



# **FERRAMENTAS DE APOIO À IMPLEMENTAÇÃO LEAN CONSTRUCTION EM PROJETOS**

**Pedro Renan Farias Tavares**

Relatório Final de Dissertação Apresentado à  
**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**  
**Instituto Politécnico de Bragança**

Para Obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia da Construção**

Outubro 2020

Esta página foi intencionalmente deixada em branco



# **FERRAMENTAS DE APOIO À IMPLEMENTAÇÃO LEAN CONSTRUCTION EM PROJETOS**

**Pedro Renan Farias Tavares**

Relatório final de Dissertação Apresentando à  
**Escola Superior de Tecnologia e Gestão**  
**Instituto Politécnico de Bragança**

Para a Obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia da Construção**

No Âmbito da Dupla Diplomação Com a  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS**

Orientador:

Prof. Doutor Rui Alexandre Figueiredo de Oliveira

Coorientador:

Prof. Mestre Nelson de Oliveira Quesado Filho

Outubro 2020

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, a Deus por tudo.

Em seguida, estendo meu grande sentimento de gratidão às diversas pessoas que agregaram a este trabalho.

Ao orientador e amigo, Professor Doutor Rui Alexandre Figueiredo Oliveira, o qual tive a satisfação de dividir ideias e sempre através de muito diálogo, auxiliou na percepção e modelagem do estudo, com palavras “entrelinhas” e “funil de ideias”, que fizeram-me superar e sair da zona de conforto, buscando sempre o melhor e mais completo pensamento.

Ao coorientador Professor Mestre Nelson de Oliveira Quesado Filho, que contribuiu com o estudo agregando ideias e sugestões.

Aos profissionais que colaboraram com o estudo de caso e estudo piloto, auxiliando na resolução do questionário como fonte de coleta de dados.

Não poderia deixar de agradecer aos meus pais Afonso e Quitéria, por serem meus exemplos e fontes de felicidade, alegria, respeito, amor e resiliência. Obrigado por confiarem e acreditarem nos meus sonhos e por minhas conquistas serem sempre motivo de vibração e torcida. Obrigado ainda, por influenciarem positivamente nos meus valores humanos. Sou muito feliz em ter vocês ao meu lado.

Aos meus irmãos Afonso e Ana, pela nossa união, amor, respeito e carinho. Obrigado por sempre estarem presente em minha vida com seus conselhos e brincadeiras.

À Rosa, por cuidar de mim e sempre estar comigo.

Aos meus grandes exemplos e avós, Afonso Tavares e Jose Luís, agradeço por desenvolveram em mim os mais nobres valores de humildade, perseverança, resiliência, amor e fé.

Aos meus amigos, que me acompanharam em diversas fases da vida, no Colégio Dom Bosco, Colégio Luciano Feijão, Unichristus e Instituto Politécnico de Bragança, e outras muitas amizades realizadas fora desses locais. A vocês, agradeço o carinho, a preocupação e as conversas, brincadeiras e orientações.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá. ”

(Ayrton Senna)

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

## ABSTRACT

The civil construction is an industry of great magnitude, thus having great intervention in the impact social, economic and environmental, in this context, has great sustainable responsibilities, so the Lean Construction methodology, may be encompassed and related, having as basic concept the minimization or mitigation of waste as a possibility of being integrated in that sector of activity.

The Lean Construction methodology, has aligned the vision of Toyota Production System, Lean Production and Lean Thinking, following these visions, this methodology is sedimented in civil construction and the study addresses the development of practical tools for implementing this philosophy, which can reduce waste and add value to the client.

The study approaches a research methodology that includes a case study with data collection source, using the closed answer questionnaire. The results obtained by the case study evidence the achievement of the study objectives and the analysis of possible implementation practices in the current scenario, besides observing and understanding which tools are also covered by the Lean Construction methodology.

The tool board is intended to present a proposal with thematic aspects considered important, which were developed from the tools chosen through the results of a study aimed at experts in the field. The tools for the implementation of Lean Construction in projects are directed to a target audience for professionals who have contact with this area, assisting them in their area of intervention and being an initial help in implementing solutions with Lean Construction tools.

Keywords: *Lean Construction*, Sustainability, Toyota Production System, Lean Production, Lean Thinking, Practical Lean Construction Tools;

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

## RESUMO

A construção civil é uma indústria de ampla magnitude, tendo grande impacto social, econômico e ambiental. Nesse contexto, possui grandes responsabilidades no cômputo da sustentabilidade e que visam a minimização ou mitigação de desperdícios, vindo a metodologia *Lean Construction* como possibilidade de ser integrada nesse sector de atividade.

A metodologia *Lean Construction*, alinha-se às visões do *Toyota Production System*, *Lean Production* e *Lean Thinking*. Baseando-se nesses modelos, passou a ser implementada na construção civil. O presente estudo aborda o desenvolvimento de ferramentas práticas de possível implementação dessa filosofia, de forma a reduzir desperdícios e agregar valor ao produto atendendo à visão do cliente.

O estudo aborda uma metodologia de investigação que compreende um estudo de caso, tendo como fonte de coleta de dados um questionário de respostas fechadas. Os resultados obtidos pelo estudo de caso evidenciam o alcance aos objetivos do estudo e a análise das práticas de possível implementação perante o cenário atual, além de observar e compreender quais as ferramentas, também abrangidas pela metodologia *Lean Construction*.

Com o quadro de ferramentas pretende-se a apresentação de uma proposta com aspetos temáticos considerados importantes, que foram desenvolvidos a partir das ferramentas escolhidas mediante os resultados de um estudo dirigido a especialistas na área. As ferramentas á implementação *Lean Construction* em projetos é dirigido a um público-alvo destinado a profissionais que possuem contato com esta área, auxiliando-os na sua área de intervenção e sendo um auxiliar inicial na implementação de soluções com as ferramentas *Lean Construction*.

Palavras-chaves: *Lean Construction*, Sustentabilidade, *Toyota Production System*, *Lean Production*, *Lean Thinking*, Ferramentas práticas de *Lean Construction*;

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

# SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS .....	V
ABSTRACT .....	VIII
RESUMO .....	X
LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....	XVII
LISTA DE QUADROS .....	XIX
LISTA DE ABREVIATURAS.....	XXI
1. INTRODUÇÃO.....	- 25 -
1.1 Enquadramento.....	- 25 -
1.2 Objetivos.....	- 26 -
1.3 Metodologia e plano de investigação – Breve Abordagem .....	- 26 -
1.4 Estrutura da dissertação .....	- 27 -
2. SUSTENTABILIDADE.....	- 29 -
2.1 Contexto da Sustentabilidade .....	- 29 -
2.2. Os impactos da Construção Civil .....	- 33 -
2.2.1 Consumo de Recursos .....	- 34 -
2.2.1.1 Consumo de Energia.....	- 34 -
2.2.1.2 Consumo de Materiais .....	- 34 -
2.2.1.3 Resíduos .....	- 35 -
2.2.2 Problemas Ambientais.....	- 36 -
2.2.2.1 Aquecimento Global.....	- 36 -
2.2.2.2 Poluição da Atmosfera.....	- 37 -
2.3 Construção Sustentável.....	- 37 -
2.3.1. Contexto da Construção Sustentável .....	- 37 -
2.3.2 Novo Paradigma da Construção .....	- 38 -

2.4	Técnicas construtivas visando a sustentabilidade.....	- 39 -
2.4.1	Utilização de Fontes Renováveis.....	- 39 -
2.4.2	Eficiência Energética.....	- 40 -
2.4.2.1	Práticas Passivas .....	- 41 -
2.4.2.2	Práticas Ativas .....	- 43 -
2.4.3	Materiais .....	- 44 -
2.4.5	Conceito Lean Construction integrado na sustentabilidade .....	- 45 -
3.	LEAN CONSTRUCTION.....	- 48 -
3.1	Introdução .....	- 48 -
3.2	Contextualização do Lean.....	- 48 -
3.2.1	Lean Production.....	- 48 -
3.2.2	Toyota Production System .....	- 49 -
3.2.3	Lean Thinking .....	- 50 -
3.2.3.1	Princípios fundamentais do Lean thinking.....	- 50 -
3.2.3.2	Tipos de desperdícios .....	- 51 -
3.3	Lean Construction.....	- 53 -
3.3.1	Contextualização do Lean Construction.....	- 53 -
3.3.2	Lean Design.....	- 56 -
3.3.2.1	Gestão de Projecto.....	- 56 -
3.3.2.2	Caracterização do Lean Design .....	- 57 -
3.4	Ferramentas Lean Construction .....	- 59 -
3.4.1	Value Stram Mapping.....	- 60 -
3.4.2	Instruções de Trabalho.....	- 61 -
3.4.3	Reuniões de Revisão de Desempenho .....	- 62 -
3.4.4	4 Target Value Design.....	- 63 -
3.4.5	Building Information Modelling .....	- 64 -
3.4.6	Metodologia 5S .....	- 64 -

3.4.7 Last Planner System .....	- 66 -
3.4.8 Kaizen .....	- 67 -
3.4.9 Design de Manutenção .....	- 68 -
4. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO APLICADA NO ESTUDO .....	- 69 -
4.1. Enquadramento metodológico da pesquisa .....	- 69 -
4.2 Delineamento da pesquisa/ Plano de Investigação .....	- 71 -
4.2.1 Desenvolvimento da pesquisa bibliográfica .....	- 72 -
4.2.2 Estudo de Opinião .....	- 72 -
4.2.3 Estudo de Caso .....	- 74 -
5. ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	- 77 -
5.1 O questionário da ferramentas de apoio a implementação Lean Construction em projetos .....	- 78 -
5.1.1 Formulação das questões do questionário .....	- 78 -
5.1.1.1 Primeiro grupo de questões .....	- 79 -
5.1.1.2 Segundo grupo de questões .....	- 79 -
5.1.2 Caracterização dos intervenientes .....	- 83 -
5.1.3 Estudo de Opinião .....	- 84 -
5.2 Sedimentação da pesquisa.....	- 87 -
5.2.1 Resultados sobre conhecimento dos Intervenientes acerca de ferramentas LEAN Construcion .....	- 87 -
5.2.2 Resultados sobre a ferramenta Value Stream Mapping.....	- 89 -
5.2.3 Resultado sobre a ferramenta Instrução de Trabalho .....	- 90 -
5.2.4 Resultado sobre a ferramenta Reunião de Revisão Desempenho.....	- 91 -
5.2.5 Resultado sobre a ferramenta Target Value Design .....	- 92 -
5.2.6 Resultado sobre a ferramenta Building Information Modeling.....	- 93 -
5.2.7 Resultado sobre a ferramenta 5S .....	- 94 -
5.2.8 Resultado sobre a ferramenta Last Planner System.....	- 95 -
5.2.9 Resultado sobre a ferramenta Kaizen .....	- 96 -

5.2.10 Resultado sobre a ferramenta Design de Manutenção.....	- 97 -
5.3 Análise dos Resultados.....	- 98 -
6 CONCLUSÕES.....	- 105 -
6.1 Principais Conclusões.....	- 105 -
6.2 Contribuições do estudo.....	- 106 -
6.3 Trabalhos Futuros.....	- 107 -
Referências.....	- 109 -
Anexo A ( Questionário do Estudo Piloto).....	- 120 -
Anexo B (Questionário do Estudo de Caso).....	- 121 -
Anexo C (Quadro ferramentas de apoio a projetos na implentação do Lean Construction) .....	- 124 -

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Três pilares da sustentabilidade .....	- 31 -
Figura 2- Impactos da Construção Civil relacionado a Sustentabilidade .....	- 33 -
Figura 3– Composição de energia primária em Portugal no ano 2018 .....	- 34 -
Figura 4- Composto de matérias que incorporam energia num edifício .....	- 35 -
Figura 5- Produção de resíduo por atividade econômica e doméstica .....	- 36 -
Figura 6 - Impactos da Aquecimento Global .....	- 36 -
Figura 7- Processo simplificado da construção sustentável .....	- 37 -
Figura 8– Processo evolutivo do novo paradigma da construção .....	- 38 -
Figura 9 - Potencial instalada de Energia Solar Fotovoltaica nos anos 2005 a 2015..	- 40 -
Figura 10 - Empreendimento com captadores de vento .....	- 41 -
Figura 11 - Iluminação no ambiente.....	- 42 -
Figura 12- Esquematização do processo da Parede Trombe .....	- 42 -
Figura 13- Cobertura verde .....	- 43 -
Figura 14 - Sistema de aquecimento de água por meio de placas fotovoltaicas .....	- 44 -
Figura 15- Relação entre Lean e Sustentabilidade .....	- 47 -
Figura 16 - Casa do Toyota Production System .....	- 49 -
Figura 17 - Ciclo de produção do Lean Construction .....	- 54 -
Figura 18 - Relação entre Lean e Inovação .....	- 55 -
Figura 19 - Formulação do projeto .....	- 56 -
Figura 20- Esquematização do fluxo de projeto enxuto .....	- 58 -
Figura 21 - Fluxo de valor .....	- 61 -
Figura 22- Metodologia 5S.....	- 65 -
Figura 23- Fluxo de planejamento da atividade e recursos .....	- 66 -
Figura 24 - Intervenção qualitativa.....	- 71 -
Figura 25 - Mapeamento do ciclo de produção que forma o projeto .....	- 125 -
Figura 26 - Mapeamento do processo de Projeto com o fluxo de valor.....	- 126 -
Figura 27 - Mapeamento Futuro do processo do Projeto .....	- 127 -
Figura 28 - Exemplo de layout do canteiro de obra .....	- 128 -
Figura 29 - Etiquetas para facilita a organização .....	- 129 -
Figura 30 - Quadro para organizar atividades do Projeto.....	- 129 -
Figura 31- Padronização do Projeto .....	- 130 -
Figura 32 – Eventos interagindo entre as equipes .....	- 131 -

Figura 33- Planejamento Principal do projeto.....	- 131 -
Figura 34- Plano de Antevisão do Projeto.....	- 132 -
Figura 35 - Plano de trabalho semanal do Projeto.....	- 132 -
Figura 36– Manual para Manutenção .....	- 134 -
Figura 37 – Comunicação Visual para facilitar a compreensão do cliente .....	- 134 -

# LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Ferramentas Lean Construction .....	- 60 -
Quadro 2- Abordagens metodológicas .....	- 70 -
Quadro 3- Pontos Fortes e Fracos do questionário.....	- 75 -
Quadro 4 - Caracterização do roteiro de questionário final.....	- 76 -
Quadro 5- Primeiro grupo de questões .....	- 79 -
Quadro 6- Princípios do Lean Construction .....	- 80 -
Quadro 7- Ferramentas Lean Construction .....	- 81 -
Quadro 8- Grupo de questões sobre Value Stream Mapping .....	- 81 -
Quadro 9- Grupo de questões sobre Instruções de Trabalho.....	- 82 -
Quadro 10- Grupo de questões sobre Reunião de Revisão de Desempenho.....	- 82 -
Quadro 11- Grupo de questões sobre Target Value Design .....	- 82 -
Quadro 12- Grupo de questões sobre Building Informarion Modeling.....	- 82 -
Quadro 13- Grupo de questões sobre 5S .....	- 83 -
Quadro 14- Grupo de questões sobre Last Planner System .....	- 83 -
Quadro 15- Grupo de questões sobre Kaizen .....	- 83 -
Quadro 16- Grupo de questões sobre Design de Manutenção.....	- 83 -
Quadro 17- Contribuições para o sistema de gestão para os intervenientes.....	- 84 -
Quadro 18- Primeiro grupo de questões (após ajustes do estudo de opnião).....	- 85 -
Quadro 19 - Grupo de questões sobre Value Stream Mapping (após ajustes do estudo de opnião).....	- 85 -
Quadro 20- Grupo de questões sobre Instruções de Trabalho (após ajustes do estudo de opnião).....	- 85 -
Quadro 21- Grupo de questões sobre Reunião de Revisão de Desempenho (após ajustes do estudo de opnião).....	- 86 -
Quadro 22- Grupo de questões sobre Target Value Design (após ajustes do estudo de opnião).....	- 86 -
Quadro 23- Grupo de questões sobre Building Informarion Modeling (após ajustes do estudo de opnião).....	- 86 -
Quadro 24 - Grupo de questões sobre 5S (após ajustes do estudo de opnião) .....	- 86 -
Quadro 25- Grupo de questões sobre Last Planner System (após ajustes do estudo de opnião).....	- 86 -
Quadro 26- Grupo de questões sobre Kaizen (após ajustes do estudo de opnião) .....	- 87 -

Quadro 27- Grupo de questões sobre Design de Manutenção (após ajustes do estudo de opinião).....	- 87 -
Quadro 28- Identificação das respostas primeiro grupo de questões .....	- 88 -
Quadro 29- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Value Stream Mapping.....	- 90 -
Quadro 30- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Instruções de Trabalho.....	- 91 -
Quadro 31- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Reunião de Revisão Desempenho .....	- 92 -
Quadro 32 - Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Target Value Design .....	- 93 -
Quadro 33 - Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Building Information Modeling.....	- 94 -
Quadro 34- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta 5S .....	- 95 -
Quadro 35- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta LPS .....	- 96 -
Quadro 36- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Kaizen .....	- 96 -
Quadro 37 - Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Design de Manutenção .....	- 98 -
Quadro 38– Resultado da coleta de dados.....	- 99 -
Quadro 39 - Sumário do quadro ferramentas de apoio.....	- 101 -
Quadro 40 - Representação da ferramenta VSM.....	- 102 -

# LISTA DE ABREVIATURAS

**TPS:** *Toyota Production System*

**EPD:** *Environmental Product Declarations*

**ONU:** Organizações das Nações Unidas

**ONG:** Organizações não Governamentais

**Rio 92:** Conferência da Terra

**Rio +20:** Conferência das Nações sobre Desenvolvimento Sustentável

**ODS:** Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

**ODM:** Objetivos de Desenvolvimento do Milênio

**RCD:** Resíduo de Construção e Demolição

**EPD:** *Environmental Product Declarations*

**AQS:** Águas Quentes Sanitárias

**URE:** Utilização Racional da Energia

**LED:** *Light Emitting Diode*

**LPDS:** *Lean Project Delivery System*

**IGLC:** *International Group for Lean Construction*

**JIT:** *Just in Time*

**KPI:** *Key Performance Indicators*

**TVD:** *Target Value Design*

**BIM:** *Building Information Modelling*

**LPS:** *Last Planner System*

**PPC:** Percentagem de Planeamento Concluída

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

A indústria da construção civil está relacionada ao desenvolvimento, atrelando sempre inúmeros valores econômicos. Desse modo, demonstra-se sua grande importância atual. No entanto, ao mesmo tempo que promove progresso e inúmeros benefícios, traz consigo o título de indústria que mais impacta no meio ambiente, devido à obras de grande magnitude como rodovias, barragens e usinas elétricas, em que são geradas agressões à natureza, modificando seus espaços originais e acarretando desperdícios [1].

Atualmente, são visíveis as alterações climáticas antropogênicas e o aquecimento global, modificações frequentemente noticiadas nas mídias, meio acadêmico e eventos da Organização das Nações Unidas (ONU), a fim de desenvolver debates para a promoção da saúde do planeta. Segundo o relatório de *Brundtland*, a sustentabilidade consiste em “*a development that meets the needs and aspirations of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” [2]. Embora seja um assunto relevante e em crescente discussão, a indústria da construção civil - uma das principais agressoras à sustentabilidade - ainda vem se adequando lentamente à determinadas ações para o desenvolvimento sustentável.

As ações da construção civil infelizmente se encaixam em um meio não-sustentável. No entanto, esse ramo vem progressivamente adotando intervenções sustentáveis baseadas em ideias que possam minimizar ou até mesmo extinguir os impactos ao meio ambiente e à gestão energética [3]. Governos e instituições têm incentivado e normalizado parâmetros, a fim de desenvolver uma cultura de responsabilidade ambiental, a qual as empresas possam se encaixar.

No mesmo cenário, vem sendo desenvolvida a metodologia *Lean*, tendo princípios baseados no modo de produção *Toyota*. Vista como a solução para evitar desperdícios, ela vem sendo aplicada progressivamente na indústria da construção civil como uma forma de alavancar o crescimento reduzido em fase caracterizada por crise financeira. Vale ressaltar que, na construção civil, há uma peculiaridade de que a maior concentração de produção não é realizada por máquinas e sim, por operários que possuem capacidade

crítica, vícios e metodologias atrasadas. Dessa forma, o *Lean Construction* é aplicado na construção civil, visando especificá-lo como um subtópico da metodologia *Lean* [4].

A metodologia *Lean Construction*, também conhecida como construção enxuta, foi desenvolvida em 1992 pelo Finlandês Koskela e publicada como *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Este processo de construção visa a identificação, redução e eliminação de desperdícios, não só relacionados a produtos defeituosos, mas também, às perdas referentes a tempo, materiais e mão de obra. Ou seja, ações no meio da construção que não gerem valor [5].

Dessa forma, a metodologia *Lean Construction*, propagando seus conceitos em projetos e marcando vários problemas envolvendo a indústria da construção civil, desde inúmeros impactos ambientais à grandes índices de desperdícios. Com isso, o *Lean Construction* incorporada, no contexto da sustentabilidade, estabeleceu o desenvolvimento dos objetivos relacionados à temática da pesquisa.

## 1.2 Objetivos

O eventual estudo tem como objetivo construir um quadro com ferramentas de apoio a implementação *Lean Construction* em projetos, através de um estudo de caso, o qual analisa ferramentas práticas de implementação dessa filosofia.

Objetivos específicos:

- Descrever a metodologia e pressupostos *Lean Construction*;
- Pesquisar de que forma a filosofia *Lean Construction* pode ser implementada na prática do projeto;
- Levantar a percepção do atual cenário das ferramentas *Lean Construction* em projetos;

## 1.3 Metodologia e plano de investigação – Breve Abordagem

Segundo Fellow e Liu [6], o estudo científico é composto por um planejamento dinâmico formado pelo tema, problema, objetivos, metodologia, análise de resultados, conclusão e redação do trabalho de investigação.

O atual estudo de dissertação caracteriza-se como exploratório, que possui como foco uma questão ou problema de pesquisa [7]. De natureza qualitativa, consiste em estudo subjetivo, que engloba ações sociais e inúmeras referências, além de um instrumento de coleta representando por um questionário [7] [8].

A pesquisa bibliográfica foi construída em um contexto sustentável, explorando uma temática atual e importante para o desenvolvimento da construção. Tendo como base a visão da metodologia *Lean Construction* - originada de conceitos *Toyota Production System* (TPS) – explora os inúmeros desperdícios gerados pela indústria da construção, minimizando ou mitigando ações desnecessárias e concentrando-se em atividades que agregam valor ao cliente.

O presente estudo envolve a aplicação de ferramentas *Lean* na elaboração de projetos. Entende-se por projeto no domínio desta dissertação, o estudo antes da construção, que envolve projeto de arquitetura, projeto de especialidades (instalações elétricas, drenagem, águas, estrutura, entre outros). A nomenclatura aqui utilizada de projeto, refere-se a projeto enquanto “design” na fase de concepção e não se refere outras nomenclaturas de uso de palavra projeto, em outros contextos da construção mais específico em determinada fase.

O processo contém um estudo piloto, que agregou informações e forneceu apoio ao pesquisador na coleta de dados, auxiliando na formação e aprimoramento do plano de investigação [9]. Tal estudo foi realizado recorrendo a dois engenheiros civis com experiência em projeto, através da aplicação de um questionário fechado (com respostas “sim” ou “não”), e construído com base em fontes bibliográficas sobre caracterização do interveniente, princípios do *Lean Construction* e ferramentas práticas analisadas para a implementação dessa metodologia.

