir a afetar até mesmo às próximas atividades do ciclo (revestimento cerâmico).

- Perda no movimento – de acordo com o cenário, para conclusão do processo exige-se maior demanda de insumos e maior solicitação dos equipamentos de transporte, deste modo os colaboradores envolvidos se desgastam mais durante a produção dos suprimentos e os equipamentos durante as viagens, tornando o ciclo dispendioso devido ao excesso de movimentação.

- Perda por espera - oriundo ao significativo volume exigido de material para execução, o colaborador responsável pela produção dos insumos passou a ser sobrecarregado, o que reflete em frequentes interrupções do fluxo de serviço pela falta de material para conversão.

- Perda nos estoques – devido à alta demanda de materiais para execução do contrapiso e a falta de controle dos níveis de estoques, com frequência as frentes de trabalhos envolvidas foram interrompidas pela falta de material para desenvolvimento.

- Perda por processamento em si – visto que, durante o desenvolver da etapa de concretagem da estrutura da laje não foram previstos rebaixos nas áreas úmidas dos pavimentos, houve falta de planejamento, padronização de serviço e decisões equivocadas.

Após as perdas existentes na atividade de “execuções de contrapiso” serem ponderadas, foi selecionado o problema mais significativo ‘elevada espessura de regularização’ para ser analisado pela ferramenta Kaizen.

De acordo com os princípios impostos pela ferramenta, por meio de perguntas estratégicas baseadas no tempo foram analisados os pontos-chave para o processo em estudo (MOREIRA, 2011).

A qualidade como melhorá-la? – Garantindo que as etapas do ciclo de produção sejam monitoradas, acompanhadas e inspecionada pelos responsáveis técnicos, com intuito de impedir a produção de produtos que não atendem requisitos de qualidade.

Os custos como reduzi-los e controlá-los? – Com a otimização da execução, ou seja, adotando medidas e/ou materiais alternativos para produção. Deste modo é possível reduzir e/ou eliminar a ocorrência de gargalos (desperdícios e as perdas) que tornam o ciclo dispendioso.

Os prazos como garanti-lo? – Através da implantação de medidas que visam otimizar os processos e com a incorporação de metas e requisitos, os

objetivos almejados são atingidos mais facilmente sem deixar de lado a qualidade, e em consequência, o tempo de produção do ciclo é reduzido.

Conforme descrito a altura média do contrapiso foi de 11cm, e se comparado à recomendação da norma deveria estar em média com 2,5 cm, isto significa que com a espessura de material utilizado era possível executar praticamente a regularização em 5 lajes tipos, ou seja, toda mão de obra, material e tempo foram gastos de forma discrepante.

Se durante a elaboração da estrutura da laje fosse realizado rebaixos nas áreas úmidas a elevada altura de regularização não seria mais um problema, o processo passaria a ser executado mais rapidamente, o custo de execução seria significativamente menor, e o processo viria a agregar valor para o fluxo.

Para contornar e minimizar as perdas e desperdícios envolvidos neste processo, o mercado da construção civil possui alguns materiais alternativos que podem ser utilizados parcialmente na regularização como, a argila expandida e o poliestireno expandido (EPS), estes materiais são caracterizados por serem enchimentos práticos e leves. Além da qualidade desses materiais, com o emprego destes é possível aumentar a produtividade e garantir maior qualidade final ao produto.

Este problema é um gargalo que claramente não possui somente um responsável, ele envolve profissionais técnicos, gestores, colaboradores, ou seja, toda organização. Deste modo, a cultura organizacional da empresa contribui e permite para que ocorrências como estas sejam consideradas irrelevante para o processo, pois em geral foi observado pouco comprometimento e interesse com a qualidade do ciclo.