Desse modo, com as informações coletadas no estudo piloto, ajustou-se o inquérito, aplicado ao público-alvo, composto por intervenientes em contato com projetos (design). Foram analisados quatro intervenientes e coletadas informações com intuito de cumprir os objetivos estabelecidos. A partir disso, pôde-se identificar as ferramentas práticas da metodologia *Lean Construction*, mais aplicáveis na elaboração de projetos e construir o quadro de ferramentas.

#### *1.4 Estrutura da dissertação*

O estudo divide-se em seis capítulos e seus respectivos anexos.

No primeiro capítulo, denominado “Introdução”, um conhecimento breve é transmitido acerca da temática levantada, abordando o enquadramento do estudo e evidenciando a importância e os impactos da indústria da construção. Além disso, este tópico contempla os temas atuais abordados na eventual pesquisa, como sustentabilidade e *Lean construction*. Ao final, são identificados os objetivos geral e específicos, e explanados, de forma breve, os métodos seguidos no estudo.

O segundo capítulo, denominado “Sustentabilidade”, consiste no desenvolvimento da temática quanto ao seu contexto atual, mencionando eventos e conferências mundiais, juntamente com suas principais ações. Além disso, é realizada uma análise dos impactos ambientais que, direta ou indiretamente, são consequências da indústria da construção. A partir disso, a pesquisa aborda a construção sustentável e seus conceitos e práticas de implementação sustentáveis como o *Lean Construction*.

Em seguida, o terceiro capítulo, transmite e desenvolve a filosofia *Lean Construction*, enquadrando conceitos e abordagens como *Lean Production*, TPS e *Lean Thinking*, que contribuíram para a criação de Koskela [5] - o *Lean Construction* – caracterizado por apresentar princípios e ferramentas práticas de implementação em projetos.

O quarto capítulo descreve a metodologia abordada no presente estudo, caracterizando-o como um estudo de natureza qualitativa e exploratória. O processo de delineamento da pesquisa é apresentado neste tópico, sendo realizado um estudo piloto e após, um estudo de caso, auxiliados por um instrumento de coleta de informações.

O quinto capítulo é denominado de “Análise e apresentação dos resultados”, sendo constituído pela análise da implementação das ferramentas *Lean Construction* em projetos. Nele descreve-se a construção da fonte de coleta de dados e os respectivos resultados coletados, além de realizar, de forma crítica, uma análise dos intervenientes e das ferramentas práticas dessa filosofia, incluindo comentários relevantes entre os entrevistados.

O último capítulo tem como objetivo revelar as conclusões obtidas no estudo, com foco nos objetivos inicialmente almejados. Levanta, ainda, sugestões para futuros trabalhos, baseadas nas dificuldades do estudo, que permitiram restringir algumas vias de trabalho. Ademais, também analisa outras visões relacionadas ao *Lean Construction*, como sustentabilidade e técnicas de projeto.

## 2. SUSTENTABILIDADE

A palavra sustentabilidade vem ganhando grande visibilidade nos tempos atuais, principalmente devido ao avanço de debates em conferências internacionais que envolvem, por exemplo, a ONU e líderes de diversas nações, bem como à aplicação de estudos em universidades e escolas, tornando-se um reflexo do desenvolvimento da sociedade e conseqüente preocupação com a qualidade de vida e melhoria e preservação do meio ambiente.

A indústria da construção é um setor que acompanha o homem e suas civilizações, sendo utilizada como necessidade e conforto para a sociedade através da construção de edifícios e infraestruturas. No entanto, está associada a grandes impactos ambientais relacionados ao consumo de energia, água e materiais, aquecimento global e poluição da atmosfera.

A sustentabilidade estratégica implementada na indústria da construção busca beneficiar o meio ambiental e social, permitindo que as necessidades sejam aproveitadas como criação de valor na fabricação de produtos. De acordo com vários autores, a utilização de eficiência ecológica e certificações verdes são vantagens competitivas para as empresas [10].

### 2.1 Contexto da Sustentabilidade

O século XX iniciou com transformações profundas na relação do ser humano com a natureza e o desenvolvimento da consciência ecológica foi um marco importante para a sustentabilidade.

Com as conseqüências da 2ª Guerra Mundial e a formação da ONU, foi dada origem à algumas preocupações gerais, devido à extensa degradação ambiental. Logo, criaram-se duas ideologias: a do progresso, relacionada ao racionalismo iluminista, e a do desenvolvimento econômico, conhecida por “mundo desenvolvido”.

Em 1962, o livro de Rachel Carson, “*Silent Spring*”, marcou o início do debate sobre desenvolvimento sustentável, em que, nessa publicação, alerta a sociedade quanto ao uso de pesticidas e inseticidas pelo homem e suas conseqüências para o meio ambiente.

Com o intuito de encontrar soluções para os pensamentos supramencionados, foi realizada pela ONU [11], em 1972, a Conferência de Estocolmo, a qual contou com a participação de 113 países, tendo como produto final a criação da Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente.

Assim sendo, o programa havia como meta para gerações presentes e futuras, defender e melhorar a relação com o meio ambiente, além de reforçar a necessidade de que todos os cidadãos, instituições e organizações, de todos os níveis e nações, se envolvam equitativamente no esforço para alcançar tais objetivos [11].

O Relatório *Brundtland*, redefine os conceitos pós-Estocolmo, abordando o tema de desenvolvimento sustentável obtido através dos seguintes objetivos:

- Continuar os processos ecológicos básicos e os sistemas de apoio a vida dos seres humanos;
- Defender a diversidade genética;
- Garantir a aplicação sustentável das espécies e dos ecossistemas;

Atualmente, o conceito mais utilizado para definição de desenvolvimento sustentável está expresso no Relatório *Our Common Future*, que revela que “*sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” [12].

O relatório tornou popular o conceito de desenvolvimento sustentável, conseguindo reconhecer situações problemáticas nas eventuais agendas de políticas públicas, convenções de empresas, organizações não-governamentais (ONGs) e estudos acadêmicos [13].

Também do relatório, surgiu o “*Triple Bottom Line*”, referente à harmonização dos seres humanos com a natureza e a qualidade e nível de vida. Desse modo, tem como objetivo o desenvolvimento das áreas social, econômica e ambiental, respectivamente representadas na Figura 1 como três pilares da sustentabilidade.



Figura 1 - Três pilares da sustentabilidade [14]

Em 1992, foi realizada a conferência da Terra (Rio 92), abordando a temática do meio ambiente e desenvolvimento social, salientando a dimensão global dos perigos da vida na Terra, e assim, a importância de ter-se uma aliança entre todos os povos com intuito de construir uma sociedade sustentável [14]. Analisou-se a evolução das políticas de proteção ambiental a partir dos seguintes objetivos:

- Analisar a situação ambiental juntamente com o desenvolvimento social;
- Determinar procedimentos de transferência de tecnologias não poluentes para países em desenvolvimento;
- Investigar técnicas para a incorporação das variáveis ambientais ao sistema de desenvolvimento;
- Determinar um sistema de cooperação internacional para defesa de eventuais ameaças ambientais;
- Solidarizar-se em casos de emergência e reanálise do sistema de organismos da ONU.

Ainda, a Rio 92 resultou na aprovação de documentos muito importantes, alguns dos quais:

- Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento;
- Convenção sobre Mudança Climáticas;
- Declaração de Princípios sobre Florestas;
- Agenda 21.

Seguindo o histórico de eventos, em 1998, o Protocolo de Quioto foi responsável por comprometer os países industrializados a minimizar a emissão de gases com efeito estufa. O evento teve como meta, durante o período de 2008 a 2012, reduzir as emissões de gases em 5,2% comparado ao ano de 1990. Em 2005, tornou-se lei internacional após a ratificação pela Rússia [15] [16].

Vinte anos após a Rio 92, realizou-se a Conferência das Nações sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio +20), no Rio de Janeiro, onde foi adotado o projeto “O futuro que queremos”.

Assim, retrata um processo para alcance de todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), aproveitamento dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e composição do Fórum Político de Alto Nível das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável [15].

Em 2015, a Assembleia Geral originou negociações na agenda de desenvolvimento pós-2015, gerando uma agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, com 17 ODSs e formulação dos seguintes acordos políticos:

- Estrutura de Sendai, para erradicar riscos de desastres;
- Agenda de Ação de Adis Abeba, sobre financiamento para o desenvolvimento;
- Transformando nosso mundo: a Agenda 2030, para desenvolvimento sustentável;
- Acordo de Paris, sobre mudanças climáticas.

Apesar do respectivo crescimento das ações para sustentabilidade, de acordo com Camargo [17], existem limitações à capacidade de operacionalizar o conceito a uma proporção universal, que são:

- Culturais, em que há diferentes formas de sociedade, com sua peculiaridade de relacionar-se e apropriar-se com a natureza, crenças e valores;
- Científicas, devido à dificuldade de compreender a relação entre homem e natureza;
- Político-econômicas, que revela a dificuldade de mensurar implementações políticas e econômicas sobre o meio ambiente, como a impossibilidade de definir um valor para essa situação ou um programa que tenha êxito.

## 2.2. Os impactos da Construção Civil

Infelizmente, a sustentabilidade na construção civil é um fato ainda controverso, uma vez que existem limitações nesse setor que são destaques econômicos na maioria dos países. Assim, a indústria da construção, devido à proporção dos seus produtos, gera impactos em escala local (nível de ruído), regional (consumo excessivo dos aquíferos) e global (emissão de gases de efeito estufa). A Figura 2 demonstra o ciclo de vida da construção e seus impactos no meio ambiente.

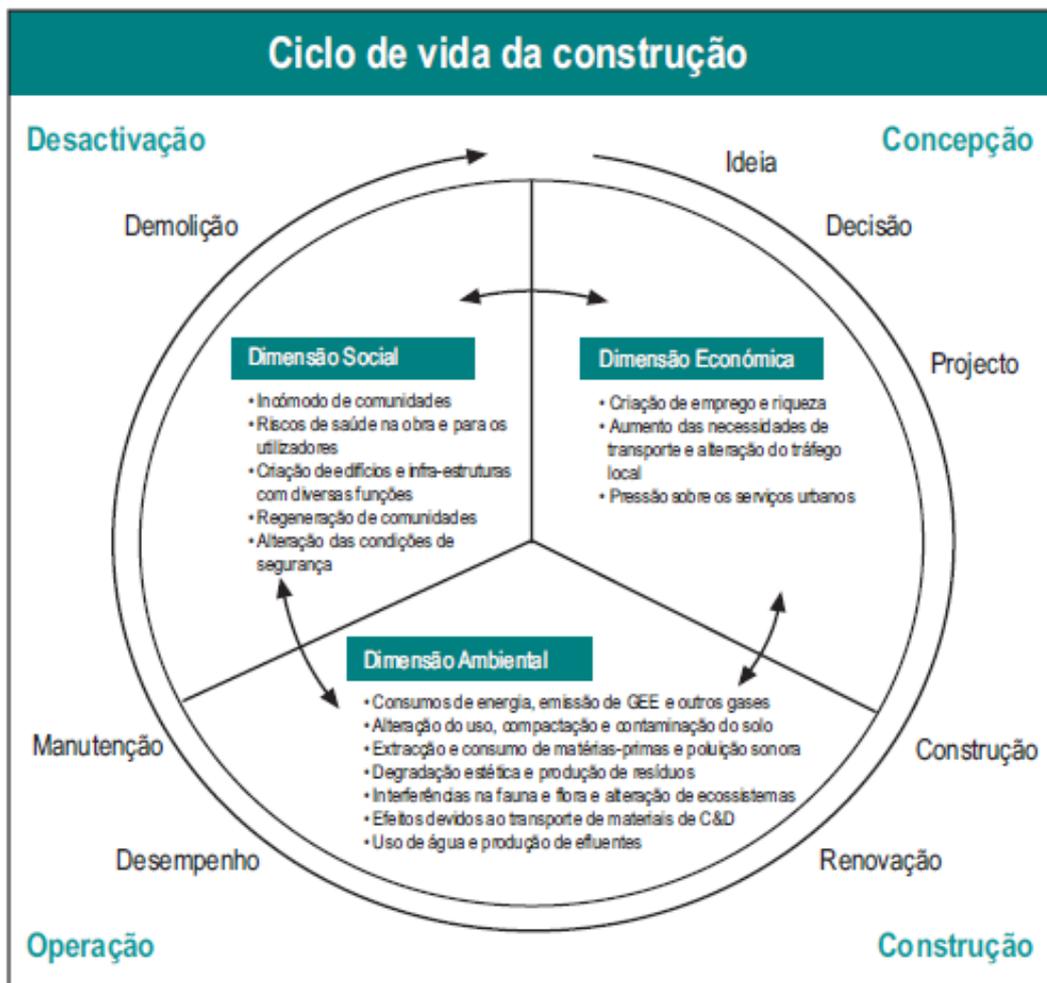


Figura 2- Impactos da Construção Civil relacionado a Sustentabilidade [18]

A seguir, são mencionados os principais impactos da construção classificados de acordo com o consumo dos recursos e problemas ambientais.

## 2.2.1 Consumo de Recursos

### 2.2.1.1 Consumo de Energia

Esse indicador é fundamental na avaliação do impacto ambiental, por acarretar consequências em quase todas as etapas construtivas: no processo construtivo e na utilização de equipamentos; no edifício em funcionalidade (que possui como principal objetivo suprir a necessidade e conforto do indivíduo); e na utilização de aparelhos, iluminações e sistemas de climatização do ambiente.

A produção de energia por meio de fontes não renováveis como petróleo, carvão e gás natural, atualmente ainda é superior à outras fontes energéticas, apesar do desenvolvimento e investimento em energias renováveis, como mostra a Figura 3.

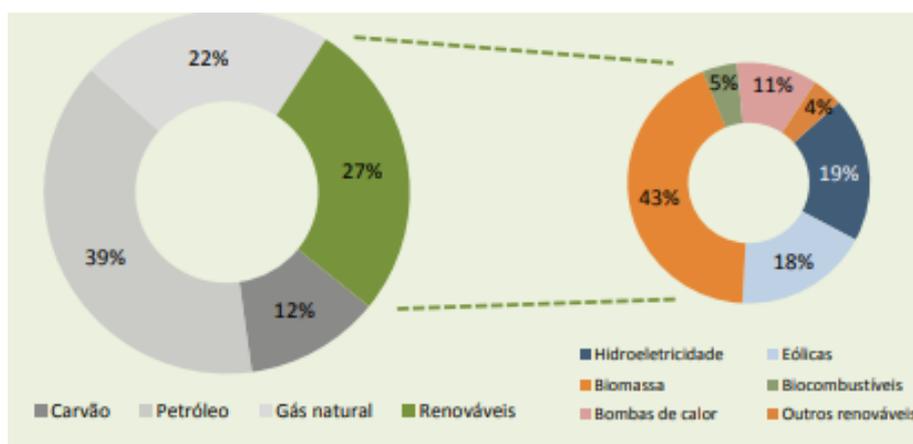


Figura 3– Composição de energia primária em Portugal no ano 2018 [19]

### 2.2.1.2 Consumo de Materiais

No processo construtivo, um dos principais passos consiste na escolha do material, influenciando no desempenho do edifício ao longo da vida útil. Tal recurso é provido de materiais não renováveis, gerando um impacto ambiental. Dessa maneira, tenta-se reduzir o consumo desses materiais e atenuar resíduos gerados na construção, principalmente em etapas de demolição. A Figura 4 evidencia, de forma esquematizada, a energia incorporada pelos materiais.

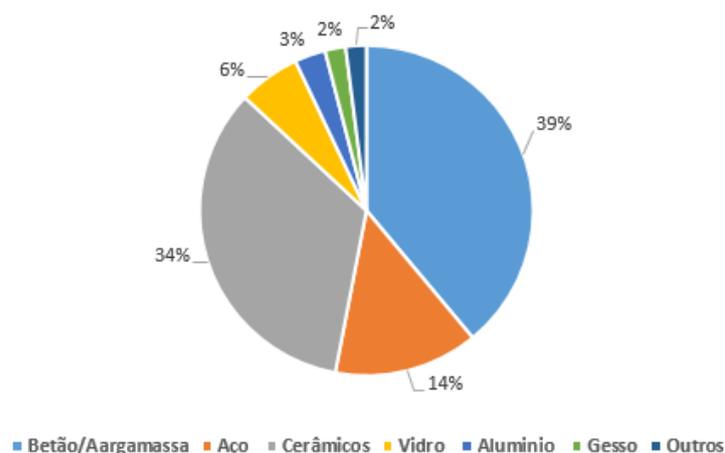


Figura 4- Composto de matérias que incorporam energia num edifício (adaptada [20])

A escolha do material é feita de forma a considerar parâmetros de armazenamento, características dos resíduos originados e o processo de aplicação, preferencialmente métodos construtivos de baixo consumo de água e energia [21].

### 2.2.1.3 Resíduos

A construção, para muitos, está relacionada a grandes índices de resíduos, desde a demolição ao processo de construção, envolvendo grandes quantidades de materiais chamados de Resíduos de Construção e Demolição (RCDs). A União Europeia estima que a produção “per capita” de RCD em Portugal seja de 300 kg/ano, no entanto, apenas 100 kg/ano é destinado à locais adequados [22].

Na Figura 5 evidencia-se o impacto da construção na produção de resíduos, por atividades econômicas e domésticas, no ano de 2016.

**Waste generation by economic activities and households, EU-28, 2016**  
(%)

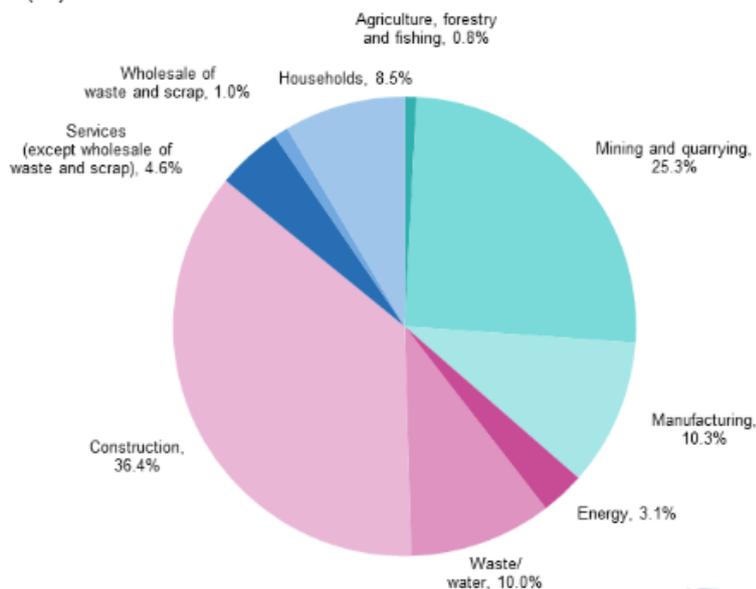


Figura 5- Produção de resíduo por atividade econômica e doméstica [23]

## 2.2.2 Problemas Ambientais

### 2.2.2.1 Aquecimento Global

O aquecimento global é um impacto ambiental decorrente das atividades humanas, as quais, devido à emissão de grande quantidade de gases - como Ozônio, Metano, Dióxido de carbono, entre outros – promovem diversas alterações climáticas.

A Figura 6 esquematiza os potenciais impactos gerados pelo aquecimento global, como a elevação do nível do mar, ocasionada pelo derretimento dos glaciares ou expansão térmica.



Figura 6 - Impactos da Aquecimento Global [24]

### 2.2.2.2 Poluição da Atmosfera

Com o processo capitalista e, conseqüentemente, o aumento das indústrias, a poluição da atmosfera vem aumentando progressivamente. O “smog” é uma neblina escura, composta por partículas de poluição na atmosfera, que pode ser nociva para a saúde uma vez que contém grande quantidade de ozônio, provocando um aumento da quantidade de doenças respiratórias, além de reduzir a visibilidade do ambiente.

## 2.3 Construção Sustentável

### 2.3.1. Contexto da Construção Sustentável

A indústria da construção civil é responsável por uma grande parcela dos impactos ambientais. Por essa razão, passou a ser sedimentada nesse setor uma cultura de construção sustentável, com fins de eliminar ou reduzir esses indícios. A imagem a seguir representa o processo simplificado para construção sustentável [25] (Figura 7).

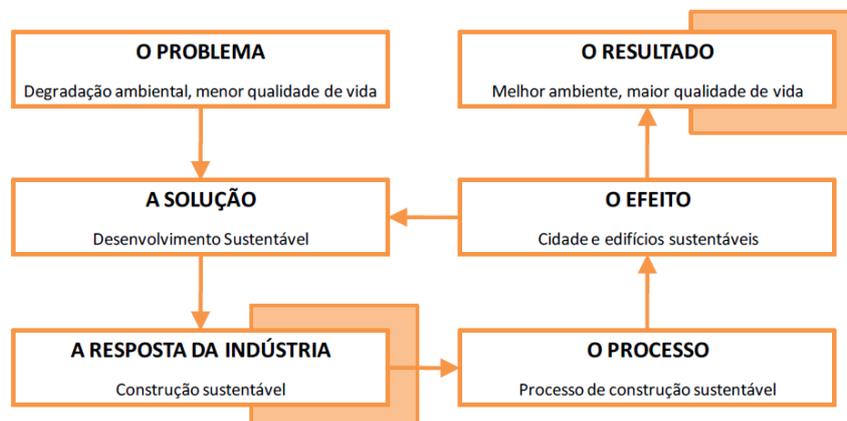


Figura 7- Processo simplificado da construção sustentável [25]

A construção sustentável ganhou ênfase na Conferência da Terra (Rio 92), evento promovido no Rio de Janeiro, com foco em debater valores, objetivos e estratégias de construção sustentável, sendo definidos conceitos que caracterizam esse movimento.

A definição mais aceita é a de Charles Kibert [26], que define construção sustentável como “criação e gestão responsável de um ambiente construído de forma saudável, levando em consideração os princípios ecológicos e a utilização eficiente dos recursos” e estabelece cinco princípios básicos:

- Conter o consumo de recursos;
- Reutilizar materiais quando possível;
- Reciclar materiais e utilizar recursos recicláveis;
- Preservar o meio ambiente;
- Retirar os materiais tóxicos e os subprodutos da cadeia construtiva.

A construção tradicional possui como visão apresentar a qualidade específica do projeto com grande utilização de mão de obra, a fim de melhorar o rendimento e reduzir o prazo, diminuindo, assim, o tempo de retorno que foi investido. Desse modo, tal processo de construção caracteriza-se por parâmetros de qualidade, custo e tempo [27].

### 2.3.2 Novo Paradigma da Construção

Ao longo do tempo - juntamente aos debates sobre os impactos da construção no meio ambiente - o conceito de construção tradicional foi sedimentado ao desenvolvimento sustentável, evoluindo para uma construção ecoeficiente, a qual visa minimizar os impactos ambientais integrando os ecossistemas no período de ciclo de vida da construção. Além do que, esse tipo de construção dispõe de minimização dos consumos energéticos, dissipação dos recursos naturais, geração de resíduos e emissão de gases poluentes [27], conforme a Figura 8.