Propostas de soluções:

- Realizações frequentes de acompanhamentos e inspeccionamentos dos processos do ciclo;
- Buscar medidas, exemplo palestras motivacionais, para promover a conscientização e a importância do comprometimento da equipe com o processo e com o próximo cliente interno;
- Adotar materiais alternativos (argila expandida, poliestireno expandido, etc...) para substituir parcialmente o contrapiso convencional;

4.4 Análise comparativa entre as perdas ocultas encontradas no estudo de caso e as da bibliografia estudada

De maneira geral as principais perdas diagnosticadas no estudo e na bibliografia (Formoso et al. (1996), Mussolini e Graudencio (2019), Ramalho et al. (2015), dentre outros.) foram compatíveis com as grandes perdas do Sistema Toyota de produção (STP). Nas atividades de fluxo e de conversão foram elencadas as perdas mais significantes para o ciclo de produção, e comparadas com os relatos obtidos pela bibliografia.

Respectivamente no estudo, as perdas mais recorrentes foram às por movimentação excessiva, transporte, estoque, espera, processamento em si, elaboração de produtos defeituosos e a substituição.

Quanto as perdas por movimentação excessiva, em sua maior parte foi oriunda às longas distâncias de deslocamento entre as frentes de trabalho, potencializada pela falta de otimização do layout do canteiro e pela falta de transporte vertical. A bibliografia relata que esta perda influencia diretamente na perda de produtividade do ciclo.

As perdas por transporte representaram grande notoriedade para o ciclo, visto que, o principal e único sistema de transporte é um equipamento inadequado para uso e possui capacidade insuficiente para a demanda da produção. Esta perda é potencializada também pela falta de planejamento do canteiro; pela má programação e sincronização das atividades; falta de capacitação dos profissionais para operação e manuseios de equipamento e materiais. Segundo a bibliografia, o índice sob esta perda apresenta maior representatividade do que às advindas das etapas de conversão.

As perdas por estoque em sua grande maioria foram ocasionadas pela falta de: planejamento; setores destinados a compras; controle, locais apropriados para armazenamento, gerenciamento e de profissionais almoxarifes. Segundo a bibliografia, esta perda é considerada por ser responsável muitas vezes pela mudança das atividades planejadas por conta da falta de material. Os índices de dispêndio relacionados a esta, apresentam maior ocorrência e notoriedade do que às perdas advindas pela etapa de conversão.

Quanto as perdas por espera, em geral foram ocasionadas devido às informalidades do canteiro de obra, ou seja, falta de: operador do sistema de

transporte, colaboradores nas centrais de produção, planejamento de aquisições. Esta perda foi potencializada também devido ao tempo de retorno e as frequentes quebras do sistema de transporte. A bibliografia afirma que estas informalidades em um canteiro de obra são capazes de tornar o ciclo dispendioso.

As perdas provenientes ao processamento foram agravadas devido à falta de padronização e planejamento, a defasagem no acompanhamento e na inspeção pelos responsáveis técnicos durante a execução, a falta de qualificação da mão de obra e as tomadas de decisões equivocadas. Na bibliografia foram encontrados gargalos compatíveis aos identificados no estudo, principalmente nas etapas de inspeções devido à falta de profissionais qualificados.

As perdas por elaboração de produtos defeituosos foram consequências da falta de: compatibilização de projetos, interação e comunicação entre os projetistas e os colaboradores. Desta forma, estes problemas refletiram e contribuíram para elaboração de produtos que não atendem requisitos e especificações impostos pelos clientes e por norma. A bibliografia afirma que a falta de profissionais para inspeção das atividades e serviços originam produtos defeituosos e frequentes atividades de retrabalho.

Por fim, as poucas perdas por substituição diagnosticadas nas atividades e serviços foram oriundas ao uso de materiais com características de desempenho excedentes ao especificado. Deve-se destacar que neste estudo esta perda foi potencializada pela perda por estoque, pois devido à defasagem no controle dos níveis de estoques, constantemente alguns materiais ficavam em falta no canteiro, desta forma, eram substituídos.

Os resultados das análises das atividades demonstram que é possível otimizar a produtividade e a qualidade do ciclo de produção através da aplicabilidade de boas práticas, sem a necessidade de grandes investimentos.

Assim como a bibliografia relata, os resultados obtidos durante as análises realizadas sob as perdas e os desperdícios no estudo em questão também levam a conclusão de que a maior parte das perdas de materiais na construção civil são oriundas às falhas de gerenciamento.

5 CONCLUSÃO

O objetivo inicial de analisar os diferentes e mais frequentes tipos de desperdícios e perdas ocultas ocorrentes no canteiro de obra do estudo de caso foi efetivamente concluído. Para tanto, também foram analisadas a aplicabilidade da filosofia *Lean Construction* na possibilidade de eliminação ou redução de atividades que não agregam valor. O estudo busca aprimorar os métodos de gerenciamento por meio da aplicabilidade da filosofia enxuta, a fim de proporcionar estabilidade para o ambiente operacional.

Nos primeiros momentos de observação em campo foram ressaltados alguns gargalos presentes no ciclo de produção, dentre eles destaca-se a dificuldade dos gestores e colaboradores em relação ao controle das atividades e seus cumprimentos de prazos estabelecidos pelo cronograma, dificuldade em estabelecer sequência bem definidas de processos para garantir a sincronização do andamento de atividades previstas com as executadas.

Desta forma para contornar o atual cenário da obra, a estratégia foi propor a aplicabilidade em campo de um cronograma à curto prazo vinculado com a gestão visual e o *Kanban*, com intuito de estimular maior controle sobre o andamento do fluxo de produção, tornar mais visível a estruturação e a sequência das atividades e aproximar os responsáveis gestores com o contexto da obra.

Além destes fins, o objetivo principal do cronograma à curto prazo foi analisar o desenvolvimento das atividades, a fim de identificar eventuais gargalos que favorecem para a manifestação das perdas e dos desperdícios.

Os dados obtidos pela aplicabilidade do cronograma de curto prazo evidenciaram alguns problemas no ciclo de produção, porém para compreender melhor o cenário, as dores, e identificar as causas raízes responsáveis pela ocorrência destes gargalos na obra, foi necessário à realização de uma análise minuciosa das atividades e dos serviços envolvidos no ciclo.

Deste modo, foram analisadas as atividades que apresentaram maior significância durante a observação em campo, para cada atividades e/ou serviços foi selecionado um problema e realizado uma análise sistêmica. Para a realização das análises foi possível testar e empregar diversas ferramentas *Lean* (5 porquês, Diagrama de Ishikawa, Kaizen, 5S, Poka-Yoke, entre outras...) que em geral não são muito abordadas em bibliografias.

As perdas identificadas segundo seu controle caracterizaram-se por ser evitáveis devido ao custo de prevenção ser menor do que o custo de ocorrência, sendo que o emprego de simples mudanças produziria resultados significantes para a logística e para o fluxo de produção.

Já as perdas segundo sua natureza foram as que mais se destacaram no estudo, respectivamente as perdas mais recorrentes foram às por movimentação excessiva, transporte, estoque, espera, processamento em si, elaboração de produtos defeituosos e a substituição.

Em geral, foi diagnosticado que as atividades que antecedem a etapa de conversão expressam índices consideráveis de perdas e os principais momentos de incidência estão vinculadas à produção do material, a carência de checagem e/ou inspeção de materiais durante o recebimento, a falta de almoxarifado para organizar e controlar os níveis de estoque, a falta de um sistema de transporte adequado e a forma de armazenamento de materiais e resíduos.

As perdas durante a realização dos processos produtivos em geral foram oriundas à carência de: responsáveis técnicos para inspeção e acompanhamento do desenvolver dos processos; profissional gestor de obras; plano de viabilidade; comunicação e interação entre colaboradores e responsáveis técnicos; emprego de técnicas de otimização, ou seja, adoção de medidas e/ou materiais alternativos para produção; e comprometimento da equipe com o processo e com o próximo cliente interno.