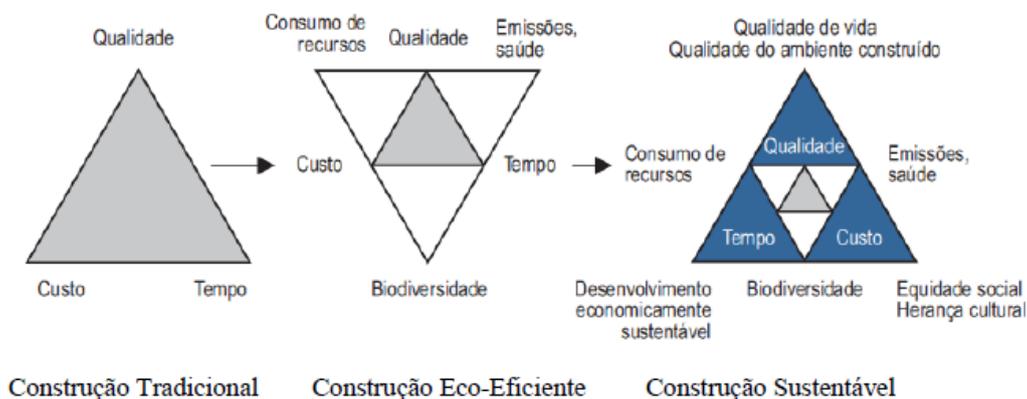


Figura 8– Processo evolutivo do novo paradigma da construção [28]

Alguns parâmetros são utilizados na construção sustentável [29] [30], como:

- Conservação de energia: o planejamento deve abranger a melhor localização e construção hermética, instalação de aparelhos energeticamente eficientes e equipamentos e sistemas de energias renováveis, de forma a minimizar o consumo de energia que o empreendimento necessita para funcionamento e conforto dos seus ocupantes;
- Economia de água: o uso desse recurso em edifícios está relacionado a produção de águas residuais, sendo importante a realização de uma gestão adequada, através principalmente de um sistema de tratamento para reutilização de águas de lavabos e ralos, podendo ser reaproveitadas em descargas dos vasos sanitários e jardins;
- Aumentar a durabilidade do empreendimento: geralmente, os projetos realizados têm visão quanto à grande resistência, no entanto, não tanto quanto a durabilidade. Logo, deve-se implementar tecnologias no processo construtivo que permitam utilizar materiais que sejam duráveis;
- Minimizar os resíduos: a utilização de produtos com base em materiais reciclados, como a madeira (produto com possível utilização em portas e janelas), auxilia não só na economia no preço total, mas também afeta na redução do impacto ambiental;
- Crescimento de tecnologias de energia ambiental: a adoção de práticas de utilização de cobertas com tonalidades claras tem o intuito de amenizar a absorção de calor e otimizar a ventilação natural e técnicas de sombreamento.

## *2.4 Técnicas construtivas visando a sustentabilidade*

### *2.4.1 Utilização de Fontes Renováveis*

A população encontra-se cada vez mais dependente da energia, sendo este um bem imprescindível para a sociedade e que promove, juntamente ao avanço tecnológico, locomoção, iluminação e conforto térmico. O setor de energia tem passado recentemente por um processo de reestruturação e modernização a nível global, em que a implementação de energias renováveis tem sido gradativamente incentivada a fim de

proporcionar uma energia limpa e com menor risco para o meio ambiente. As energias renováveis se caracterizam por reduzir impactos ambientais, tendo como exemplos as energias solar, hídrica, ondomotriz, biomassa, eólica e geotérmica [31].

O sistema de energia renovável que mais se destaca é o solar, que consiste na produção de energia elétrica através de células fotovoltaicas. O aumento do interesse por este sistema deve-se à contínua melhora no desenvolvimento da tecnologia, tendo em vista a manufatura e a minimização de custos [32]. Na Figura 9, evidencia-se a potência da energia solar.

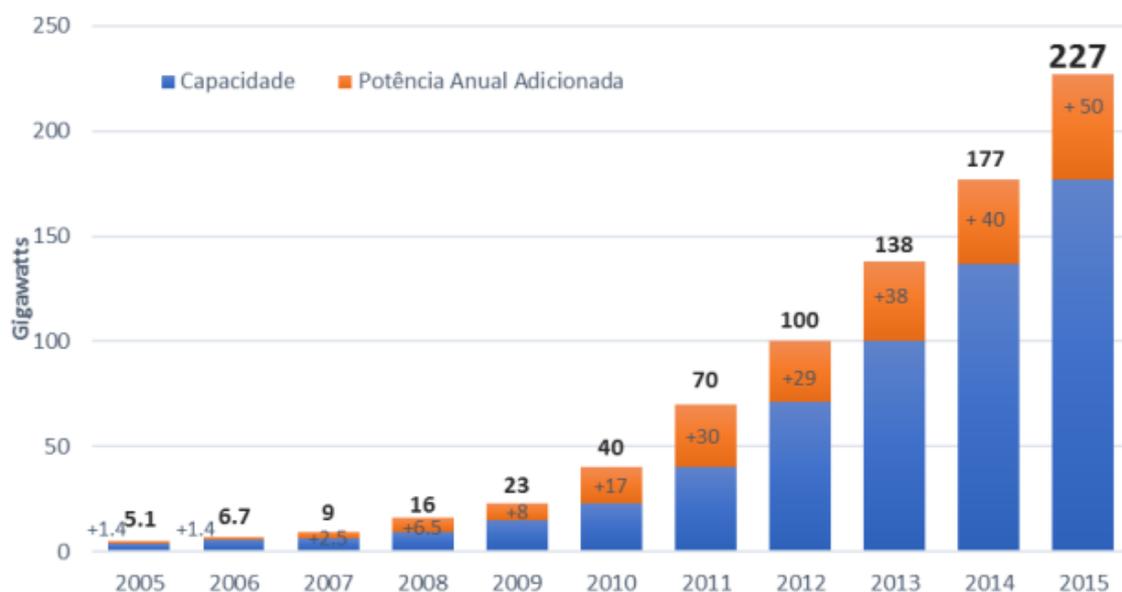


Figura 9 - Potencial instalada de Energia Solar Fotovoltaica nos anos de 2005 a 2015 [33]

#### 2.4.2 Eficiência Energética

Nos empreendimentos, principalmente habitacionais, a distribuição do consumo mostra que 25% do mesmo são direcionados para aquecimento e arrefecimento, outros 25% para aparelhos eletrodomésticos e iluminação e o restante é destinado à confecção de alimentos e aquecimento de águas quentes sanitárias (AQS) [34].

A eficiência energética pode ser caracterizada como a otimização no consumo de energia, sendo relacionada com Utilização Racional da Energia (URE) e redução do desperdício no consumo, empregando adaptações construtivas que utilizam elementos

fundamentais do ambiente, como o sol (sendo fonte de energia), clima, vento, umidade, temperatura, topografia do terreno, recursos e vegetação sedimentada nos edifícios.

#### 2.4.2.1 Práticas Passivas

O desenvolvimento de estratégias passivas se baseia na utilização e controle dos fluxos naturais, como vento e iluminação solar, com objetivo de oferecer conforto ao interior do empreendimento, atingindo as necessidades do indivíduo.

A ventilação natural é uma prática eficiente na minimização de carga térmica e no arrefecimento fisiológico ao ser humano. Outros benefícios englobam qualidade do ar e conforto ambiental [35].

O processo de ventilação varia com a estação, juntamente com a necessidade do usuário. No verão, a ventilação tem muita eficácia para arrefecer o interior do empreendimento, em especial no período noturno, em que o ambiente exterior possui temperaturas mais amenas. No entanto, no período de inverno o excesso de ventilação aumenta a necessidade de aquecimento [36].

Para atender o conforto do usuário, realiza-se um planejamento a fim de propiciar uma movimentação de ar dentro do ambiente, criando um gradiente de pressão por meio da diferença de pressão do vento ou variações de pressão dentro da edificação [37].

A utilização de captadores de vento na cobertura do empreendimento, ilustrados na Figura 10, é outra técnica que através de grandes aberturas para entrada e saída de vento geram movimentação do ar no interior do ambiente.



Figura 10 - Empreendimento com captadores de vento [38]

Uma técnica para obtenção de iluminação natural baseia-se em aberturas laterais, vistas na Figura 11. À medida que se aumenta a distância da abertura, os raios solares diminuem ligeiramente. De acordo com Garrocho [39], o alcance dos raios solares no interior do edifício corresponde à aproximadamente duas vezes a altura do piso até a verga da janela. Em situações de excesso de iluminação, podem ser aplicados elementos como persianas, brises e prateleiras, para diminuir a emissão de raios solares.

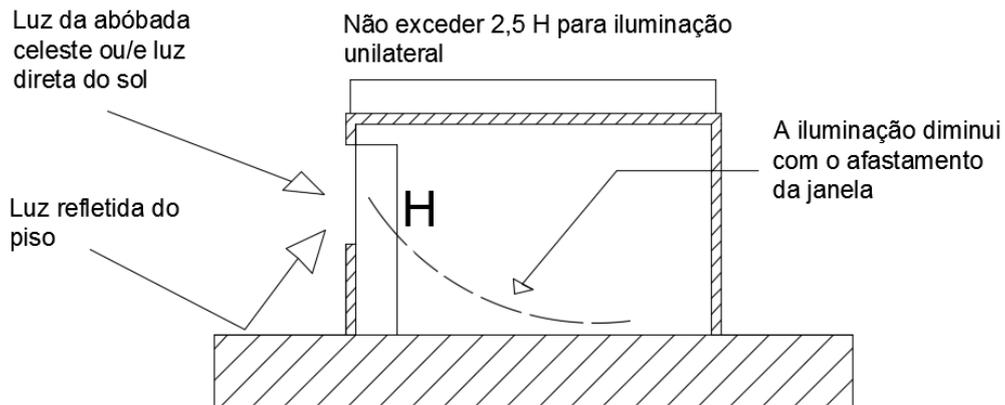


Figura 11 - Iluminação no ambiente (adaptado [39])

A parede de Trombe, ilustrada na Figura 12, é outro artifício passivo e corresponde a um sistema de ganhos energéticos indireto, pois permite a manutenção da temperatura interior, absorvendo calor no período de insolação e liberando-o durante o período noturno. Esse sistema é realizado com foco nas paredes formadas por betão armado, pedra ou adobe, voltadas ao Sul, com um parâmetro exterior de cor escura e pano simples ou duplo de um material transparente - por exemplo, vidro - permitindo uma câmara de ar entre ambos [40] [29] [41].

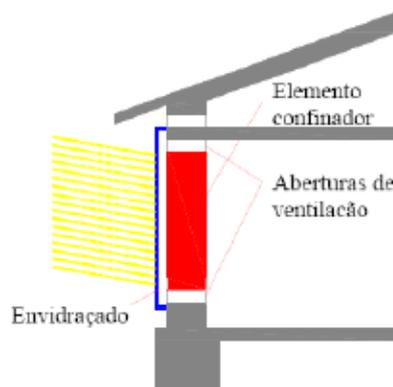


Figura 12- Esquematização do processo da Parede Trombe [27]

Outra técnica utilizada é a de cobertura vegetal, observada na Figura 13. Esse sistema vem sendo mais implementado na arquitetura contemporânea, com utilização de coberturas verdes, desfrutando o espaço dos telhados e introduzindo espécies vegetais, de modo a trazer para os edifícios uma visão ecológica, consolidando o aumento das áreas verdes, que tanto foi perdida nas cidades devido ao seu crescimento. Além de reduzir impactos negativos, outras vantagens conferidas a esta técnica são [42]:

- Proteção dos edifícios aos raios solares;
- Isolamento térmico e acústico;
- Aumento da eficiência energética;
- Melhoria da qualidade do ar;
- Criação de áreas verdes;
- Minimização das ilhas de calor;
- Aumento da biodiversidade;
- Aproveitamento do espaço em zona de lazer.

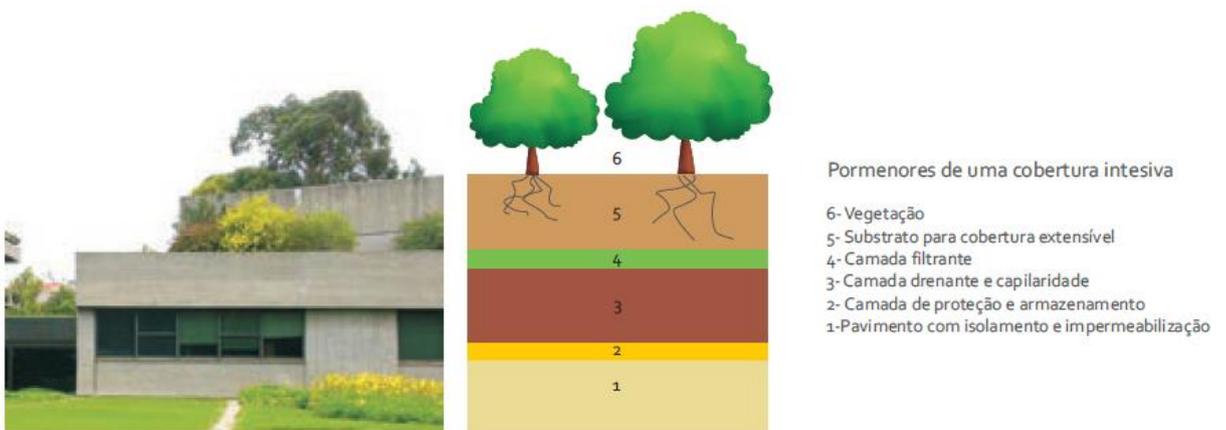


Figura 13- Cobertura verde [42]

#### 2.4.2.2 Práticas Ativas

O sistema de aquecimento de água utilizando células fotovoltaicas como fonte de energia, vem sendo implementado em edifícios e residências, ampliando-se para os demais empreendimentos, com algumas adaptações particulares.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) [43], os painéis solares absorvem a radiação solar, sendo a cobertura a localização ideal para aplicação de modo a assegurar o aquecimento de água, visto na Figura 14. As placas solares captam a radiação solar e calor absorvido é transmitido para as tubulações, aquecendo a água e armazenando-a no reservatório térmico.

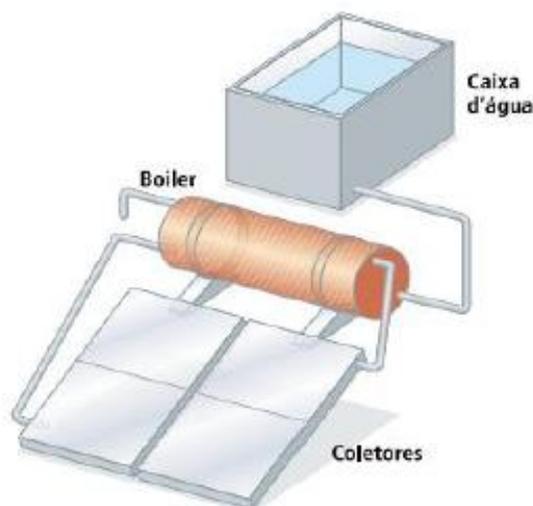


Figura 14 - Sistema de aquecimento de água por meio de placas fotovoltaicas [43]

A introdução de tecnologias quanto ao uso de interruptores inteligentes, sensores de movimento e domótica, permitiu evitar desperdícios em situações de consumo inadequado de iluminação, assim como a implementação de lâmpadas LED (“*light emitting diode*”) e micro led plus (“*high power led*”) viabilizou a redução do consumo das lâmpadas.

#### 2.4.3 Materiais

A indústria da construção possui grande destaque no consumo de matérias primas, com cerca de 40% gastos em agregados como areia, pedra ou brita e aproximadamente 55% em consumo de madeira [29], além de envolver um processo global de extração, produção e locomoção ao ponto de uso, gerando grandes impactos ao meio ambiente.

A implementação de uma construção sustentável tem grande valia na escolha dos materiais, requerendo que eles cumpram determinados critérios, como:

- Minimizar a toxicidade e dos subprodutos durante as fases do ciclo de vida;

- Minimizar o consumo de recursos;
- Fontes renováveis, não poluentes e não tóxicas;
- Materiais recicláveis;
- Durabilidade;
- Redução no consumo de energia e água durante a fabricação;
- Redução na emissão de poluentes na atmosfera;
- Minimização de custos a fim de manutenção.

De tal modo, para auxiliar o consumidor na diferenciação dos materiais, a norma NP EN ISO 14020:2005 [44] “Rótulos e declarações ambientais – Princípios gerais” determina a utilização de etiquetas e declarações ambientais, divididas em [45]:

- Rótulos ambientais certificados (ISO 14024): descrevem a metodologia de escolha dos produtos, através de critérios ambientais e características de eficiência que ajudam na minimização de impactos (ecoprodutos);
- Autodeclarações ambientais (ISO 14021): referem-se a doze termos utilizados em declarações ambientais, como especificações e alegações para utilização reciclável [46].
- *Environmental Product Declarations* (EPD): são representadas por informações ambientais relativas a produtos, com base na avaliação do ciclo de vida e informações sobre energia, eficiência energética, índice de materiais, substâncias químicas, solo, água e resíduos.

#### 2.4.5 Conceito Lean Construction integrado na sustentabilidade

De acordo com Boyer e Freyssenet [47], a relação entre o custo de produção e a demanda de busca deve estar em concordância com estratégias, práticas e formas de organização dos meios econômico, social e ambiental.

Derivado da busca pelo desenvolvimento, com traços elaborados pelo *Toyota Production System* (TPS), a *Lean Production*, conforme Ohno [48], desenvolveu-se em meio às restrições do mercado, levantando a necessidade de produção em baixa demanda, focada em pequena quantidade, porém grande diversidade de produtos. Tal cenário da indústria automobilística japonesa durante a pós-guerra consolidou a necessidade de eficiência na produção, através da eliminação consistente e completa de desperdícios.

A metodologia *Lean Construction* foi adaptada do *Lean Production*, tendo como marco fundamental o trabalho *Application of the new production philosophy in the construction industry* elaborado por Koslela [5], também criador do *International Group for Lean Construction* (IGLC).

A metodologia *Lean Construction* e a sustentabilidade, disseminado na construção civil, segundo Junior [49], proporciona uma cadeia de vantagens, são elas:

- Melhores práticas na produção;
- Melhor desempenho operacional;
- Menos Impacto ambiental;
- Menos desperdício;
- Menos Poluição;
- Agrega valor a marca da empresa;
- Melhor relacionamento com o ambiente e a sociedade;
- Maior competitividade na indústria;

De acordo com o Lean Institute Brasil [50], o sistema de gerenciamento ambiental vem aumentando progressivamente, se tornando prioridade para as empresas. Com foco na metodologia *Lean* com objetivo de alcançar mais sustentabilidade, foram desenvolvidas algumas práticas, são elas:

- Controles visuais nos processos, que facilitam o gerenciamento de produtos químicos e do lixo gerado;
- Melhora-se a qualidade do produto e simultaneamente elimina-se o desperdícios em emissões de gases gerados pelos retrabalhos em certos processos que os gerem;
- Minimização de estoques e a modificação de *layout* para uma célula em fluxo reduzem o espaço físico desejado, assim o volume de água, materiais e energia se tornam menores;

O conceito de *Lean Construction* refere-se a uma técnica implementada na indústria da construção que visa minimizar ou mitigar os desperdícios gerados nesse setor, podendo evitar um consumo alheio ao real planejamento e padronizando a destinação final dos resíduos. Através deste método, é possível aplicar o conceito de melhoria contínua, implementando técnicas em projetos - como energias renováveis e

eficiência energética ou hídrica – que possam gerar valor ao produto. No decorrer do estudo, esse conceito será constantemente abordado.

As práticas *Lean* aplicadas na fase de projeto do edifício reduz o custo e aumenta a sustentabilidade, a ferramenta *Value Stream Mapping* (VSM) é um exemplo aplicado para acompanhar todo o fluxo do projeto, realizando o mapeamento das informações e eliminando desperdícios [51]. A Figura 15 ilustra a relação entre o *Lean* e Sustentabilidade, abordando as quatro fases de interconexão do *Lean Project Delivery System* (LPDS), junto com questões sustentáveis, como economizam valores sociais e ambientes [52].

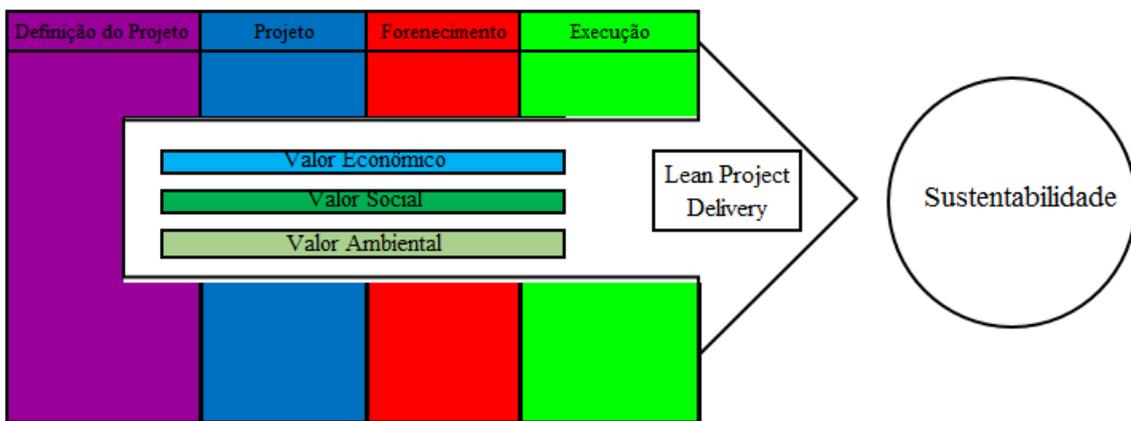


Figura 15- Relação entre Lean e Sustentabilidade (adaptado [51])

### 3. LEAN CONSTRUCTION

#### 3.1 Introdução

Atualmente, a indústria da construção vem sendo submetida a grandes transformações econômicas e sustentáveis. Desse modo, será abordado neste capítulo a metodologia *Lean Construction*, analisando e destacando seus princípios e ferramentas, com intuito de atingir maior êxito em ambas as áreas. Esse método tem como ideia central a construção enxuta, evitando desperdícios, controlando a qualidade e aprimorando procedimentos, de modo a agregar valor ao cliente.

Para Boyer e Freyssenet [47], o princípio é a junção do valor de produção e a busca existente por melhoria, ambos interagindo a favor de um planejamento, execução, sistema de organização e desenvolvimento sustentável do ambiente social e econômico.

#### 3.2 Contextualização do Lean

##### 3.2.1 Lean Production

A década de 50 caracterizou o avanço do Fordismo, um modo de produção desenvolvido por Henry Ford e aplicado, principalmente, nas indústrias automotivas. Essa teoria defendia a ideia de um sistema de produção em massa, isto é, produção em série e em enorme escala de produtos uniformes, gerando grandes quantidades de *stock* e um consumo de recurso sem medição [53].

A partir disso, houve a transformação da fabricação artesanal para este novo método, convertendo pequenas oficinas em grandes armazéns e introduzindo significativa mão de obra e equipamentos especializados de elevado custo.

O conceito de *Lean Production* ascendeu com Frederic Taylor e seus conceitos de *Scientific Management*, em 1910, desenvolvendo-se no decorrer dos 50 anos por Frank e Lilian Gilbreth, Henry Ford, William E. Deming e outros [4]. Logo após a 2ª guerra mundial, com o desenvolvimento do processo produtivo da *Toyota Motor Company*, Taichii Ohno e Shigeo Shingo, dois engenheiros da companhia, unificaram a ideia de alta produtividade e qualidade superior, dando origem ao *Toyota Production System* (TPS) no Japão.

Com a evolução do capitalismo, a metodologia do *Lean* tem sido melhorada continuamente, com destaque à publicação de James Womack e co-autores do livro “*The machine that changed the world*”, retratando o *Lean Production* [53] e em outra obra, o *Lean Thinking* [54].

### 3.2.2 Toyota Production System

Para Taiichi Ohno [48], o Sistema Toyota de Produção surgiu logo após a análise da produção em massa, visto que, para se enquadrar aos parâmetros do momento, haveria de ser aprimorado com produções em pequeno volume e com muitas diversidade, favorecendo a eliminação de desperdícios em relação à superprodução, tempo de espera, transporte desnecessário, processamento desnecessário, stock, movimento e defeitos.

Durante o desenvolvimento desse método obteve-se dois conceitos: o *Just in Time* (JIT) e o *Jidoka*, os quais servem como base para a formação clássica de uma casa, que representa os meios de desenvolvimento da melhoria contínua. Os conceitos podem ser visualizados como uma estrutura de fluxo contínuo, descritos na Figura 16.

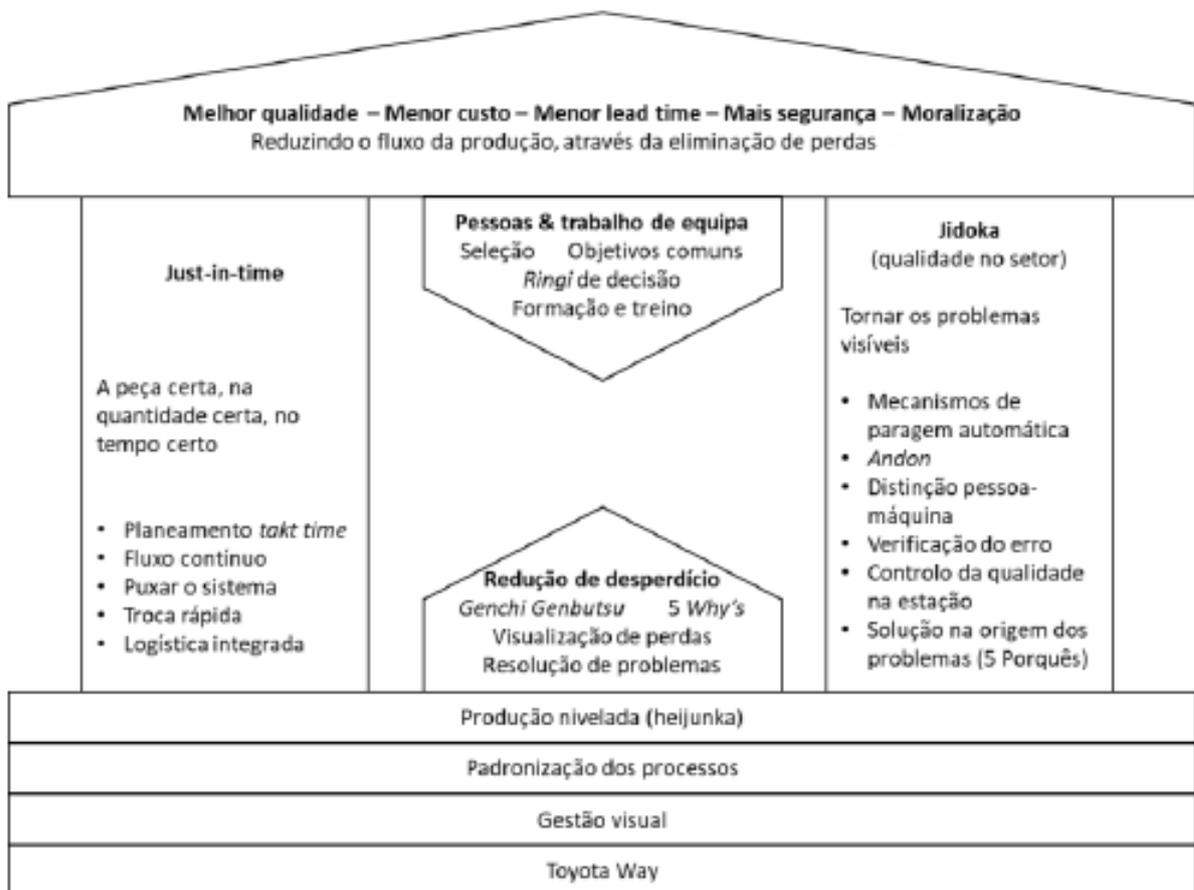


Figura 16 - Casa do Toyota Production System [55]

O *Just in Time* visa uma produção de volume necessário, de acordo com o momento. Nele, defende-se que o cliente possui o principal papel de “controlar” a produção, onde só é produzida a quantidade exigida, permitindo assim, um fluxo contínuo do processo de produção e a eliminação de *stock* desnecessário [56].

O *Jidoka*, possui uma visão analítica do processo quanto o parâmetro da qualidade, utilizando uma automação que possibilite a monitorização simultânea de diversos sistemas e que identifique os quesitos ligados à qualidade [57].

### 3.2.3 *Lean Thinking*

A denominação de *Lean Thinking* originou-se com o livro “*Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your Corporation*”, dos autores James P. Womark e Daniel Jones, sendo um processo de diminuição de desperdícios e criação de valor. A partir daí, foram alcançados métodos para identificação dessas perdas e aplicação dos princípios *Lean*.

O objetivo do método traduz-se em alinhar atividades que originem valor para uma dada tarefa, sem paragens e propiciando uma melhora crescente, e em sequência, de eficiência a cada vez que o usuário final solicita o produto.

#### 3.2.3.1 *Princípios fundamentais do Lean thinking*

O pensamento *Lean* rege-se por cinco princípios [58]:

- Valor, caracterizado como sendo o desejo do cliente, isto é, a produção deve ter relação com a qualidade, custo e função, de acordo com as especificações do consumidor. Assim, o cliente determina a especificação do valor comercial do produto, advindo das necessidades do produto no mercado e das suas características específicas;
- Cadeia de valor, a qual analisa todo o processo de produção com a intenção de reduzir o desperdício, verificando três tipos de ações que ocorrem ao longo do processo - as que agregam valor, as que não geram valor. No entanto, são inevitáveis, e as que não criam valor, classificadas como desperdício;

- Fluxo de Valor, que se refere à não interrupção do processo de produção, através de um fluxo contínuo, peça a peça, sem *stock*, gerando valor ao produto final, eliminando o tempo de espera de uma etapa e outra, obtendo uma maior transparência e reduzindo a inspeção ao produto;
- *Pull System*, ou produção puxada, no qual o sistema é necessitado e desencadeado pela procura do cliente. Ou seja, há a inversão do fluxo produtivo, em que as empresas oferecem produtos e serviços para o cliente;
- Perfeição, sendo sempre introduzida como meta constantemente presente no fluxo de valor. A busca pela perfeição contínua, no sentido do ideal, deve ser objetivo da empresa, com um processo de produção direto, envolvendo todo o corpo de funcionários, que possua competência clara e profunda do sistema como um todo, buscando sucessivamente melhores formas de atribuir valor ao produto.

### 3.2.3.2 Tipos de desperdícios

O desperdício pode ocorrer em qualquer fase do processo, sendo gerado a partir da utilização de materiais além do necessário, isto é, há aquisição de recursos, no entanto, eles não geram valor perante a visão do cliente [59].

De acordo com Ohno [56], observa-se sete tipos de desperdícios. Para a eliminação global de todos eles, faz-se necessário seguir duas ideias fundamentais. A primeira é de que a eficiência está relacionada com a redução de custo e, para alcançá-la, é fundamental produzir apenas o que é requerido, com o menor poder de produção possível. A segunda consiste em o operário não ser visto apenas numa perspectiva individual, e sim, como parte de um todo, incluindo-o em um grupo de colaboradores ou equipe [60].

Os sete desperdícios a que Ohno [56] e Shingo [61] se referem são:

- Excesso de produção: a produção é feita além do necessário e solicitado, isto é, não é de acordo com a demanda, gerando resíduos obsoletos ou produtos sem valor em um determinado sistema, produzindo *stock* desnecessário e influenciando no espaço e custo;
- Excesso de *stock*: sendo ela de matéria prima ou de produtos em curso ou acabados, o excesso de recursos ocasiona um aumento no espaço ocupado e no custo com esforço humano ou físico;

- Transporte desnecessário: está relacionado à movimentação de pessoas e materiais. É uma atividade que não agrega valor, sendo estudadas e realizadas intervenções que minimizem essas ações, com materiais alocados mais próximos dos locais de utilização, por exemplo;
- Espera: é o tempo em que os materiais, como equipamentos e pessoas, não estão sendo utilizados, prejudicando um fluxo contínuo de produção;
- Movimentação desnecessária: realizada pelos operários na execução de alguma atividade que não gera valor, sendo ocasionada por desorganização do local de trabalho, pouca atenção às atividades ou despreocupação com o objetivo da empresa;
- Produção com defeito: gera atividades de revisão ou ainda, refazimento do produto, além de gerar um consumo de tempo, materiais e recursos humanos ou físicos, indo de encontro ao método *Jidoka*;
- Excesso de processamento: refere-se ao uso inadequado de equipamentos e ferramentas, aplicação insatisfatória de materiais e sistemas incorretos às funções.

Associadas à análise dos “*Seven Waste*”, há três tipologias de atividades no sistema de produção com finalidade de identificar desperdícios [62]:

- *Mura*, apontada pela variação numa atividade gerada através de processos de repartições, indeterminação da busca ou mau planejamento. Com a aplicação do princípio JIT, a produção passa a ser realizada de acordo com a quantidade e quando necessário;
- *Muri*, manifestada pela sobrecarga de recursos de operários e ferramentas, que logo desenvolve um ritmo frenético num intervalo de tempo elevado ao que se pode sustentar;
- *Muda*, referida ao desperdício intrínseco. Como representado pelos sete desperdícios, é tudo o que não adquire valor, devendo ser minimizado ou eliminado.

### 3.3 Lean Construction

#### 3.3.1 Contextualização do Lean Construction

Os conceitos do *Lean*, como visto anteriormente, foram adaptados à indústria da construção civil por meio do grande impulsionador Koskela [5] e sua publicação “*Application of the new production philosophy in the construction industry*” em 1992. O mesmo fundou o IGLC (*Internacional Group for Lean Construction*) com propósito de incorporar no processo produtivo controle, melhoria contínua e trabalho em equipe para minimizar as perdas ao longo das etapas e ajuntar valor ao cliente [63].

Lauri Koskela [5] caracteriza a indústria da construção com três diferenciais das demais indústrias:

- Natureza específica de cada projeto – produto singular;
- Diversificação do espaço onde é produzido, a depender do produto;
- Organizações com variedade específica de condições temporárias.

Desse modo, existe muita variabilidade no processo de produção, pois cada empreendimento possui projetos exclusivos que permitem a criação de produtos distintos que utilizam subprodutos variados na sua composição.

Koskela, também apresentou onze princípios que servem como base para o *Lean Construction* [64] [5] [65], nomeadamente:

- Reduzir o número de atividades que não acrescentem valor, analisando a eficiência do sistema, possibilitando melhorias e reduzindo o prejuízo quanto às atividades de conversão e fluxo. É imprescindível incorporar valor em cada atividade, permitindo identificar as que não se adequam este princípio, devendo ser analisados os grupos de tarefas que não sejam necessários durante o processo construtivo e com base nisso, elaborar uma estratégia de redução do percurso dos ambientes de descargas de recursos e seu ambiente de utilização;
- Maximizar o valor do produto por meio da necessidade do cliente, através de estudos sobre o mercado de compra, além de identificar sugestões que o cliente possa disponibilizar. A partir disso, essas necessidades devem ser introduzidas no

projeto do produto e na gestão de produção, apurando parâmetros do cliente por meio de coleta de dados, análise e *feedback*.

- Reduzir a variabilidade, adquirindo métodos de padronização e uniformização nos processos construtivos e implementando equipamentos que minimizem a possibilidade de erro humano, o que possibilita o aumento da qualidade e produtividade. Além disso, a utilização de boas práticas no gerenciamento do fornecimento é de grande valia, pois auxilia na determinação do processo de produção, incluindo etapas de execução, relações de precedências, papéis e responsabilidades e fluxo de informação principal. Como a indústria da construção é composta por inúmeras variáveis, desde condições climáticas a parametrização de materiais, este fator influencia diretamente no desperdício;
- Reduzir o tempo do ciclo de produção por meio da observação e eliminação de períodos improdutivo. Este princípio está intimamente ligado ao conceito *Just in Time*. O ciclo do Lean Construction, exemplificado na Figura 17, é composto por transporte, espera, processamento e inspeção, em que para obtenção de uma redução do ciclo, abrevia-se principalmente o tempo de espera e inspeção.

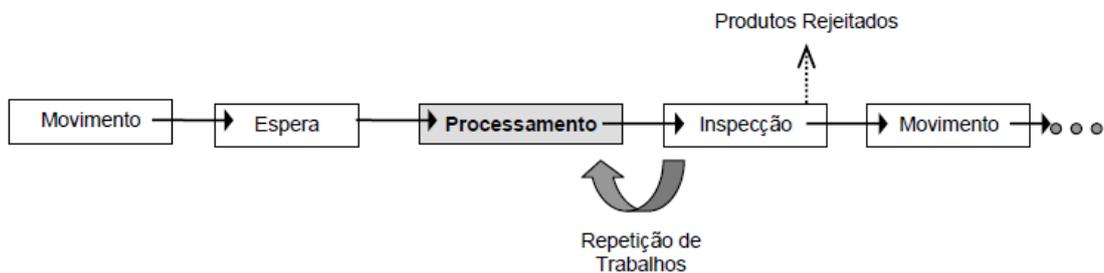


Figura 17 - Ciclo de produção do Lean Construction [5]

- Simplificar o processo, por meio da minimização de passos, excluindo atividades que não adquiram valor ou otimizando e reconfigurando etapas do processo de produção. O estudo da viabilidade de aderir às peças pré-fabricadas, quando possível, é uma das formas de simplificar o processo de produção;
- Aumentar a flexibilidade do produto, mediante modificações na apresentação do resultado final que estejam de acordo com o desejo do consumidor, no entanto, que não gerem um aumento significativo do custo. É importante determinar e planejar atividades em que o cliente possa enviar pedidos de alteração do projeto;

- Aumentar a transparência do processo, facilitando a percepção dos erros no sistema de produção e aumentando a motivação para melhoria do processo. Este princípio pode ser seguido tornando acessíveis aos intervenientes as informações do local de trabalho, mediante material visual, cartazes, sinalizações ou indicadores de desempenho;
- Focar o controle no processo global, isto é, focar no controle total e não na soma das parcelas. Definir estágios de aprovação apoiados por listas de verificação e indicadores de desempenho são uma das formas de otimizar o fluxo global do processo;
- Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões, de modo a gerar menor variabilidade e maiores benefícios. O avanço no fluxo requer menor capacidade de conversão e conseqüentemente, uma menor aplicação em equipamentos. Assim, gerenciando-se o fluxo, há uma maior possibilidade de implementação de tecnologias na conversão, contribuindo para o equilíbrio entre esses dois fatores.
- Realizar *benchmarking*, que consiste em analisar e observar, por meio de uma relação comparativa, outra empresa de referência no mercado e seus respectivos processos adquiridos e boas práticas, com o intuito de implementar alguns destes princípios no processo de produção, gerando maior eficiência, qualidade e valor;
- Sedimentar melhoria contínua no processo, que incide, a princípio, na junção dos demais parâmetros abordados, realizando a introdução de ações corretivas no processo, reduzindo os desperdícios e aumentando o valor final do produto, com posterior inovação, elevando-a a outro patamar, como visto na Figura 18.

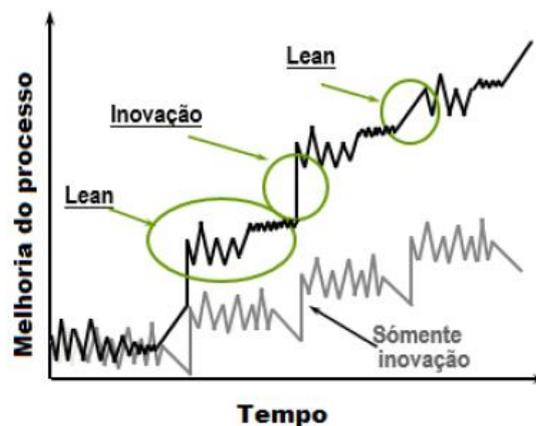


Figura 18 - Relação entre Lean e Inovação [66]

### 3.3.2 Lean Design

#### 3.3.2.1 Gestão de Projecto

O projeto é formado por diversas atividades temporárias – possui um início e fim definidos no tempo - que almejam produzir um produto e serviço. A exploração de minério, construção de edifícios, barragens, estradas, são exemplos de projetos, assim o projeto independente de natureza ou área de atuação deve ser consuzido especificamente com objetivo nos prazos e orçamentos pré-estabelecidos, englobando a qualidade, aprendizado, resultado.

A ideia de projeto está associado a definição estabelecido em gestão de projetos, que reporta a palavra inglesa “*project*”. Na situação da indústria da construção refere-se muitas vezes ao estudo desenvolvido na fase de concepção, isto é, reporta a palavra inglesa “*design*”. Notório na indústria da construção a expressão de projeto refere-se a ferramenta de de apoio a construção do edifício, sendo assim, a palavra *project* em inglês está mais relacionado ao empreendimento. A Figura 19, representa uma esquematização das formulação do processo construtivo de edifícios, engloabando o *project* e *design*.

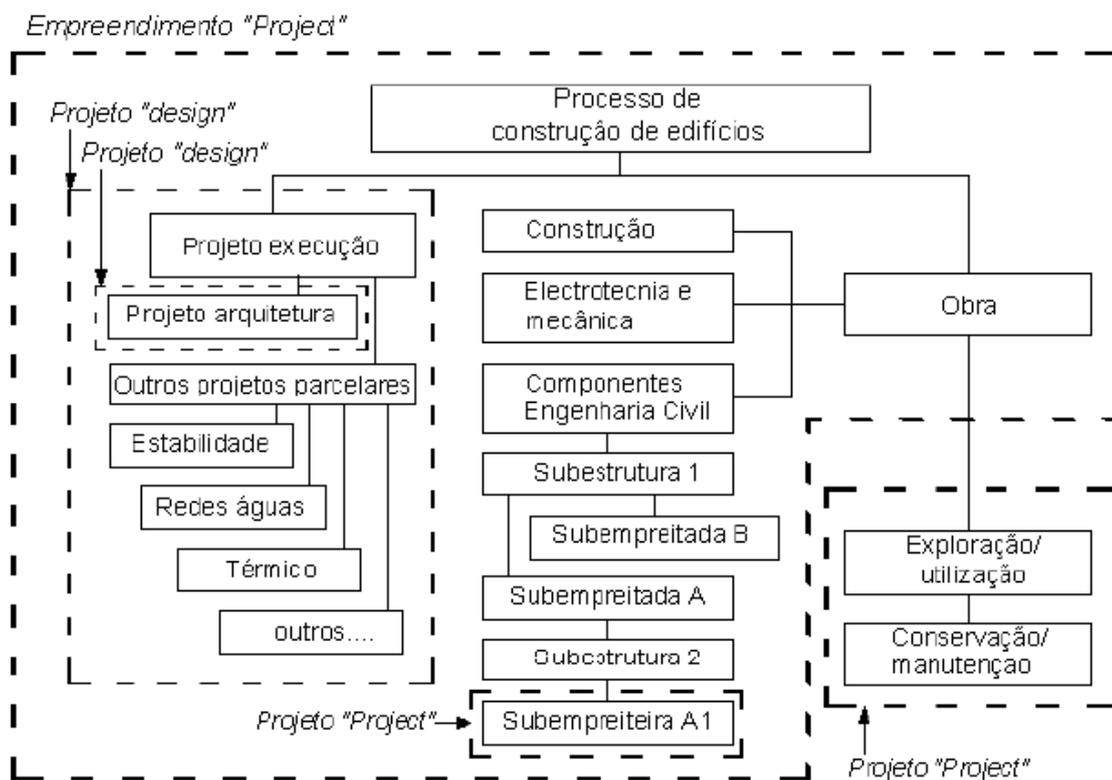


Figura 19 - Formulação do projeto [67]

Notório, na Figura 19, o ciclo de vida em um empreendimento é formado por inúmeras fases, projeto *design*, viabilidade, planejamento, construção. Assim como o empreendimento o projeto seguiu uma sequência pré-estabelecida de atividades relacionadas a documentação, modelação, entre outras [68].

Segundo Marques [69], o *design* é “o projeto como um produto, constituído de elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados segundo uma linguagem apropriada, visando atender às necessidades da fase de execução”, ou seja, é a modelação do empreendimento com objetivo de ser instrumento de apoio gráfico, na execução, gerando maior facilidade no entendimento do desejo do cliente.

Dessa forma, a indústria da construção, quando comparada às demais indústrias, tem um grau de complexidades mais elevado, normalmente, devido à sua variabilidade de localização, falhas em um padrão de projeto e precariedade no uso de tecnologia, enquanto as outras por terem uma produção seriada, tem um maior investimento na fase de projeto, buscando eliminar erros e falhas, reduzindo os desperdícios [70].

Desse modo, a procura pela metodologia *Lean* em *design* representa um projeto mais competitivo, com objetivos de reduzir os desperdícios, com maior competitividade, utilizando ferramentas que representem um planejamento mais real, com datas de conclusão possíveis de terminar, orçamentos mais próximos do real, agregando maior valor ao cliente.

### 3.3.2.2 Caracterização do *Lean Design*

A fase de elaboração do projeto é uma das mais significativas para a construção do empreendimento, em que são abordados os objetivos e aplicações funcionais, formais e técnicas dos elementos do empreendimento a ser construído [71]. Porém, é importante analisar sua complexidade referente às diversas possibilidades de decisões que são aplicadas independentemente [72].

Para Koskela, Ballard e Tanhuanpää [73] [74] os problemas relacionados a essa fase constituem-se de:

- Má comunicação;
- Carência de documentação adequada;
- Deficiência ou falta de informações de entrada;

- Alocação desequilibrada de recursos;
- Falta de coordenação entre as disciplinas;
- Tomada de decisões irregular.

De modo a contornar essa situação, aplica-se a metodologia *Lean*, a fim de obter um projeto enxuto. Ko e Chung [75] identificaram falhas no planejamento e projeto, os quais permitiram elaborar seu modelo, visto na Figura 20, com meta de melhoria contínua, minimizando falhas e aumentando a confiança do projeto. Vale salientar que, nesse modelo, é percebido o destaque quanto ao retorno com *feedback* do processo.