As análises dos processos executivos demonstram que a maior parte do tempo empregado é direcionada para processos necessários, mas que, devido à forma de condução acaba não agregando valor para o fluxo e sim custo.

As análises levam a conclusão que na maior parte dos casos os materiais fisicamente não são desperdiçados, mas sim utilizados de forma desnecessária. O uso excessivo destes, são consequências das falhas de gerenciamento e da falta de instrução e capacitação dos colaboradores.

Desta forma, os resultados demonstram que a filosofia *Lean Construction* é totalmente adequada e aplicável ao setor da construção civil pois permite otimizar a produtividade, reduzir a variabilidade e promover maior previsibilidade a estabilidade sem a necessidade de grandes investimentos.

Para que o modelo enxuto de construção possa ser adotado eficientemente no setor é necessária uma ampliação dos conhecimentos referentes ao tema, para que todos envolvidos possam agregar valor e propor medidas que potencializem o ciclo de produtivo.

5.1 Indicações para trabalhos futuros

Como verificado ao decorrer do estudo de caso, o setor da construção civil apresenta inúmeras defasagem em seu ciclo produtivo. Estas variáveis são responsáveis por tornarem o setor imprevisível, frágil e dispendioso, desta forma estes pontos impactam diretamente no custo da obra.

Desta maneira, propõe-se para trabalhos futuros uma quantificação mais abrangente das perdas e dos desperdícios para possibilitar efetuar análises comparativas entre o valor previsto e o valor total gasto na obra.

Através desta análise comparativa torna-se possível representar o quão importante e necessário é estimular a eliminação e a redução das perdas e dos desperdícios para que empresas do setor consigam produzir consumindo menos, elevando assim seu lucro e se sobressaindo às demais concorrentes.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, M.G. CARVALHO, R.S. SPERANZA, D.H. **Construção enxuta:** Definição e aplicação no canteiro de obras. Revista de Engenharia e Tecnologia, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 1-12, set. 2019. ISSN 2176-7270 versão *online*. Disponível em: <https://www.revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/13106/209209211468>. Acesso em: 03/11/2021.
- ANTUNES, E. ZACKO, A. **Análise de fatores que interferem na produtividade da construção civil.** 2019. Artigo (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13753:** informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15696:** informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16200:** informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- BAMPI, Géssica Barbosa. **Perdas de madeira na execução do sistema de fôrmas para concreto em obras de construção civil.** 2018. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018.
- BARROS, M. M. S. B. de. **Recomendações para a produção de contrapisos para edifícios** // Boletim Técnico USP. - São Paulo, 1995.
- BRASIL. Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC. **Posicionamento – Construção Civil é a locomotiva do crescimento, com emprego e renda.** 2020. Disponível em: <https://cbic.org.br/posicionamento-cbic-construcao-civil-e-a-locomotiva-do-crescimento-com-emprego-e-renda/>. Acesso em: 28/09/2021.
- BRASIL. Governo Federal - Gov. **Programa Brasileiro da Qualidade e produtividade do Habitat.** Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/pbqp-h/o-pbpq-h/programa-brasileiro-da-qualidade-e-productividade-do-habitat>. Acesso em: 04/05/2022.
- DE SOUZA, U.E.I. **Como reduzir perdas nos canteiros:** Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. In: SOUZA, U.E. Classificação das perdas. 1. ed. São Paulo: Editora Pini Ltda, 2005. p. 37.
- Federação das Indústrias do estado do Paraná - Fiep. **Gestão de Resíduos na construção civil: Redução, Reutilização e reciclagem.** Nordeste. 2005.

FERREIRA, A.D. **Lean Construction em obras públicas**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, 2014.

FIGUEIREDO, L.A. **Implantação da filosofia Lean em empresas de construção civil**. 2015. Dissertação (Mestre em engenharia da Produção) -Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal, 2015.