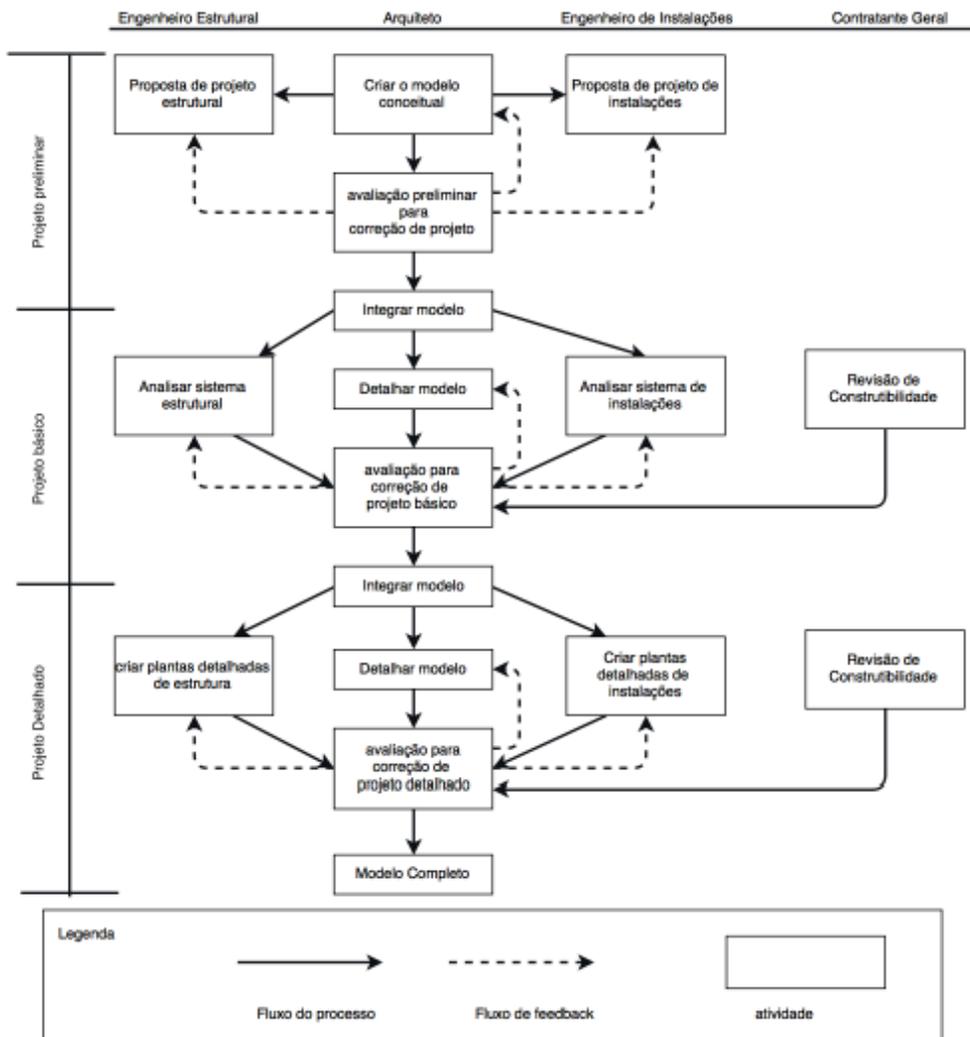


Figura 20- Esquematização do fluxo de projeto enxuto [73]

O fortalecimento dos conceitos de produção enxuta deu origem ao projeto enxuto, ou originalmente *Lean Design*, com perspectiva de observar e entender o sistema de produção de projetos, identificando três classes: conversa, fluxo e geração de valor [72] [76].

### 3.4 Ferramentas Lean Construction

O Quadro 1, representa sucintamente as nove ferramentas escolhidas por meio de estudos bibliográficos, experiências adquiridas no desenvolver do estudo e trajetória acadêmica, por meio de conversas com profissionais e especialistas. Dessa forma aborda os pressupostos e exemplos das respectivas ferramentas.

<b>Ferramenta</b>	<b>Pressupostos</b>	<b>Exemplos</b>
Value Stream Mapping	Mapeamento do fluxo de valor Detalhamento do processo	Na fase de projeto, elaborando um fluxo de valor. De acordo com informações sobre o tempo e custo para cada etapa do projeto. [77]
Instruções de Trabalho	Padronização Documento dinâmico Referência para atividade de projeto	Descreve e ilustra conceitos, processos, matérias, entre outras particularidades. Transmitindo informações padronizadas para os interventores, na elaboração do projeto [65].
Reuniões de Revisão	Comunicação entre equipes e gestores Transparência Empatia	Reuniões rápidas e cotidianas. Transmitindo e coletando informações - boa convivência, motivação, sustentabilidade, baixa produção – entre as equipes e gestores de projeto. [65]
Target Value Design	Orçamento mais realista Gestão de orçamento Inovação	Realização de um orçamento do projeto, baseado em projetos semelhantes, atualizando os preços; procurando inovações que possam reduzir os preços e agregar valor ao produto. [78]
Building Information Modelling	Compatibilização de projetos Otimização Especificações de materiais Inovações	Modelagem de projetos evitando falhas de compatibilidade entre projetos como estrutural e elétrico. [79]
Metodologia 5S	Conforto do local de trabalho, por meio da organização, limpeza, utilização, disciplina e normalização.	Local de trabalho otimizando as ferramentas e organizando os materiais para não perder tanto tempo e produtividade a equipe de projeto [80]
Last Planner System	Detalhamento dos pré-requisitos das atividades Planejamento geral, antevisão e semanal	Planejamento do projeto com uma visão de longo e curto prazo. Verificação das conformidades para início de atividades, como os pré-requisitos e assim evitar desperdícios. [81]
Kaizen	Competitivos Melhoria Contínua Geração de valor	Aplicação de energias renováveis; eficiência energética, hídricas; busca por tecnologia agregando valor ao projeto. [82]
Design Manutenção	Manutenção Qualidade no produto	Na concepção do projeto implementar materiais e técnicas construtivas com ideia de melhorar a prática de manutenção, agregando valor ao cliente. [33]

### 3.4.1 *Value Stram Mapping*

Constitui uma técnica utilizada para observar e demonstrar o fluxo de valores, verificando os tempos de preparação e funcionamento através do redesenho do processo. Assim, permite analisar outros indicadores necessários para execução de uma etapa, projeto ou produto, e a quantidade de recursos consumida, ou seja, em suma, o objetivo fundamental é identificar os desperdícios ao longo da cadeia produtiva [65].

Nielsen [77], relata em seis passos a introdução dessa técnica:

1. Selecionar um elemento ou conjunto de elementos que façam parte da realidade da organização do projeto, um serviço específico ou um conjunto de serviços ou tarefas repetitivas;
2. Definir a meta que se pretende alcançar no projeto, como minimizar os custos, aumentar a produção ou manter uma constante;
3. Criar uma equipe e introduzir os pensamentos e conceitos do fluxo de valor, de modo a identificar o processo do projeto ;
4. Captar informações – como número de pessoas que participam do processo, tempo de execução, composição, inventário ou tempo entre as etapas do elemento escolhido – a fim de alcançar objetivos estipulados. Como pode ser visto na Figura 21, os dados coletados podem ser aplicados em um desenho de linhas de fluxo, representando o percurso de pessoas, equipamentos ou produtos durante o processo de produção;

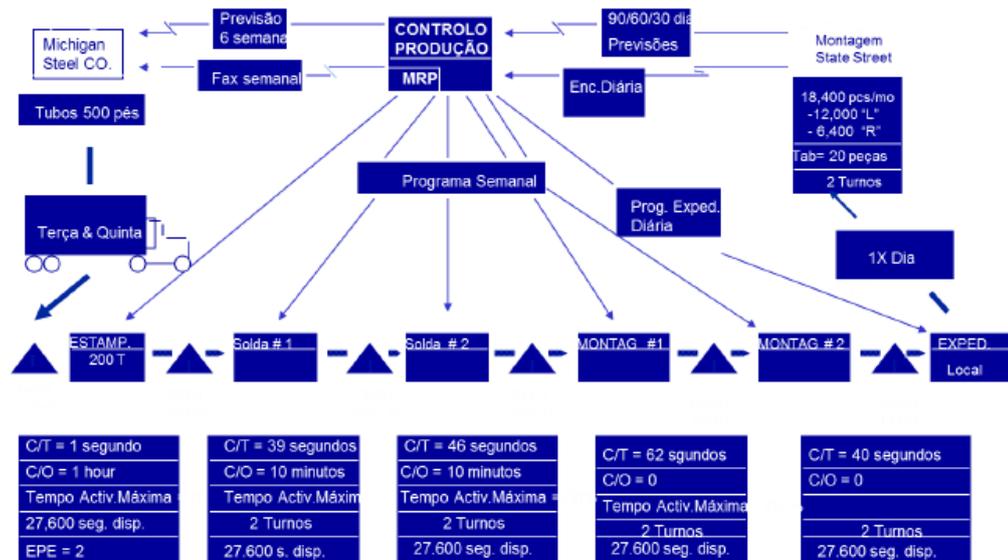


Figura 21 - Fluxo de valor [75]

5. Formar o mapa do estado atual, levando em conta a colaboração de toda a equipe na identificação dos processos desnecessários e potenciais ganhos para cada etapa, introduzindo melhorias para o processo. Desse mesmo modo, deve-se realizar o mapa do estado futuro;
6. Validar o mapa do estado atual. A confiabilidade do mapa só ocorre através de melhorias no sistema, constituindo a base para tomadas de ações.

### 3.4.2 Instruções de Trabalho

*Standardised Work* são documentos os quais descrevem ou ilustram conceitos, processos, critérios, entre outros assuntos que se pretende transmitir ao realizar determinada tarefa. Essa orientação promove um aumento da produtividade, qualidade e segurança, acrescentando o valor e reduzindo desperdícios, implementando melhoria contínua mesmo sendo um documento dinâmico [83].

Aparicio [65], analisa como deve ser aplicado esse instrumento:

- Formar um grupo de trabalho voltado para atividade do processo em análise e relacionado à gestão, execução, qualidade e gerenciamento do projeto. Em seguida, junto ao grupo, definir um chefe. Assim, elabora-se em conjunto o modelo de instrução;

- *In situ* observar a execução do processo em todo o período, registrando através de fotografias os pontos críticos relacionados à qualidade e segurança;
- Realizar o primeiro esboço, juntamente com o grupo de trabalho, debatendo melhorias que possam ser aplicadas no processo;
- Na fase de finalização do documento, deve-se retomar ao local *in situ* e realizar a análise da melhoria aplicada e identificação do desempenho;
- Solicitar a validação de conformidade por um engenheiro relacionado as áreas de qualidade e segurança para o projeto;
- Aplicar as instruções de trabalho por meio de treinamentos para operadores que irão executar o projeto.

### 3.4.3 Reuniões de Revisão de Desempenho

São reuniões de curta duração realizadas diariamente com o intuito de debater e analisar os principais indicadores de desempenho ou *Key Performance Indicators* (KPI) e englobando equipes de trabalho de projeto, gerentes de projetos e donos da obra.

- *Key Performance Indicators* constituem o ingresso do controle de desempenho em uma determinada tarefa ou conjunto de tarefas. Esses dados são utilizados para analisar e identificar possíveis falhas e assim, possibilitar melhorias no processo de produção. O modelo dos KPI possui as seguintes características:
  - Metas calculáveis e racionais;
  - Fórmulas de cálculo credíveis;
  - Ser claro e compreensível;
  - Frequência na coleta de dados.

A aplicação da metodologia de reuniões de revisão de desempenho segue várias etapas, descritas a seguir [65]:

- Localizar o local de área comum que possa comportar o público-alvo ao redor das placas de informações, sendo perceptíveis as informações de desempenho do projeto;
- Determinar o foco da reunião e personalizar e filtrar informações objetivas do KPI;

- Apresentar as primeiras informações, que geralmente, são sobre o setor de segurança, ao passo de que o princípio da segurança vem em primeiro lugar;
- Destacar as informações principais, facilitando a compreensão ao decorrer da reunião. Faz-se necessário haver espaços de tempo que possibilitem perceber os resultados debatidos;
- Focar a representação das informações em projetos não conformes, com o intuito de analisar desperdícios, falhas e possíveis melhorias;
- A reunião deve ser breve e com os intervenientes de pé;
- Deve-se estabelecer uma rotina para as reuniões.

#### 3.4.4 *Target Value Design*

Essa técnica tem a virtude de focar no preço do projeto. Em português a tradução seria “projetar para o custo desejado”. Desse modo, o *Target Value Design* (TVD) requer que o custo total seja definido, pelo dono da obra e equipe responsável pelo empreendimento, mediante artifícios de busca para orçamentos de empreitadas semelhantes, realizando modificações e atualizações nos valores, conjuntamente ao preço de mercado atual.

De acordo com Macomber e Barbeiro [78], para implementação do TVD, os procedimentos a serem seguidos são:

- Comunicação e sintonia entre dono de obra, gerente de projetos e equipe de interventores com foco no TVD no processo de produção do projeto;
- Determinar o campo do projeto e coletar os dados relevantes aos custos ou etapas do produto;
- Criação de um plano de ação com o intuito de descrever tarefas do projeto e seus respectivos tempos de execução de custo;
- Elaborar um instrumento que possa comparar o projeto do orçamento fixado e as etapas já executadas, focando no acompanhamento e monitoração das atividades executadas versus o custo de produção;
- Determinar pelo gerente de projeto as tarefas necessárias e quem executará;
- Incentivar a aprendizagem e inovação durante o processo de produção;

- Formar uma equipe interdisciplinar, com no máximo 8 pessoas e em uma sala técnica de fácil acesso para informações;
- Desenvolver reuniões com análise de feedback, em busca de melhorias aos finais das atividades e comparar com o orçamento fixado durante todo o processo do projeto.

#### 3.4.5 *Building Information Modelling*

Atualmente, o debate na indústria da construção sobre o *Building Information Modelling* (BIM) tem aumentado. Esta técnica constitui em uma apresentação digital inteligente de todo o ciclo construtivo, contendo as informações para o gerenciamento das instalações, com confiabilidade, transparência e sustentabilidade [84], adquirindo praticidade e compreensão na gestão de projetos ao englobar todas as fases da construção, desde o planejamento à manutenção.

A construção digital, pode ser caracterizado como o BIM, é aplicado na fase de concepção do projeto. A partir disso é coletado informações do cliente – suas necessidades e desejos-, seguindo o raciocínio é projetado o edifício – projeto arquitetônico, hidráulico, estrutural, elétrico, paisagismo – realização do modelação 3D e compatibilizando os projetos, com objetivo de ter o maior controle e buscar reduzir os erros de falhas de projeto.

Segundo Eastman [79], as vantagens da utilização da plataforma BIM são:

- Aumento da produtividade;
- Projeto com melhor desempenho;
- Apoio otimizado para automatizar e minimizar erros;
- Comunicação com o cliente;
- Praticidade na ilustração do projeto;
- Minimização do retrabalho.

#### 3.4.6 *Metodologia 5S*

É uma ferramenta na qual emprega-se cinco conceitos: *Seiri*, *Seiton*, *Seisō*, *Seiketsu*, *Shitsuke*, vistos na Figura 22. De origem japonesa, é focada em condicionar as

circunstâncias do local de trabalho, desenvolvendo eficiência e harmonia de espaço, com ambiente organizado, limpo e padronizado [85] [86].

A seguir estão descritos os cinco conceitos que representam o 5S, segundo Filip e Marascu-Klein [80]:

- *Seiri* (utilização): identificar no ambiente de projeto todos os materiais e ferramentas que não serão necessários para a execução das tarefas e assim eliminá-los do local;
- *Seiton* (organização): ter o local de projeto organizado com materiais e ferramentas de fácil acesso e praticidade no uso, a fim de reduzir os movimentos dos intervenientes;
- *Seisō* (limpeza): o espaço de projeto deve estar limpo e arrumado, tendo como objetivo evitar desperdícios causados pela sujeira do ambiente, a qual gera falhas, desgaste dos materiais e equipamentos, além de tornar o local perigoso para as pessoas;
- *Seiketsu* (padronização): determinar documentos personalizados de acordo com a necessidade do projeto, adotando regras e sendo demonstrados de forma visual e de fácil compreensão, reduzindo o tempo de procura de erros;
- *Shitsuke* (disciplina): comprometer-se a aplicar os parâmetros anteriores e buscar sempre uma melhoria contínua do projeto, por meio de condições de trabalho, como qualidade e desempenho.



Figura 22- Metodologia 5S [87]

### 3.4.7 Last Planner System

Essa ferramenta traduz-se em um apoio na implementação do *Lean* na indústria da construção, tendo como objetivo analisar os pré-requisitos necessários para cada atividade do processo durante a etapa de planejamento, gerando uma redução de desperdícios, variabilidade e avanço da produtividade [88]. A Figura 23 esquematiza o fluxo do planejamento da atividade e aquisição de recursos.

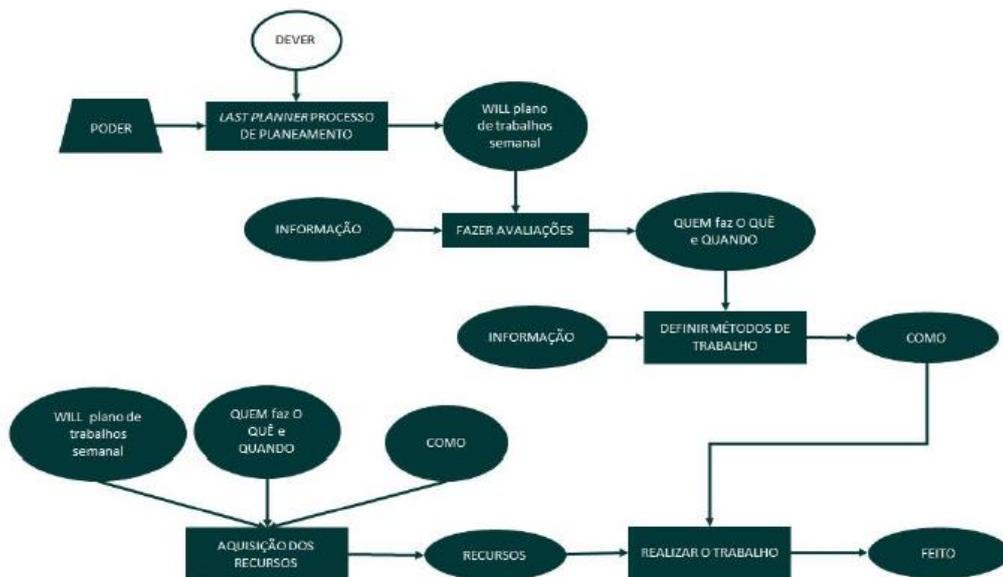


Figura 23- Fluxo de planejamento da atividade e recursos [88]

O *Last Planner System* (LPS) possui três níveis de planejamento. Primeiro, *Master Schedule* (Plano Geral), que traz uma visão panorâmica dos procedimentos, realizando uma análise do custo e alocação de recursos a longo prazo. No entanto, demonstra pouco detalhamento e preocupa-se mais em identificar metas, datas e sequências de processo. Já o segundo, *Lookahead Plan* (Plano de Antevisão), visa relacionar o planejamento de longo prazo com o plano de execução de curto prazo, indicando ações do presente que possibilitem a conformidade dos objetivos à longo prazo. O último e terceiro nível consiste no *Weekly Work Plan* (Plano Semanal de Trabalho), que explora o máximo de informações das atividades realizadas semanalmente, definindo-as como exequíveis e comprometendo-se a executá-las [81].

Segundo Manstroianni e Abdelhamid [89], o LPS contém as seguintes etapas:

- Realizar uma sequência para o planejamento geral do projeto e determinar os marcos;
- Realizar o planejamento das três semanas do projeto dando suporte ao planejamento geral;
- Extinguir as condicionantes, certificando as finalizações dos projetos e a disponibilidade dos recursos;
- Planejar semanalmente as atividades do projeto;
- Quantificar a Percentagem de Planejamento Concluída (PPC), avaliando a eficiência do planejamento para determinada semana. Caso o planejamento da semana possua 6 atividades, em que só foram concluídas 3 dessas tarefas, o PPC é quantificado em 50%;
- Analisar, identificar e justificar a falha do planejamento.

#### 3.4.8 Kaizen

Para o *Institute Kaizen* [82], essa ferramenta traz benefícios competitivos para as indústrias por meio do aumento da produtividade, redução dos desperdícios, redução do tempo no processamento do produto e otimização de equipamentos. É transversal às ferramentas que foram anteriormente demonstradas, visando o aperfeiçoamento do método ao qual está sendo aplicada. Para que haja conformidade do processo de evolução contínua, necessita-se do empenho de toda a equipe, além da aplicação diária da ferramenta [90].

Além do processo de melhoria, permite a alteração do pensamento da equipe de trabalho e seus interventores, de forma a criar uma interação ativa, reduzir desperdícios e maximizar a produtividade, agregando valor [91].

Segundo o *Institute Kaizen* [82] [92] [93], alguns parâmetros a serem seguidos são:

- Focar no cliente – desejo e necessidades para o projeto-;
- Desenvolver melhoria contínua do projeto;
- Identificar os problemas do projeto;
- Criar equipes de projeto;
- Desenvolver autodisciplina;
- Ter transparência com a equipe;

- Desenvolver capacitação da equipe.

#### 3.4.9 *Design de Manutenção*

Segundo Bae e Kim [51], a maior parte do custo total gasto ao longo do ciclo de vida é representada pela manutenção e exploração do empreendimento.

Desse modo, o design de manutenção torna-se uma visão estratégica de projeto importante, com intuito de assegurar e facilitar a implementação da manutenção no empreendimento, estando relacionada com a efetivação da segurança e bem-estar dos ocupantes e tendo uma preocupação com questões sociais que interfiram na fase de projeto [94].

Parâmetros a serem seguidos [95]:

- Padorinzação do projeto, selecionando menor conjunto de peças (técnicas, recursos);
- Modularização do projeto, utilizando tamanhos padrões, formas, unidades modulares;
- Acessibilidade do projeto, buscando técnicas com segurança e autonomia, possibilitando manuais ou contatos de pessoas credenciadas para realizar a manutenção;
- Busca por materiais com aviso prévios, sendo possível alerta o cliente;
- Identificação dos materiais, possibilitando a reposição correta do material.

#### **4. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO APLICADA NO ESTUDO**

Neste capítulo, é demonstrado o método de pesquisa que foi abordado neste trabalho, tendo como objetivo apresentar e justificar várias atividades e etapas do processo de pesquisa.

Segundo Fellow e Liu [6], o plano de investigação é formado por um processo dinâmico composto por tema, problema, determinação dos objetivos, questões e variáveis, metodologia, análise de resultados, conclusão e redação do trabalho de investigação. Assim, caso a interpretação e a condução das intervenções e estratégias da pesquisa científica estejam em conformidade, fornecem aos pesquisadores coerências e validação para os resultados científicos [96].

A metodologia é parceira da investigação na determinação dos princípios e dos processos que orientam a ideia do plano de investigação científica, alcançada por métodos com técnicas focadas na absorção e identificação de dados e representando a trajetória para alcançar o descoberto [6], [97].

##### *4.1. Enquadramento metodológico da pesquisa*

A metodologia de investigação pode ser classificada quanto aos objetivos do estudo, natureza do problema, ambiente de pesquisa e delineamento da pesquisa. O Quadro 2 ilustra tais abordagens metodológicas.

	Variável	Variável Específica
Abordagens	Objetivos do Estudo	Exploratório
		Descritivo
		Explicativo
	Natureza do Problema	Pura
		Aplicada
	Problema de Pesquisa	Qualitativo
		Quantitativo
		Quali-quantitativa
	Ambiente de Pesquisa	Campo
		Bibliográfica
	Delineamento da Pesquisa	Observação
		Bibliográfica
		Documental
Caso de Estudo		
Questionário		
	Experimental	

Quadro 2- Abordagens metodológicas (adaptado [98])

Quanto ao objetivo do estudo, classifica-se como uma pesquisa exploratória [7], caracterizada por intervir em um problema ou questão de pesquisa quando há uma mitigação ou ausência de conhecimento. Logo, é um estudo que busca informações sobre um problema ou questão e assim, busca padrões, ideias ou hipóteses. Em termos gramaticais, os objetivos da pesquisa exploratória geralmente iniciam-se com verbos – como conhecer, levantar, identificar e descobrir, entre outros [99].

Segundo o processo de enquadramento metodológico, o estudo encontra-se nas características de investigação aplicável, com objetivo de descobrir novos fatores que possibilitem a resolução de problemas. Segundo D’Oliveira [100], a investigação aplicada refere-se à resolução de problemas a médio prazo.

Quanto ao problema de pesquisa, o estudo enquadra-se como qualitativo, caracterizado pela subjetividade e englobando o entendimento de ações sociais através de diversas fontes de coleta de dados, como um questionário [7] [8]. Desse modo, Flick [101] resume a ideia da pesquisa qualitativa e conglomerada como opções adequadas de métodos a análise de múltiplas perspectivas, o processo de reflexão por parte do pesquisador e a escolha da intervenção e métodos variados.

Segundo Van der Maren e Jean-Marie [102], a intervenção qualitativa é indutiva e exploratória, com busca de teorias interpretativas e prescritivas, como visto na Figura 24.

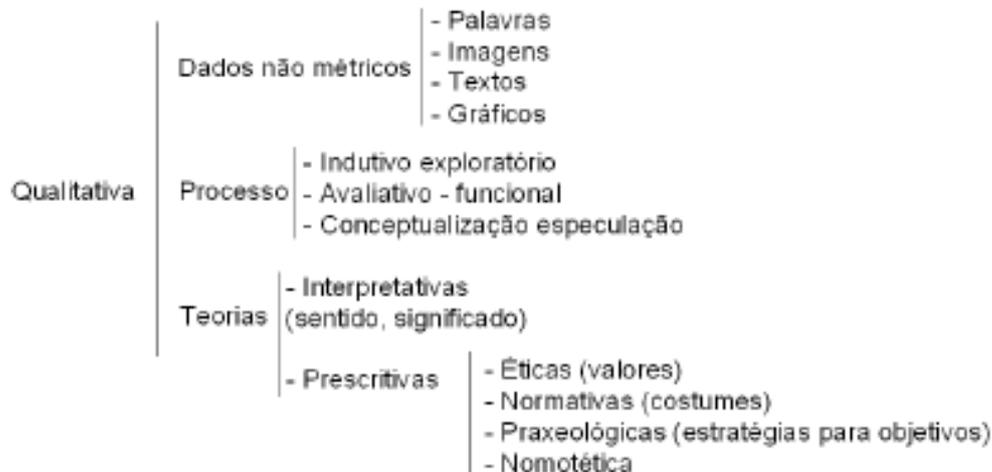


Figura 24 - Intervenção qualitativa [102]

De acordo com Creswell [8], o estudo qualitativo é caracterizado pela estratégia de investigação, método de coleta e análise e interpretação dos dados, havendo cinco abordagens de investigação qualitativa: narrativa, fenomenologia, etnografia, estudo de caso e teoria fundamental. A pesquisa de investigação do presente estudo foi destinada à um estudo de caso, o qual agrega ao conhecimento de fatos sociais complexos, buscando e conseguindo caracterizar os eventos da realidade em um contexto de processos e atividades [8] [103].

O estudo utilizou dados de natureza qualitativa, pois os dados colhidos compreendem informações subjetivas [7] e textuais [104] coletadas por meio de um questionário, que foi previamente submetido à análise do conteúdo. O processamento dos dados é relatado no próximo tópico: delineamento da pesquisa.

#### 4.2 Delineamento da pesquisa/ Plano de Investigação

A etapa de delineamento da pesquisa concentra grande importância do pesquisador, tomando atitude de escolha do modelo de um ou mais métodos de coleta e análise de dados, assim como elaborar um planejamento estratégico de pesquisa coerente, relacionado aos objetivos da pesquisa [105] [106].

O processo de investigação é composto por etapas, com o início do estudo, identificação e definição do problema, estabelecimento dos objetivos, metas e variáveis, além de uma revisão bibliográfica, de modo a analisar e concluir se o problema pode ser

solucionado ou se não é resolúvel. A continuidade da pesquisa ocorre caso nenhuma das possíveis hipóteses seja constatada.

O desenvolvimento do plano de investigação indica o método. Nessa situação, buscou-se antes da aplicação do estudo de caso e análise de dados, propor um estudo piloto/opinião, de forma a dar auxílio à investigação e possibilitar modificações. Após os devidos ajustes, conforme o projeto piloto, aplicou-se a recolha e análise de dados, elaborando o quadro de ferramentas de apoio para projetos e o relatório.

#### *4.2.1 Desenvolvimento da pesquisa bibliográfica*

O estudo tem início na busca bibliográfica de experiências e conhecimentos sobre a metodologia *Lean Construction*, disseminando seus conceitos em projetos e identificando vários problemas envolvendo a indústria da construção civil, desde inúmeros impactos ambientais à grandes índices de desperdícios e baixa evolução em inovações. Assim, a sustentabilidade integrada, no contexto do *Lean Construction*, estabeleceu o desenvolvimento dos objetivos relacionados à temática da pesquisa.

Na pesquisa bibliográfica, o contexto sustentável é desenvolvido evidenciando o crescimento de eventos e conferências mundiais. O envolvimento da indústria da construção dentro da sustentabilidade proporcionou o desenvolvimento da construção sustentável. Assim, para atender à necessidade atual, passou-se a desenvolver soluções e práticas mais sustentáveis, entre as quais verifica-se o *Lean Construction*.

O estudo bibliográfico do *Lean Construction* foi construído de modo a explorar e desbravar seus conceitos e ferramentas de implementação, relatando o contexto inicial das teorias de produção *Lean Production*, *Toyota Production System* e *Lean Thinking*, apresentando seus princípios fundamentais e os tipos de desperdícios existentes. Em seguida, discorreu-se sobre a ideia inicial de Koskela - o *Lean Construction* - focando no entendimento dos conceitos e seus onze princípios e progredindo, ao final, para o *Lean Design*, explorando suas ferramentas de aplicação.

#### *4.2.2 Estudo de Opinião*

Segundo Robert Yin [9] [103], o estudo piloto é um método final para coleta de dados, em que a sua escolha pode conter várias razões. No atual estudo ele foi utilizado

devido ao auxílio proporcionado ao pesquisador quanto à edição e aprimoramento do plano de investigação para a coleta de dados, focando no conteúdo das informações buscadas na coleta de dados.

Desse modo, é ideal que todos os questionários possam ter um estudo piloto inicial que verifique a percepção das questões e otimização das respostas, lacunas, redundâncias e incoerências, além do tempo efetivo de resposta e o nível de compreensão do questionário. [6].

O estudo piloto é recorrido pelos pesquisadores quando o devido estudo abrange um pequeno número de intervenientes, observando os efeitos e processos diante dos participantes [6].

O contato com o primeiro interveniente foi realizado antes do início da aplicação do questionário, transmitindo minuciosamente quais os objetivos da pesquisa e o tipo de divulgação que receberia. Em seguida, foi acordado com todos os intervenientes, o sigilo das respostas do questionário, informando-os que seus nomes se encontrariam anônimos. Por haver o envolvimento de outros colaboradores, o que constitui um tópico delicado, o estudo sucedeu com sigilo quanto as pessoas envolvidas e dados obtidos, demonstrando confiabilidade aos intervenientes e tendo respeito pela sua privacidade e imagem [8] [108].

O estudo piloto abordou Engenheiro A e Engenheiro B, ambos com formação em Engenharia Civil. O Engenheiro A é o diretor técnico e proprietário de uma construtora que, no mercado, há foco em empreendimentos residenciais de médio e alto padrão. O Engenheiro B atua em uma empresa de empreendimentos públicos. Ambos exercem suas profissões no estado do Ceará – Brasil.

Segundo Marconi e Lakatos [109], o questionário é uma fonte de coleta de dados que possui diversas vantagens, como economia de tempo e deslocamento, aquisição de grande número de informações - com respostas mais rápidas e precisas, adquiridas com mais segurança ao fato de não necessitar identificação e assim, trazer menos riscos de distorção -, ausência de influência do pesquisador e disponibilidade de maior tempo para realização da avaliação (inclusive no horário desejado pelo interveniente).

A coleta de dados deu-se por um questionário que compunha um panorama sucinto da temática e as devidas orientações para resolução, transmitindo sua importância e a necessidade de obtenção das respostas, de modo a despertar o interesse do participante.

Formado por uma sequência de perguntas divididas em dois grupos, o grupo 1 integrou perguntas de caracterização e identificação do interveniente e o grupo 2 filtrou informações alinhadas com os objetivos, buscando analisar quais práticas são implementadas no processo de projeto (design).

O questionário foi estruturado com questões abertas (opiniões e tendências) e fechadas (de resposta pré-definidas como “sim” e “não”) e posteriormente enviado para intervenientes selecionados, os quais constituem profissionais com experiência em projetos, como diretor de projeto, engenheiro civil, arquiteto e outros.

O estudo de opinião levantou a expectativa de ter-se um *feedback* do estudo realizado com os intervenientes, podendo o pesquisador analisar e aprimorar alguns ajustes e alinhamentos quanto ao questionário proposto para coleta de dados do estudo de caso futuro.

#### 4.2.3 Estudo de Caso

A utilização do estudo de caso simplifica o plano de investigação, aprofundando em casos particulares de um fenômeno. Os casos são selecionados de várias formas e são representados, em geral, como casos típicos (em que a seleção dos casos é semelhante à amostragem estatística), personalizados, aleatórios, entre outros. Neste estudo, a quantidade de casos estudados é pouca, no entanto são estudados de forma aprofundada, com objetivo de validar uma hipótese [6].

Segundo Yin [9], há diversos meios de realizar um estudo de caso, estabelecendo dois grupos de estudo, sendo o primeiro diretamente relacionado ao número de casos a serem pesquisados (único ou múltiplo), já o segundo, ligado a quantidade de unidade de análise. A partir disso, o atual estudo pode-se classificar como o caso com uma única unidade de análise e com número de casos pesquisados são múltiplos.

Logo, o autor utilizou como forma de fonte de coleta de dados a ferramenta questionário. No Quadro 3, verificam-se os pontos fortes e fracos desta técnica.

Técnica de Coleta	Pontos forte	Pontos Fracos
Questionário	Garante Anonimato	Inviabilidade de comprovar respostas ou esclarecê-las
	Padronizadas promovendo uniformidade	Dificuldade em pontuar questões abertas
	Objetivos de fácil pontuação	Restrito a pessoas aptas à leitura
	Proporciona abertura de tempo para o interveniente	Dá margem a respostas influenciadas pelo "desejo de nivelamento social"
	Simple de conversão dos dados	Minimização da taxa de respostas
	Custo razoável	Pode conter itens polarizados

Quadro 3- Pontos Fortes e Fracos do questionário [110]

A estrutura de um questionário é dividida por grupos de questões. No caso desta pesquisa, foi composto por dois grupos, com a quantidade de perguntas determinadas conforme a exigência do pesquisador e construído com base em referências bibliográficas descritas no Quadro 4.

O estudo piloto agregou informações essenciais por meio de *feedbacks* que validaram o instrumento de pesquisa. As principais modificações foram realizadas nas perguntas aos intervenientes. Verificou-se que o questionário inicial havia limitações e ausência de clareza em algumas perguntas do segundo grupo de questões, contribuindo para uma pesquisa inviável. Logo, o questionário foi reorganizado e reescrito de forma a construir perguntas em contextos que não fugissem do objetivo de estudo.

Questões	Descrição	Nº de Questões	Principais Fontes	Objetivo Principal
Questão 1	Caracterização do interveniente	5	Barros Neto (2014), Barbosa (2010), Bassioni, Hassan e Price (2004)	Obter informações sobre o interveniente e seu envolvimento com Lean Construction e projetos.
Questão 2	Análise de práticas Lean Construction em projetos	36	Rother, Shook (2003), Henrique et al., (2015), Pasqualini, Zawislak (2005), Ohno (1997), Mariz, Picchi(2013), Marksberry, Rammohan e Vu (2011), Ballard (2000), Ballard (2011), Macomber, Barbeiro (2007), Aish (1986), Sacks et al., (2018), Smith (2014), Osada (1991), Osada (1992), Ballard, Howell (1998), Macomber, Howell (2003), Imai (1997), Laraia, Moody e Hall (1999), Ohno (1997), Dahl (2005), Bae, Kim (2008)	Analisar e identificar a situação prática da aplicação da metodologia Lean Construction por meio de ferramentas em projetos.

Quadro 4 - Caracterização do roteiro de questionário final

Neste formato, o estudo de caso consegue alcançar a compreensão dos entrevistados sobre as perguntas referente as características dos intervenientes e as ferramentas *Lean Construction*, obtendo nenhum feedback relacionado a duvidas sobre o direcionamento do assunto abordado.

Os resultados obtidos nas pesquisas realizadas no estudo de caso, demonstra a maturidade entre os participantes, onde a maior parte do grupo contem números satisfatórios das perguntas referente as aplicações de práticas *Lean Construction*, fortalecendo melhorias na área de projetos da indústria da construção, buscando melhorias e inovações, reduzindo desperdícios.

Dessa forma, para a criação do quadro desenvolvido na implementação das ferramentas do *Lean Construction* em projeto, aborda-se quatro ferramentas com maior aplicação, sendo possível realizar uma análise descritiva e compreender exemplos práticos de aplicação em projetos. Dirige-se a um público-alvo destinado a profissionais que possuem contato com esta área, auxiliando-os na sua área de intervenção.

O estudo abordado por meio de um questionário de respostas fechadas, consegue obter resultados satisfatórios para a pesquisa, alcançando os objetivos do estudo e a análise das práticas possível implementação perante o cenário atual.

## **5. ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS**

A indústria da construção civil é sinônimo de grandes números financeiros, de funcionários, equipamentos, sendo um dos setores de grande complexidade e junto a essas características há também grandes desperdícios, baseando nos valores que não agregam ao custo total do empreendimento.

Nesse contexto, é identificando uma falta de competitividade devido aos prazos ultrapassados, orçamentos exagerados, segurança precária e baixa qualidade no produto. Assim, a metodologia do *Lean Construction* vem sendo sedimentado com a visão de melhorar e impactar esses desperdícios, aumentando a competitividade no mercado, e

buscando a nível de sustentabilidade, o reaproveitamento dos materiais que minimize os impactos ao meio ambiente. Além de evitar as grandes quantidades de materiais desperdiçados no processo da construção, por erros de compatibilidade entre projetos e o empreendimento real.

Desse modo, este capítulo procura levantar a percepção do atual cenário das ferramentas *Lean Construction* em projetos, assim construir um quadro de ferramentas para implementação dessa metodologia em projetos. Analisa os resultados alcançados por meio do estudo de caso, explorando uma investigação qualitativa com uma única fonte de dados que é o questionário com foco nos entrevistados com experiência em projetos.

### *5.1 O questionário da ferramentas de apoio a implementação Lean Construction em projetos*

A apresentação do questionário é baseada em dois grupos de questões, sequencialmente, no primeiro grupo faz a busca pela caracterização do interveniente, logo o segundo grupo procura a caracterização de práticas *Lean Construction*, por meio de nove ferramentas de sedimentação dessa metodologia

#### *5.1.1 Formulação das questões do questionário*

A indústria da construção é identificada como um setor de grande concentração de colaboradores envolvendo capacidade crítica, vícios e metodologias atrasadas. Porém as exigências a nível dos consumidores vêm aumentando progressivamente, em busca de produtos com maior qualidade, com execuções do produto durante o prazo previsto, preços atraentes para o cliente.

A metodologia *Lean Construction* desenvolvida por Koskela [5], fortalece a necessidade da construção civil se modernizar, evitando desperdícios e buscando agregar valor ao cliente, sendo disseminada e criada ferramentas ou adaptadas por exemplo da metodologia TPS que adequar a essa ideia *Lean*.

O sistema de gestão engloba a ideia de caracteriza o interveniente e entender quais práticas são desenvolvidas em projetos. Desse modo, o estudo do sistema de gestão desenvolve aspectos já descritos em tópicos já abordados anteriormente:

- Técnicas construtivas visando a sustentabilidade;

- Princípios do *Lean Construction*;
- Ferramentas práticas do *Lean Construction*.

#### 5.1.1.1 Primeiro grupo de questões

O estudo de caso por meio do instrumento de questionário foi seccionado em dois grupos de questões, assim o primeiro está presente no Quadro 5. É abordado ao interveniente perguntas com a intenção de poder caracterizar de acordo com cargo ou profissão que se encontra atualmente, filtrando também com perguntas do questionário (Sim ou Não) a relação dos entrevistados com pontos importantes para o estudo.

Q1. Interveniente						
	Coordenador projeto	Arquiteto	Eng. Civil	Diretor de obra	Outro	Qual:
Tem conhecimento sobre Projetos?				Sim	Não	
Tem conhecimento sobre Lean Construction?				Sim	Não	
Implementa práticas sustentáveis:				Sim	Não	
Utiliza guias, manuais, entre outras referências bibliográficas?				Sim	Não	

Quadro 5- Primeiro grupo de questões

A temática das perguntas realizadas têm como objetivo poder analisar o interveniente sobre questões importantes para o estudo, como a ligação com projetos, *Lean Construction*, práticas sustentáveis e referências bibliográficas

#### 5.1.1.2 Segundo grupo de questões

As questões do segundo grupo do questionário convêm com as ideias do *Lean Construction*, buscando por meio de questões analisar práticas utilizadas pelos intervenientes, identificando e analisando quais ferramentas práticas são mais utilizadas de acordo com o grupo de entrevistados. Esta situação, possibilita uma maior validação para selecionar as ferramentas e sua sedimentação na indústria da construção civil para projetos.

O conceito de *Lean Construction*, como já abordado em capítulos passados, tem a ideia de um sistema de produção, desenvolvendo padrões, modelos, melhorias, inovações, *benchmark*, conseguindo minimizar ou mitigar os desperdícios e agregando

valor ao cliente. Koskela desenvolveu onze princípios sobre essa metodologia, esquematizado no Quadro 6.

Índice	Descrição do Princípio
1	Reduzir a quantidade de atividades que não agregam valor
2	A valorização do valor final por meio de agregar requisitos de necessidade do cliente
3	Reduzir a variabilidade
4	Reduzir os tempos de ciclo
5	Simplificar por meio de redução de números de passos
6	Aumentar a flexibilidade
7	Aumentar a transparência do processo
8	Focar no controle de todo o processo
9	Sedimentar melhorias contínuas no processo
10	Alcançar melhorias de fluxos e de conversões
11	Realizar Benchmark

Quadro 6- Princípios do Lean Construction [5]

Seguindo esse contexto, foram abordados meios para aplicação dessa metodologia, correspondendo as ferramentas como técnicas práticas de implementação dessa ideia desenvolvida. Atualmente, já existe dezenas de técnicas publicadas em estudos científicos, ao qual foi selecionado nove ferramentas para o eventual estudo.

As escolhas das ferramentas foram desenvolvidas por meio de estudos bibliográficos, experiências adquiridas no desenvolver do estudo e trajetória acadêmica, por meio de conversas com profissionais e especialistas.

As ferramentas abordadas, podem ser vista no Quadro 7, estão relacionadas aos conceitos e princípios *Lean Construction*, com temáticas de processamento, análise de tempo, padrões, *feedbacks*, modelação, organização, planejamento, inovação, melhoria, entre outros pontos importantes abordados. Logo, essas ferramentas já foram

apresentadas em capítulos anteriores e serão selecionadas de acordo com análise dos resultados dos intervenientes.

Índice	Ferramentas Lean Construction
LC 1	VALUE STREAM MAPPING
LC 2	INSTRUÇÕES DE TRABALHO
LC 3	REUNIÃO DE REVISÃO DE DESEMPENHO
LC 4	TARGET VALUE DESIGN
LC 5	BUILDING INFORMATION MODELLING
LC 6	5S
LC 7	LAST PLANNER SYSTEM
LC 8	KAIZEN
LC 9	DESIGN DE MANUTENÇÃO

Quadro 7- Ferramentas Lean Construction

O segundo grupo de questões, é demonstrado nos Quadros 8 a 16, está relacionado com o *Lean Construction* e as questões realizadas estão ligadas aos princípios dessa metodologia e as ferramentas práticas, buscando ao entrevistado quais ações são realizadas. O questionário fechado (Sim ou Não e possibilitando possíveis observações para o estudo).

Código do Guião	Ferramenta	Questão Relacionadas	Não se aplica:	Sim se aplica	Observações:
LC 1	VALUE STREAM MAPPING	No início do projeto é realizado um diagnóstico preventivo do processo?			
		É mensurado os tempos de processamento e operação?			
		É realizado mapeamento do fluxo de materiais e informações necessárias para executar os processos de projeto?			
		É realizado melhorias nos processo de projeto para um plano futuro?			
		É identificar os desperdícios e respetiva eliminação ao longo da cadeia produtiva do projeto?			
		Tem o acompanhamento do nível de recursos consumidos a nível de interventários?			

Quadro 8- Grupo de questões sobre Value Stream Mapping

LC 2	INSTRUÇÕES DE TRABALHO	Aplica se documento de instruções de treinamento ?			
		Existe documento com a padronização dos processos de projetos ?			
		Existe treinamentos para equipes de projetos?			
		Se usa documentos dinâmicos?			

Quadro 9- Grupo de questões sobre Instruções de Trabalho

LC 3	REUNIÃO DE REVISÃO DE DESEMPENHO	Existe reuniões entre o gestor de projeto com a equipe de projeto?			
		Existe reuniões entre o gestor de projeto com o dono da obra?			
		Há busca da identificação dos problemas no projeto junto a equipe de projeto?			
		Existe a procura da solução dos problemas no projeto junto a equipe de projeto?			
		É buscado a empatia do grupo nas reuniões?			

Quadro 10- Grupo de questões sobre Reunião de Revisão de Desempenho

LC 4	TARGET VALUE DESIGN	O custo final do projeto baseado em projeto semelhantes já executados tendo a flexibilidade ajustando às condições de mercados atuais?			
		Se busca inovações e melhorias para reduzir o custo e adquirir valor ao cliente?			
		Se existe a flexibilidade de analisar as propostas de alteração de projeto e consequentemente modificar o custo, tendo o controle sequencialmente do projeto?			

Quadro 11- Grupo de questões sobre Target Value Design

LC 5	BUILDING INFORMATION MODELLING	Se utiliza de modelagem digital da construção?			
		Se existe a cooperação entre os diversos especialistas na fase de execução e ciclo de vida do projeto?			
		É informado as especificações dos materiais?			
		Se busca materiais mais sustentáveis?			

Quadro 12- Grupo de questões sobre Building Informarion Modeling

LC 6	5S	É verificado se os equipamentos, materiais e ferramentas estão em estado de utilização?			
		É utilizado etiquetas para facilitar a identificação dos projetos?			
		É realizado eliminação ou tratamento de defeitos no projeto?			
		É implementado uma padronização no projeto?			
		Busca a sedimentação de disciplina na equipe de projeto?			

Quadro 13- Grupo de questões sobre 5S

LC 7	LAST PLANNER SYSTEM	Se realiza um planejamento global do projeto ?			
		É analisado um planejamento de curto prazo?			
		Tem uma visão de analisar antes da execução atividades, se os recursos estão disponível e atividades de pre-requisitos estejam realizada?			