FORMOSO, C.T et al. **As perdas na construção civil: CONCEITOS, CLASSIFICAÇÕES E SEU PAPEL NA MELHORIA DO SETOR**. Porto Alegre, UFRGS, 1996.

FORMOSO, C.T. MOURA, C.B. **Análise quantitativa de indicadores de planejamento e controle da produção**: impactos do Sistema *Last planner* e fatores que afetam a sua eficácia. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 3, p. 1 - 18, jul./set. 2009. ISSN 1678-8621 versão *online*. Disponível em: <https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/7695/6624>. Acesso em: 02/11/2021.

GHINATO, P. **Jidoka: mais que “Pilar da qualidade”**. Lean Way Consulting. p. 1-11, 2006.

GIL, A.C. **Método e técnica de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019. ISBN 9788597020571.

GONÇALVES, J. MOREIRA, M. NEVES, D. **Influência dos custos ocultos na construção civil**: Análise de um empreendimento em Belém do Pará. X Colóquio Organizações, Desenvolvimento e Sustentabilidade – CODS 2019. BELÉM. P, 1-18. nov. 2019.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Austin, Texas: The Construction Industry Institute (CI), 1992. (Technical Report, 72).

LEOPOLDO, j. V. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade**. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

MENDES, J.F. **Desperdícios e perdas de materiais na construção civil**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2017.

MOREIRA, S.P. **Aplicação das ferramentas L. Caso de estudo**. 2011. Dissertação (Mestre em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2011.

MUSSOLINI, T. GRAUDENCIO, J. **Aplicação da técnica de mapeamento IDEF-SIM para identificação e análise de desperdício em uma empresa do setor da construção civil**. Itajubá, p. 1-15, 2019.

NASCIMENTO, José Marcos do. **A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil**. Revista Especialize On-line IPOG, v. 1, n. 7, p. 1-11, 2014.

NAVARRO, L. **Entenda a importância da organização dos setores da empresa**, IDEBRASIL. Disponível em <http://www.idebrasil.com.br/blog/importancia-da-organizacao-setores-da-empresa/>. Acesso em: 21/04/2022.

OROSKI, T.C. **Análise da aplicação do modelo *Lean Construction* em canteiros de obras rodoviários**: Estudo de campo em trecho da BR 158. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE APUCARANA, 2021. Disponível em: <https://www.visiteapucarana.com.br/travel-guide/conhecendo-apucarana/>. Acesso em: 22/11/2021.

QUINDERÉ, A. **O que é e como aplicar o *Lean Construction***. AGILEAN. Disponível em <https://agilean.com.br/o-que-e-e-como-aplicar-o-lean-construction/>. Acesso em: 27/10/2021.

RAMALHO, R. MORAES, J. SANTANA, G. SANTOS, F. MARTINS, V. **Identificação de perdas no sistema de produção de uma empresa de construção civil com base no sistema Toyota de produção**. XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: PERSPECTIVA GLOBAIS PARA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Fortaleza. p, 1-13. out.2015.

ROSA, F.P. **Perdas na construção civil: Diretrizes e ferramentas para controle**. 2001. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