Quadro 14- Grupo de questões sobre Last Planner System

LC 8	KAIZEN	Investimento pela busca de melhoria contínua do processo de projeto?			
		Se implementa práticas sustentáveis?			
		É buscado inovações para os projetos?			

Quadro 15- Grupo de questões sobre Kaizen

LC 9	DESIGN DE MANUTENÇÃO	Tem uma visão além da execução do projeto, dando equivalência de importância para o projeto durante o ciclo de vida?			
		Tem a preocupação com os fatores sociais e econômicos, o bem-estar dos ocupantes e comunidade próxima, segurança no projeto de manutenção?			
		Na elaboração de projetos de manutenção é buscado a implementação de materiais sustentáveis?			

Quadro 16- Grupo de questões sobre Design de Manutenção

### 5.1.2 Caracterização dos intervenientes

Segundo Robert Yin [9], a ligação do estudo de caso é a mais variada possível com o público-alvo, englobando nessa ligação:

- Parceiros da mesma área;
- Profissionais de modo geral e profissionais que não tem conhecimento específico da metodologia do estudo de caso;

- Turmas especiais, por exemplo banca de tese ou dissertação de um pesquisador;
- Órgãos financiadores da pesquisa.

O estudo de caso tem um grande potencial de público em relação a outras pesquisas, sendo assim será identificado para o eventual estudo, o grupo de profissionais que tem experiência com projetos, conforme visto no Quadro 17. Especifico para o relatório global do trabalho, atendendo as necessidades diferentes, e nenhum relatório em especial conseguirá atender do público todo simultaneamente [9].

<b>Interveniente</b>	<b>Contribuições para o sistema de gestão</b>
Coordenador projeto	Está relacionado com a coordenação do planejamento, estimativas de custos, cronogramas de projetos, auxiliando na fase de projeto.
Arquiteto	Tem capacidades técnicas para desenvolver projetos, como arquitetônico, tendo uma ligação com a fase do projeto.
Eng. Civil	Auxilia na fase de projeto e na fase de obra, devido suas capacidades técnicas, tendo uma relação com projetos.
Diretor de obra	Gerencia a fase de gestão, analisando possíveis riscos e incertezas, tendo o entendimento de todos os processos, como projetos.

Quadro 17- Contribuições para o sistema de gestão para os intervenientes

Há também a participação de outros intervenientes para a contribuição do sistema de gestão, porém é possível que não seja tão expressivo. A proposta ferramentas práticas de *Lean Construction*, por meio de procedimentos e recomendações, tendo como consequência a minimização ou mitigação dos desperdícios em projetos e influenciando positivamente a execução do empreendimento.

### 5.1.3 Estudo de Opinião

O eventual trabalho teve a participação de um estudo piloto, auxiliando o pesquisador aperfeiçoar os planos de investigação por meio de análise de opiniões de entrevistados ao instrumento de coleta de informações, o questionário, desse modo

agregando algumas elucidações conceptuais para o projeto [9]. Baseando no questionário piloto envolvendo perguntas de características fechadas (Sim e Não) conforme o Anexo A.

Assim, os casos pilotos são muito importante principalmente para o pesquisador, desenvolvendo relatório e analisando os dados coletados no estudo, podendo sinalar modificações de acordo com as respostas e *feedbacks* dos intervenientes.

Realizado por meio de dois intervenientes que se classificam como engenheiros civis, com experiência em projetos, verificando-se ajustes necessários na clarificação da redação do questionário, por meio de dificuldades de entendimento ou duplos sentidos.

Os Quadro 18 a 27, são representações esquemáticas da formulação do questionário após ajustes do estudo de opinião, conforme visto no Anexo B.

Coordenador projeto	Arquiteto	Eng. Civil	Diretor de obra	Outro	Qual:
Tem conhecimento sobre Projetos?			Sim		Não
Tem conhecimento sobre Lean Construction?			Sim		Não
Implementa práticas sustentáveis?			Sim		Não
Utiliza guias, manuais, entre outras referências bibliográficas?			Sim		Não

Quadro 18- Primeiro grupo de questões (após ajustes do estudo de opinião)

Código do Guião	Ferramenta	Questão Relacionadas	Não se aplica:	Sim se aplica	Observações:
LC 1	VALUE STREAM MAPPING	No início do projeto é realizado um diagnóstico preventivo que abrange todo o processo ao longo do tempo de decurso do projeto?			
		É mensurado os tempos de processamento e operação de todas as fases do projecto?			
		É realizado mapeamento do fluxo de materiais e informações necessárias para executar os processos dos projetos?			
		São realizadas melhorias nos processos de projeto para as utilizar em planos futuros?			
		São identificados os desperdícios e respetiva eliminação ao longo da cadeia produtiva do projeto?			
		Tem o acompanhamento do nível de recursos consumidos a nível de intervenientes?			

Quadro 19 - Grupo de questões sobre Value Stream Mapping (após ajustes do estudo de opinião)

LC 2	INSTRUÇÕES DE TRABALHO	Aplica-se documentos de instrução para realização de projectos?			
		Existe documento com a padronização dos processos de projetos ?			
		Existe treinamentos para equipes de projetos?			
		Se usa documentos dinâmicos (formulários adaptados atendendo a mudanças de normas, legislação, outros)?			

Quadro 20- Grupo de questões sobre Instruções de Trabalho (após ajustes do estudo de opinião)

LC 3	REUNIÃO DE REVISÃO DE DESEMPENHO	Existem reuniões entre o gestor de projeto (empreendimento- Project manager) com a equipe de projeto (designers)?			
		Existem reuniões entre o gestor de projeto com o dono da obra?			
		Há busca da identificação dos problemas no projeto junto a equipe de projeto?			
		Existe a procura de soluções para os problemas de projeto junto da equipe de projeto?			
		É procurado nas reuniões a empatia entre o equipe de projecto?			

Quadro 21- Grupo de questões sobre Reunião de Revisão de Desempenho (após ajustes do estudo de opinião)

LC 4	TARGET VALUE DESIGN	□ custo final do projeto é baseado em projetos semelhantes já executados tendo em consideração a flexibilidade ajustando às condições de mercados atuais?			
		Se busca inovações e melhorias para reduzir o custo final da obra e aquisição de valor acrescido de benefícios para o cliente? (questões manutenção, consumos)			
		Existe flexibilidade de analisar as propostas de alteração de projeto e consequentemente modificar o custo, tendo ao mesmo tempo o controle sequencial de planeamento e de custo do projeto?			

Quadro 22- Grupo de questões sobre Target Value Design (após ajustes do estudo de opinião)

LC 5	BUILDING INFORMATION MODELING	Se utiliza modelagem digital da construção com recurso a BIM?			
		Se existe a cooperação e compatibilização entre os diversos especialistas na fase de execução, atendendo ainda ao ciclo de vida do projeto (manutenção)?			
		São atendidas e especificadas no projecto, as especificações de todos os materiais descritos no projecto?			
		Se busca materiais mais sustentáveis?			

Quadro 23- Grupo de questões sobre Building Informarion Modeling (após ajustes do estudo de opinião)

LC 6	5S	É verificado se os equipamentos, materiais e ferramentas da sala técnica (gabinete) estão em estado de utilização?			
		São utilizadas etiquetas para facilitar a identificação dos projetos em desenvolvimento e em arquivo?			
		são realizadas acções que visam a eliminação ou tratamento de defeitos detectados em projeto?			
		É implementado uma padronização sequencial no projeto?			
		É procurada a disciplina e normalização ou cumprimento de procedimentos impostos junto de cada elementos da equipe de projeto?			

Quadro 24 - Grupo de questões sobre 5S (após ajustes do estudo de opinião)

LC 7	LAST PLANNER SYSTEM	É realizado um planeamento global do projeto?			
		É analisado um planeamento de curto prazo e de maior rigor de controlo?			
		□ planeamento abrange previamente o controlo das datas de disponibilidades de projectistas necessários ao desenvolvimento do projecto, funcionando como pré-requisito ao planeamento?			

Quadro 25- Grupo de questões sobre Last Planner System (após ajustes do estudo de opinião)

LC 8	KAIZEN	Se há investimento que visam a procura de melhoria contínua para os processos de projetos futuros?			
		Se implementam práticas sustentáveis?			
		São procuradas inovações para os projetos?			

Quadro 26- Grupo de questões sobre Kaizen (após ajustes do estudo de opinião)

LC 9	DESIGN DE MANUTENÇÃO	Existe durante a fase de projeto, preocupação com o mesmo durante o ciclo de vida?			
		Têm em preocupação a previsão de operações de manutenção preventiva, e de forma que estejam já assegurados os fatores sociais e económicos, bem como o bem-estar dos ocupantes e da comunidade próxima, não esquecendo a segurança que envolve essas práticas de manutenção?			
		Na elaboração de projeto, é atendido a documentos que visem a sustentabilidade dos materiais, para facilitar as operações de manutenção futuras?			

Quadro 27- Grupo de questões sobre Design de Manutenção (após ajustes do estudo de opinião)

## 5.2 Sedimentação da pesquisa

### 5.2.1 Resultados sobre conhecimento dos Intervinentes acerca de ferramentas LEAN

#### Construccion

O questionário é a única fonte de dados, envolvendo a temática, conceitos, princípios e ferramentas da metodologia *Lean Construction*, para apoiar projetos.

Essa fonte de coleta foi destinada ao público-alvo por meio primeiramente por via correio eletrônico, ao qual foi explicado objetivo do estudo, garantindo o anonimato e confidencialidade, logo o agradecimento, independente das respostas e opiniões dos entrevistados. O Autor, coletou informações durante um período de duas semanas para obtenção das respostas dos entrevistados.

O público-alvo é focado em intervenientes que tenha conhecimento e experiência com projetos, sendo assim, selecionando quatro cargos de trabalho, coordenador de projeto, arquiteto, engenheiro civil e diretor de obra.

O estudo alcançou três engenheiros civis correspondendo aos Entrevistados 1, 3 e 4 e um arquiteto, o Entrevistado 2. Na Figura 24, é representado estatisticamente a divisão entre os intervenientes.

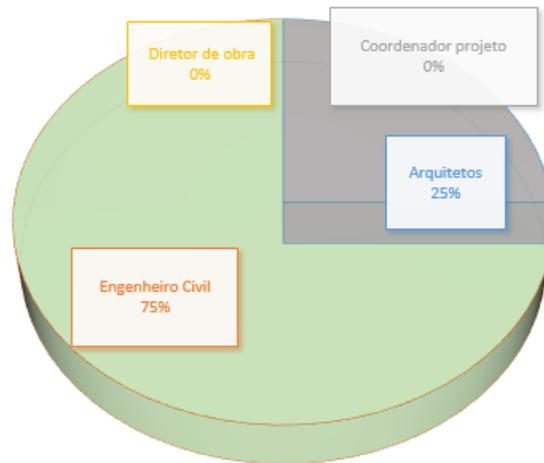


Figura 24 - Divisão dos cargos dos intervenientes

O Autor, demonstra os resultados através de ilustrações no formato de quadro. Assim, representa as respostas dos entrevistados, ao qual foi preenchido os espaços com marcação “x” e para facilitar a compreensão. O Autor usa “o”, para preencher os locais não assinalados, pelos intervenientes, sendo perceptível que não altera os resultados.

As respostas do primeiro grupo de questões, verificado no Quadro 28, realizou o objetivo de ter um conhecimento sobre o interveniente.

	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)
	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	
Conhecimento sobre Projetos?	X	O	X	O	X	O	X	O	100%
Conhecimento sobre Lean Construction?	X	O	X	O	X	O	X	O	100%
Implementa práticas sustentáveis?	O	X	X	O	X	O	X	O	75%
Utiliza guias, manuais, entre outras referências bibliográficas?	O	X	X	O	O	X	X	O	50%
Somatório	2	2	4	0	3	1	4	0	

Quadro 28- Identificação das respostas primeiro grupo de questões

Os resultados são favoráveis a compreensão das questões do segundo grupo de perguntas do questionário, ao analisar que todos os quatro entrevistados (100%) têm conhecimentos sobre a metodologia *Lean Construction* e projetos, possibilitando maior validação para o estudo.

Analisa-se também a relação dos intervenientes com práticas sustentáveis, ao qual somente o Entrevistado 1 não se faz aplicação, percebendo uma relação crescente da abordagem sustentável na indústria da construção.

Logo, observa o fato de os Entrevistados 1 e 2 (50%) utilizarem de referências bibliográficas, tendo um resultado interessante para o Autor, devido aos tempos atuais

que se encontra a indústria da construção, onde a busca por melhorias e atualizações vêm sendo exigido pelos clientes.

Assim, é realizada análise do segundo grupo de questões, obtendo resultados relacionados à temática de *Lean Construction*, com a temática de implementação ferramentas práticas dessa metodologia, os resultados obtidos servem como base para se ter uma visão mais real e prática de quais aplicações estão sendo realizadas em projetos.

### 5.2.2 Resultados sobre a ferramenta *Value Stream Mapping*

O *Value Stream Mapping*, ferramenta utilizada visando uma análise do processamento do projeto, abordagens de diagnósticos, mapeamento do fluxo, identificação de melhorias futuras implementadas no sistema de projetos, entre outras perspectivas.

As informações observadas no Quadro 29, mostra os resultados referente a ferramenta VSM, tendo um bom desempenho geral. Pode ser visto que os índices LC1.6 teve 100% de aplicação pelos Entrevistados, identificando a importância do acompanhamento do consumo de recursos, obtendo um controle do processo. Sendo possível um maior controle de *stock*.

Logo, os índices LC1.3 e o LC1.5 aplicados pelos Entrevistados 1, 2 e 4 (75%), representam a gestão de informações durante todo o processo do projeto, como controle de consumo de recursos por meio do mapeamento das atividades, possibilitando transparência e buscar por eliminação de desperdícios, otimizando o projeto. Já o LC1.2 é realizado pelos Entrevistados 2, 3 e 4 (75%), consegue mensurar a execução do projeto, tendo um maior controle das atividades, podendo intervir em atividades que não agregam valor ao cliente.

O LC1.1 com aplicação pelos Entrevistados 2 e 4 (50%), realizam um diagnóstico preventivo, desenvolvendo uma melhoria no processo, reduzindo desperdício. Logo o LC1.4, abordados pelos Entrevistados 1 e 4 (50%), procuram desenvolver melhorias futuras nas atividades do projeto, viabilizando a implementação em futuras atividades. Os dois índices comentados são referentes aos que tiveram menor eficiência de implementação.

Observa-se que o Entrevistado 4 tem um bom domínio sobre o mapeamento de fluxo do projeto, aplicando todas as práticas que compõem o formulário.

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)	
			Não se aplica:	Sim se aplica:								
LC1	VALUE STREAM MAPPING	No início do projeto é realizado um diagnóstico preventivo que abrange todo o processo ao longo do tempo de decurso do projeto?	LC1.1	x	o	o	x	x	o	o	x	50%
		É mensurado os tempos de processamento e operação de todas as fases do projecto?	LC1.2	x	o	o	x	o	x	o	x	75%
		É realizado mapeamento do fluxo de materiais e informações necessárias para executar os processos dos projetos?	LC1.3	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
		São realizadas melhorias nos processos de projeto para as utilizar em planos futuros?	LC1.4	o	x	x	o	x	o	o	x	50%
		São identificados os desperdícios e respetiva eliminação ao longo da cadeia produtiva do projeto?	LC1.5	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
		Tem o acompanhamento do nível de recursos consumidos a nível de intervenientes?	LC1.6	o	x	o	x	o	x	o	x	100%
		Somatório		2	4	1	5	4	2	0	6	

Quadro 29- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Value Stream Mapping

### 5.2.3 Resultado sobre a ferramenta Instrução de Trabalho

Em seguida, foi analisado as instruções de trabalho têm uma visão de padronização das atividades e tarefas conforme os critérios de qualidade, segurança, entre outros critérios, procurando determinar orientações aos funcionários no período de execução das atividades, melhorando a produtividade e evitando desperdícios.

A eventual ferramenta teve resultados com baixa eficiência geral, como pode ser visto no Quadro 30.

O índice LC2.1 tem resposta curiosa, visto que nenhum dos Entrevistados aplicam documentos de instruções para atividades em projetos, possibilitando uma maior variabilidade de informações entre as equipes de projeto, gerando erros.

Porém, analisa-se que os Entrevistados 1 e 2, buscam por outras práticas – documentos com a padronização dos processos do projeto; treinamentos; documentos dinâmicos – com o objetivo de minimizar variabilidades, aumentar o *benchmark*, troca de informações.

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)
			Não se aplica:	Sim se aplica:							
LC2	Aplica-se documentos de instrução para realização de projectos?	LC2.1	x	o	x	o	x	o	x	o	0%
	Existe documento com a padronização dos processos de projetos ?	LC2.2	o	x	o	x	x	o	x	o	50%
	Existe treinamentos para equipes de projetos?	LC2.3	o	x	o	x	x	o	x	o	50%
	Se usa documentos dinâmicos (formulários adaptados atendendo a mudanças de normas, legislação, outros)?	LC2.4	o	x	o	x	x	o	x	o	50%
	Somatório		1	3	1	3	4	0	4	0	

Quadro 30- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Instruções de Trabalho

#### 5.2.4 Resultado sobre a ferramenta Reunião de Revisão Desempenho

A reunião de revisão desempenho, ferramenta que aborda o ciclo do projeto, desde o início com o cliente, passando pelo coordenador de projeto e equipe de projeto, tendo a participação *stakeholders* possibilitando as melhores tomadas de atitudes, junto gerando empatia e conversas sobre as metas.

Os resultados dos questionários representado no Quadro 31. O LC3.1, LC3.2 e LC3.4, ambos tiveram aplicações somente dos Entrevistados 1 e 4 (50%), respectivamente demonstram comunicações entre os *stakeholders* desenvolvendo maior transparência e *benchmark*, também representa a procura por resoluções de problemas, com objetivo de sedimentar melhorias contínuas no processo do projeto.

Observa-se também que que os Entrevistados 1 e 4 aplicam todas as práticas dessa ferramenta, desenvolvendo uma transparência de informações ao ciclo de produção, entre outras vantagens, possibilitando um melhor domínio das informações do projeto.

Logo o Entrevistado 2, apresenta a prática LC3.3 de procurar possíveis problemas no projeto e o Entrevistado 3, respectivamente implementa prática LC3.5 de reuniões entre equipes promovendo empatias entre os membros da equipe.

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)
			Não se aplica:	Sim se aplica:							
LC3	Existem reuniões entre o gestor de projeto (empreendimento- Project manager) com a equipe de projeto (designers)?	LC3.1	o	x	x	o	x	o	o	x	50%
	Existe reuniões entre o gestor de projeto com o dono da obra?	LC3.2	o	x	x	o	x	o	o	x	50%
	Há busca da identificação dos problemas no projeto junto a equipe de projeto?	LC3.3	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
	Existe a procura de soluções para os problemas de projeto junto da equipe de projeto?	LC3.4	o	x	x	o	x	o	o	x	50%
	É procurado nas reuniões a empatia entre o equipe de projecto?	LC3.5	o	x	x	o	o	x	o	x	75%
	Somatório		0	5	4	1	4	1	0	5	

Quadro 31- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Reunião de Revisão Desempenho

É importante salientar que o Entrevistado 4 realizou um comentário relevante acerca da visão desenvolvida por meio de *feedbacks*, *benchmarks*, transmissão de informações, possibilitando uma melhor tomada de atitude: “*Com a experiência prática, muitas vezes são solicitadas alterações nos projetos que facilitam a execução*”.

#### 5.2.5 Resultado sobre a ferramenta Target Value Design

O *Target Value Design* é uma ferramenta que tem uma visão de planejamento e controle do orçamento sobre os processos do projeto.

As respostas coletadas na pesquisa sobre o TVD é representado no Quadro 32. O LC4.1 tem aplicação dos Entrevistados 1, 2 e 4 (75%), logo percebe-se que é disseminado nos orçamentos valores mais reais, reduzindo possíveis variáveis e desperdícios. Logo o LC4.3 é aplicado pelos Intervenientes 1 e 4 (50%), constituindo flexibilidade no projeto durante a sua execução, agregando valor ao cliente, podendo ser personalizado com as necessidades do cliente.

Já o LC4.2 é implementado somente pelo Entrevistado 4 (25%) e logo se percebe que o respectivo interveniente tem um maior controle do orçamento do projeto, identificando todas as práticas formuladas no questionário. Possibilitando aplicar melhorias e invações agregando valor ao cliente .

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)	
			Não se aplica:	Sim se aplica:								
LC4	TARGET VALUE DESIGN	O custo final do projeto é baseado em projetos semelhantes já executados tendo em consideração a flexibilidade ajustando às condições de mercados atuais?	LC4.1	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
		Se busca inovações e melhorias para reduzir o custo final da obra e aquisição de valor acrescido de benefícios para o cliente? (questões manutenção, consumos)	LC4.2	x	o	x	o	x	o	o	x	25%
		Existe flexibilidade de analisar as propostas de alteração de projeto e consequentemente modificar o custo, tendo ao mesmo tempo o controle sequencial de planeamento e de custo do projeto?	LC4.3	o	x	x	o	x	o	o	x	50%
		Somatório		1	2	2	1	3	0	0	3	

Quadro 32 - Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Target Value Design

Assim, o Entrevistado 1 faz um comentário relevante, transcrevendo-se “*São utilizados como parâmetros, porém sempre é realizado um orçamento detalhado do projeto*”, seguindo o desenvolvimento de novos projetos baseando em parâmetros já existentes em projetos semelhantes e também a realização de detalhamento e melhoramento na composição do atual projeto.

#### 5.2.6 Resultado sobre a ferramenta Building Information Modeling

O *Building Information Modeling* essa ferramenta aborda uma visão de modelação digital e compatibilidade entre os diversos projetos que engloba o produto final, sendo possível simulações e especificações de materiais entre outras funcionalidades.

Os resultados do estudo de caso, visto no Quadro 33, representa uma baixa frequência de aplicação dessa técnica. Para o Autor esses resultados demonstram ausência ou pouco investimento na modelação digital, retratando a baixa evolução em inovações na indústria da construção.

O uso da plataforma de modelação digital BIM, analisando que tal modelação digital potencializa o desenvolvimento do projeto, agregando valor ao cliente, evitando erros e desperdícios em fase de compactação, entre outras, são implementadas como práticas o LC5.1 e 5.2 para os Entrevistados 2 e 3 (50%).

Já o Entrevistado 1 (25%) aplica o LC5.3, atende as especificações dos materiais descritos, reduzindo variabilidades conforme o projeto e evitando possíveis erros de materiais.

É interessante o resultado do índice LC5.4, sendo notório a ausência da busca por materiais mais sustentáveis, possivelmente retratando o pouco interesse de implementar práticas mais sustentáveis, como também pode indicar escasses ou dificuldades de adquirir matérias sustentáveis.

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)
			Não se aplica:	Sim se aplica:							
LCS	Se utiliza modelagem digital da construção com recurso a BIM?	LC5.1	x	o	o	x	o	x	x	o	50%
	Se existe a cooperação e compatibilização entre os diversos especialistas na fase de execução, atendendo ainda ao ciclo de vida do projeto (manutenção)?	LC5.2	x	o	o	x	o	x	x	o	50%
	São atendidas e especificadas no projecto, as especificações de todos os materiais descritos no	LC5.3	o	x	x	o	x	o	x	o	25%
	Se busca materiais mais sustentáveis?	LC5.4	x	o	x	o	x	o	x	o	0%
	Somatório		3	1	2	2	2	2	4	0	

Quadro 33 - Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Building Information Modeling

### 5.2.7 Resultado sobre a ferramenta 5S

A ferramenta 5S é desenvolvida em cinco pilares, utilização, organização, limpeza, padronização e disciplina, desenvolvendo melhores condições de trabalho.