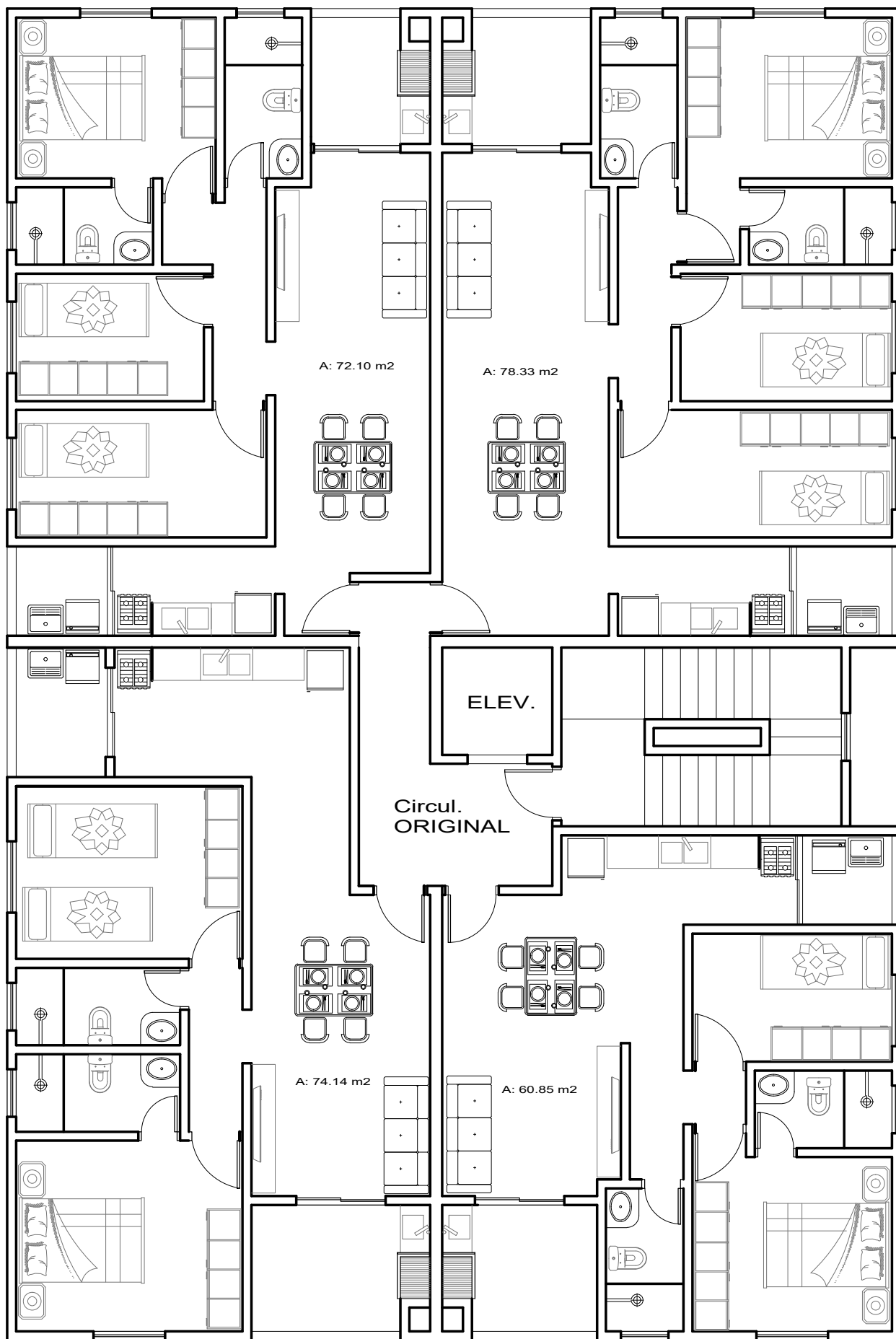
SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos**. ANTAC, 2006.

SHIGEO, S. **O sistema Toyota de Produção**: Do ponto de vista da Engenharia de Produção. *In*: SHINGO, SHIGEO. Os princípios do Sistema Toyota de Produção. Porto Alegre: Bookman, 2007.p.103.

Silva, *Web Content & SEO Associate*, LATAM. **Metodologias de Gerenciamento de Projetos**: 10 opções para te ajudar a alcançar seus objetivos. Disponível em: <https://www.zendesk.com.br/blog/metodologias-gerenciamento-projetos/>. Acesso em: 13/10/2021.

ZANELLA, L.C. **Metodologia de pesquisa** / Liane Carly Hermes Zanella. – 2. ed. reimp. – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/ UFSC, 2013. 134 p.: il.

ANEXO A - Layout pavimento tipo



LAYOUT
Escala 1/200