Os resultados obtidos, no Quadro 34, foi analisado uma boa eficiência geral. O LC6.1 aplicado pelos Entrevistado 1 e 4 (50%), desenvolvendo prática de verificação da funcionalidade dos equipamentos, materiais e ferramentas no ambiente de trabalho, reduzindo os desperdícios.

Já o Lc6.2 é implementado pelos entrevistado 1, 3 e 4 (75%), sedimentando etiquetas nos projetos facilitando a identificação.

Logo os LC6.3, LC6.4 e LC6.5, aplicado pelos Entrevistado 1, 2 e 4, desenvolvem as compreensões de ter um ambiente de trabalho qualificado para os intervenientes no projeto. Desenvolvendo contribuições na produção do projeto, eliminando ou tratando defeitos no projeto, reduzindo a variabilidade com uso de padronizações e disciplina.

Percebe-se que os Intervenientes 1 e 4 tem um domínio da ferramenta 5S, por meio da aplicação das práticas abordadas pelo questionário.

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)	
			Não se aplica:	Sim se aplica:								
LC6	5S	É verificado se os equipamentos, materiais e ferramentas da sala técnica (gabinete) estão em estado de utilização?	LC6.1	o	x	x	o	x	o	o	x	50%
		São utilizadas etiquetas para facilitar a identificação dos projetos em desenvolvimento e em arquivo?	LC6.2	o	x	x	o	o	x	o	x	75%
		são realizadas ações que visam a eliminação ou tratamento de defeitos detectados em projeto?	LC6.3	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
		É implementado uma padronização sequencial no projeto?	LC6.4	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
		É procurada a disciplina e normalização ou cumprimento de procedimentos impostos junto de cada elementos da equipe de projeto?	LC6.5	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
Somatório			0	5	2	3	4	1	0	5		

Quadro 34- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta 5S

Neste tópico, o Entrevistado 4 faz um comentário relevante, transcrevendo-se “*Sim para acelerar a obra e aumentar a performance na execução*”, compreendendo que aplicação dessa ferramenta desenvolve uma melhoria na execução do projeto, podendo agregar valor ao cliente e evitar desperdícios.

#### 5.2.8 Resultado sobre a ferramenta Last Planner System

O *Last Planner System* aborda o controle do processo global, por meio de planejamento de longo, médio e curto prazo, se preocupando com atividades caracterizada como pré-requisito e o controle das atividades conforme o planejado.

A análise dos resultados da pesquisa, é perceptível no Quadro 35. O índice LC7.1 aplicado pelos Entrevistados 1 e 4 (50%), onde percebe-se a realização de um planejamento, obtendo um maior controle do processo global. Já no LC7.2 são os mesmo entrevistado com adição do Interveniente 3 (75%), analisando o desenvolvimetro de uma aplicação do planejamento de longo e curto prazo, almejando maior controle e flexibilidade no projeto.

Logo o LC7.3 aplicado pelos Entrevistados 2, 3 e 4 (75%), procura identificar e controlar os pré-requisitos das atividades que formulam o projeto, reduzindo a variabilidade e tendo um controle do processo.

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)	
			Não se aplica:	Sim se aplica:								
LC7	LAST PLANNER SYSTEM	É realizado um planeamento global do projeto ?	LC7.1	o	x	x	o	x	o	o	x	50%
		É analisado um planeamento de curto prazo e de maior rigor de controlo?	LC7.2	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
		O planeamento abrange previamente o controlo das datas de disponibilidades de projectistas necessários ao desenvolvimento do projecto, funcionando como pré-requisito ao planeamento?	LC7.3	x	o	o	x	o	x	o	x	75%
		Somatório		1	2	1	2	2	1	0	3	

Quadro 35- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Last Planer System

Acerca deste tópico, o Entrevistado 1 fez um comentário interessante: “*O projeto é primeiramente desenvolvido de forma macro e tem seu nível de detalhe aumentado conforme a aproximação do avanço físico do projeto*”. A ideia de ter um controle global do processo de projeto é importante, ocorrendo primeiramente como um planeamento de todo o processo e em seguida, se aprofunda no nível de detalhamento de um planeamento de curto prazo.

#### 5.2.9 Resultado sobre a ferramenta Kaizen

A ferramenta *Kaizen* tem uma abordagem caracterizada pela melhoria contínua, aplicação de inovação, procurando o aumento da produtividade e minimizar ou mitigar os desperdícios, agregando valor ao cliente.

Dessa forma os resultados obtidos, no Quadro 36, representa uma baixa aplicação dessa ferramenta.

O LC8.1 somente o Entrevistado 2 (25%), aplica investimentos buscando melhorias contínuas para processos futuros, minimizando desperdício e agregando valor ao cliente. Já o LC8.2 e LC8.3, somente o entrevistado 4 desenvolve práticas sustentáveis e procura inovações no projeto, agregando melhorias contínuas e valor ao cliente.

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)	
			Não se aplica:	Sim se aplica:								
LC8	KAIZEN	Se há Investimento que visam a procura de melhoria contínua para os processos de projetos futuros?	LC8.1	x	o	o	x	x	o	x	o	25%
		Se implementam práticas sustentáveis?	LC8.2	x	o	x	o	x	o	o	x	25%
		São procuradas inovações para os projetos?	LC8.3	x	o	x	o	x	o	o	x	25%
		Somatório		3	0	2	1	3	0	1	2	

Quadro 36- Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Kaizen

O Autor compreende que a ferramenta *Kaizen* está transversalmente aplicada na metodologia *Lean Construction*, na busca da melhoria contínua. Logo, os resultados podem não corresponder com a teoria, tendo diferenças com as práticas utilizadas pelos intervenientes.

#### *5.2.10 Resultado sobre a ferramenta Design de Manutenção*

O *Design* de Manutenção é uma ferramenta que tem a visão relacionado ao ciclo de vida do empreendimento e sua manutenção, abordando a busca por preocupação, previsão de manutenção preventiva.

Conforme, os resultados, do Quadro 37, tendo um bom índice de aplicação dessa ferramenta.

Logo, LC9.1 é aplicado por todos os envolvidos na pesquisa (100%), apresentando um preocupação na manutenção do edifício na fase de projeto, agregando valor ao cliente e possivelmente simplificar passos ou partes do processo de manutenção.

O LC9.2, implementado pelos Entrevistados 1, 2 e 4 (75%), desenvolvendo uma manutenção preventiva, assegurando fatores sociais e econômicos, bem como o bem-estar dos ocupantes, agregando valor ao cliente.

O LC9.3 é aplicado pelos Entrevistados 1 e 4 (50%), percebe-se que eles aplicam todas as práticas correspondente no questionário a uma preocupação com o projeto na etapa de ciclo de vida do edifício, buscando técnicas que possibilitem e facilite a prática de manutenção.

Ferramenta Lean Construction	Questão Relacionadas	Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Representação do Sim (%)	
			Não se aplica:	Sim se aplica:								
LC9	DESIGN DE MANUTENÇÃO	Existe durante a fase de projecto, preocupação com o mesmo durante o ciclo de vida?	LC9.1	o	x	o	x	o	x	o	x	100%
		Têm em preocupação a previsão de operações de manutenção preventiva, e de forma que estejam já assegurados os fatores sociais e económicos, bem como o bem-estar dos ocupantes e da comunidade próxima, não esquecendo a segurança que envolvem essas práticas de manutenção?	LC9.2	o	x	o	x	x	o	o	x	75%
		Na elaboração de projeto, é atendido a documentos que visem a sustentabilidade dos materiais, para facilitar as operações de manutenção futuras?	LC9.3	o	x	x	o	x	o	o	x	50%
		Somatório		0	3	1	2	2	1	0	3	

Quadro 37 - Identificação e análise das respostas sobre a ferramenta Design de Manutenção

O Entrevistado 1 fez um comentário relevante, transcrevendo-se em “*Sempre há conversa com os clientes para melhorar ou facilitar a fase de manutenção do serviço prestado*”, ressaltando a importância da busca, junto ao cliente, por agregar valor, facilitando as etapas de manutenção.

### 5.3 Análise dos Resultados

Conforme Simões [111], não há métodos perfeitos, podendo ser estudos de natureza quantitativa ou qualitativa. Sendo assim, no estudo de caso realizado por meio do questionário, com o propósito de construir um quadro de ferramentas a implementação *Lean Construction* em projetos, houve algumas limitações, são:

- Pandemia COVID 19 – restringindo alguns tipos de coleta de dados, como ir ao campo;
- Tempo – estabelecido um período de duas semanas para coleta de dados, podendo ter possibilitando um menor número de respostas do questionário;
- Intervenientes – baixo interesse na resposta do questionário;
- Especificidade do tema e descobimento por muito potenciais intervenientes com pouco ou nenhum conhecimento na temática em estudo.

Porém, o estudo segue uma metodologia de diversas fontes bibliográficas para apresentação e validação da pesquisa.

Observa-se no estudo, o desenvolvimento de uma análise individual das situações, apresentando maior clareza dos resultados coletados, com alguns comentários relevantes

que agregam uma riqueza de informações e validam os dados acerca das práticas implementadas.

Foi realizada uma análise global comparativa, visto no Quadro 38, com o intuito de complementar a representação dos resultados demonstrados, sendo possível uma formação crítica de identificação e análise das informações.

Índice	Entrevistado 1		Entrevistado 2		Entrevistado 3		Entrevistado 4		Quantidade de Sim	Representação do Sim (%)
	Não se aplica:	Sim se aplica								
LC1.1	x			x	x			x	2	50%
LC1.2	x			x		x			3	75%
LC1.3		x		x	x			x	3	75%
LC1.4		x	x		x			x	2	50%
LC1.5		x		x	x			x	3	75%
LC1.6		x		x		x		x	4	100%
LC2.1	x		x		x		x		0	0%
LC2.2		x		x	x		x		2	50%
LC2.3		x		x	x		x		2	50%
LC2.4		x		x	x		x		2	50%
LC3.1		x	x		x			x	2	50%
LC3.2		x	x		x			x	2	50%
LC3.3		x		x	x			x	3	75%
LC3.4		x	x		x			x	2	50%
LC3.5		x	x			x		x	3	75%
LC4.1		x		x	x			x	3	75%
LC4.2	x		x		x			x	1	25%
LC4.3		x	x		x			x	2	50%
LC5.1	x			x		x			2	50%
LC5.2	x			x		x		x	2	50%
LC5.3		x	x		x			x	1	25%
LC5.4	x		x		x			x	0	0%
LC6.1		x	x		x			x	2	50%
LC6.2		x	x			x		x	3	75%
LC6.3		x		x	x			x	3	75%
LC6.4		x		x	x			x	3	75%
LC6.5		x		x	x			x	3	75%
LC7.1		x	x		x			x	2	50%
LC7.2		x		x	x			x	3	75%
LC7.3	x			x		x		x	3	75%
LC8.1	x			x	x		x		1	25%
LC8.2	x		x		x			x	1	25%
LC8.3	x		x		x			x	1	25%
LC9.1		x		x		x		x	4	100%
LC9.2		x		x	x			x	3	75%
LC9.3		x	x		x			x	2	50%
Somatório	11	25	16	20	28	8	9	27		

Quadro 38– Resultado da coleta de dados

É notório que há diversas fases de maturidades entre os entrevistados, logo percebe-se que o Entrevistado 4, tem o destaque com a maior execução de práticas do *Lean Construction*. Assim, possibilitando o maior controle do projeto, reduzindo desperdício e agregando valor ao cliente.

Já o Entrevistado 3, entende-se uma baixa aplicação de práticas *Lean Construction*, possibilitando maiores erros nos projetos e gerando desperdícios. Identifica-se que não basta somente o conhecimento sobre a metodologia, deve buscar técnicas e ferramentas que viabilizem a melhoria no processo de projeto.

O Autor, tem como objetivo produzir um quadro de ferramentas, englobando descrições e exemplificações, serem abordados quatro ferramentas mais utilizadas pelos intervenientes, podendo priorizar uma maior qualidade das informações.

A partir disso, foi realizado análise dos resultados. No Quadro 38, identifica-se uma visão entrevistado, ferramentas práticas da metodologia (expressas pelos índices), tendo as respostas. Percebe-se também a percentagem respectivamente das respostas das práticas, como visto no tópico anterior o detalhamento de cada ferramenta.

As percentagens representam os resultados das práticas implementadas pelos entrevistados, como pode ser visto o LC1.6 onde tem 100% de aplicação, isto é, todos os intervenientes utilizam essa atividade no projeto. Com isso, a ferramenta é composta por um grupo de práticas, possibilitando identificar quais ferramentas tem melhor eficiência.

Dessa forma, os resultados elaborados pelo grupo de nove ferramentas práticas identificam também diversos níveis de maturidade. Analisando as respostas vistos no tópico anterior, compreende que há uma baixa eficiência com a técnica *Kaizen*, entre os entrevistados. Sendo notório os índices LC8.1, LC8.2 e LC8.3, respectivamente com 25% de aplicação.

Logo, também é observado as ferramentas com maior aplicação e que possibilitam abordagem no quadro. Conforme restrigido quatro ferramentas, foi abordado:

- *Value Stream Mapping* - LC1.1 (50%), LC1.2 (75%), LC1.3 (75%), LC1.4 (50%), LC1.5 (75%) e LC1.6 (100%);
- *5S* - LC6.1 (50%), LC6.2 (75%), LC6.3 (75%), LC6.4 (75%) e LC6.5 (75%);
- *Last Planner System* - LC7.1 (50%), LC7.2 (75%) e LC7.3 (75%);
- *Design de Manutenção* - LC9.1 (100%), LC9.2 (75%) e LC9.3 (50%).

A proposta do quadro de ferramentas a implementação *Lean Construction* em projetos, encontra-se no Anexo C.

Dessa forma, tem proposta de aspectos temáticos (descrição e exemplificação) que foram desenvolvidos com base nas ferramentas escolhidas mediante os resultados do estudo.

As quatro ferramentas escolhidas pelo Autor, conforme nos resultados das respostas do entrevistados, explicado anteriormente. A partir disso, foi elaborado o

sumário - índice do documento seguindo o adotado no questionário; o conceito da ferramenta; código do documento, respectivamente ao conceito; componente da ferramenta, ou seja, palavra-chave; respectivo código da componente -. O Quadro 39.

Índice do documento	Conceito Lean Construction	Código do documento	Componente Lean Construction	Código
LC 1	VALUE STREAM MAPPING	VSM	MAPEAMENTO DO PROCESSO	MP
LC 6	5S	5S	SITUAÇÃO	SI
LC 7	LAST PLANNER SYSTEM	LPS	PLANEJAR	PL
LC 9	DESIGN DE MANUTENÇÃO	DM	PROJETO MANUTENÇÃO	PM

Quadro 39 - Sumário do quadro de ferramentas de apoio

A parti disso, foi realizada a análise de todas as quatro ferramentas, no Anexo C pode ser visto o quadro de ferramentas completo. Assim, para facilitar a compreensão será explicado a formulação com o exemplo da ferramenta VSM.

A formulação está coerente com as informações do sumário, abordando o conceito *Lean Construction*, respectivamente a ferramenta “*Value Stream Mapping*” e o código “VSM”, em seguida a componente, palavra-chave que representa a ferramenta, “Mapeamento do processo” e seu código “MP”.

Desse modo, é realizada a descrição da ferramenta, buscando a compreensão do objetivo – rastreamento dos desperdícios -, enquadramento – mapeamento do projeto-, para o público-alvo da respectiva ferramenta. Como visto no Quadro 40.

Conceito LC	VALUE STREAM MAPPING	VSM
Componente	MAPEAMENTO DO PROCESSO	MP
<p>Descrição</p> <p>A ferramenta analisada enquadra-se no projeto, sendo primeiramente composto pela fase do processamento das atividades, isto é, a cadeia produtiva do projeto, como tempo, material, interveniente, terceirizado, planejamento e outros.</p> <p>Esta ferramenta tem como principal objetivo o rastreamento dos desperdícios através da análise do período de processamento da execução do projeto. Atendendo as necessidades do projeto e auxiliando na eliminação de desperdícios ao longo da cadeia produtiva. A técnica utilizada para análise dos dados é a de representação do fluxo das informações necessárias para execução do projeto.</p>		

Quadro 40 - Representação da ferramenta VSM

Dessa forma, para o conseguir ter mais facilidade de entender é abordado também uma situação “ Processo de projeto dependentes e complexos”, descrito qual é essa situação – cadeia produtiva do projeto (composta por diversas etapas, arquitetônico, elétrico, instalações, entre outros) e o fluxo de valor ( informações que compõem o projeto, tempo de execução) –.

Logo, é utilizado um processo de passo a passo para facilitar o entendimento da ferramenta. No exemplo é solicitado um projeto de um conjunto de casas por um cliente e também identifico um problema com o longo tempo de execução do projeto.

Assim o gerente de projeto escolheu a ferramenta VSM para identificar o desperdício e poder melhorar o processo. Assim, começou identificando a cadeia produtiva e esquematizando com um mapeamento de forma cronológica, após concluído. Implementa a informação do fluxo de valor, tempo de execução, dessa forma, pode-se analisar o processo de produção do projeto e tentar eliminar ou reduzir os desperdícios, realizando melhorias para agregar valor ao cliente e ser mais competitivo no mercado. O Quadro 41 ilustra o começo do exemplo, onde pode ser visto completo no Anexo C.

## SITUAÇÕES – PADRÃO

MP.1

### PROCESSO DE PROJETO DEPENDENTES E COMPLEXOS

#### Descrição

Cliente YY contratou a Empresa X para realizar um projeto para um conjunto de doze casas que pretende construir. O cliente identificou o tempo de execução longo como um problema.

#### Proposta de Solução:

A primeira fase - captar as necessidades e desejos do cliente – foi realizado na primeira reunião entre o gerente de projetos e o cliente.

Com a identificação do problema pelo cliente (feedback), o gerente de projetos da Empresa X, elabora uma estratégia para analisar o tempo de execução do projeto. Definindo a utilização da ferramenta Value Stream Mapping, com o apoio do Software Microsoft Excel, para compreender o tempo longo de execução.

O gerente de projeto liderou a busca da identificação dos desperdícios no processo construtivo. Primeiramente buscou realizar um mapeamento dos processos que formam o projeto do cliente, visto na Figura 25.

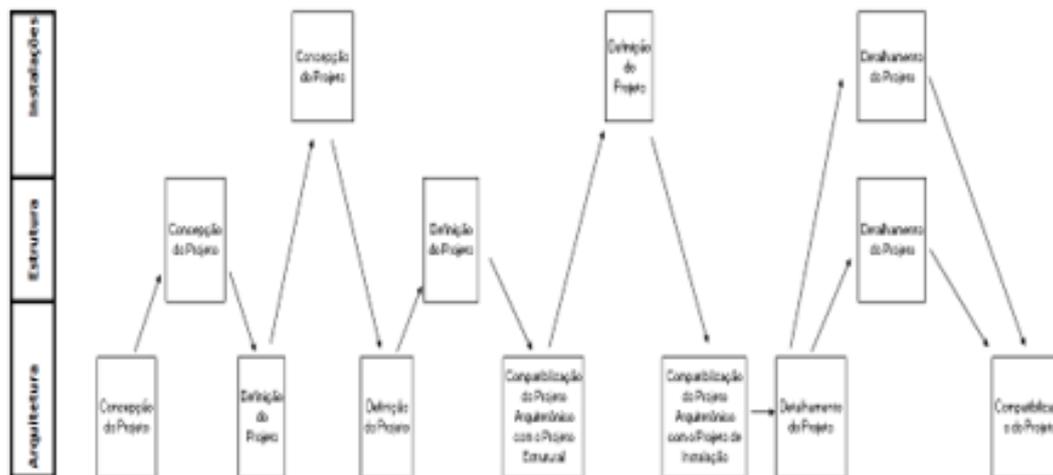


Figura 25 - Mapeamento do ciclo de produção que forma o projeto

Quadro 411 – Ilustração da ferramenta VSM

Conforme visto nos resultados do Entrevistado 3, o quadro de ferramentas procura proporcionar atender esse público-alvo, com experiência em projetos e conhecimento da metodologia *Lean construction*, proporcionando o conhecimento inicial para a implementação em projetos, gerando uma minimização ou mitigação de desperdícios, agregando valor ao cliente.

Assim, são abordadas todas as ferramentas de forma clara e objetiva, com meta de estruturar um quadro das ferramentas sucintas (descrição é a contextualização da

técnica, exemplificação prática em projeto). Dessa forma, o intuito do quadro é ajudar a desenvolver a compreensão da ferramenta e gerar o interesse do público-alvo a buscar maior conhecimento através de pesquisas acadêmicas.

## 6 CONCLUSÕES

### 6.1 Principais Conclusões

A pesquisa desenvolvida nesse estudo engloba a metodologia *Lean Construction* numa temática sustentável e com foco na implementação em projetos, reduzindo desperdícios e agregando valor ao cliente por meio de ferramentas práticas que facilitam a introdução dessa metodologia.

Este estudo explora, através de estudo de caso, a utilização das ferramentas mais aplicadas em projetos. Os resultados, para os quatro questionários, comprovam a utilização de técnicas *Lean* em projetos, sendo notório diversos níveis de maturidade. O número de resultados é resultante da situação que decorreu do confinamento do COVID 19, tendo as empresas de projeto no Brasil fechado durante vários meses e indisponíveis para colaborar no processo. As respostas apresentadas foram as possíveis no espaço de tempo em que decorreu a pesquisa, de forma a garantir o cumprimento de prazos previamente estabelecidos entre as instituições de ensino Superior IPB e UNICHRISTUS.

A seleção das quatro ferramentas formulando um quadro de ferramentas a implementação *Lean construction* em projetos, possibilitando o público-alvo – experiência em projeto e conhecimento *Lean construction* – ter um breve conhecimento sobre as ferramentas mais aplicadas com base no estudo realizado, facilitando aprofundamento por *benchmark* e publicações acadêmicas.

Junto ao estudo de caso foi possível chegar às conclusões baseadas nos objetivos propostos. Destacam-se as principais conclusões obtidas no estudo:

- Ao longo do trabalho realizado foi desenvolvida uma metodologia *Lean Construction*, sendo possível compreender a sua origem a partir do TPS, *Lean Production* e *Lean Thinking*, seus conceitos e princípios, assim como se dá a apresentação da metodologia *Lean Construction*, junto aos seus conceitos, princípios e ferramentas práticas de implementação, apresentando suas vantagens, busca por inovações em projeto; gestão da equipe de projetos; orçamentos de projetos próximos ao real; organização e padronização dos projetos; controle do planejamento do projeto; principalmente a minimização ou mitigação de desperdícios em projeto;

- A pesquisa possibilitou compreender a utilização prática da metodologia *Lean Construction* em projetos, abordando nove técnicas se enquadra no projeto. *Value Stream Mapping*, Instrução de Trabalho, Reunião de Revisão Desempenho, *Target Value Design*, *Building Information Modeling*, 5S, *Last Planner System*, *Kaizen* e *Design de Manutenção*, aumentando a eficiência do projeto;
- Analisa-se a aplicação das ferramentas em projeto, sendo notório diversos níveis de maturidade, conforme visto no Quadro 38. Identificando VSM (mapeamento do projeto), 5S (organização do projeto), LPS (planejamento do projeto) e *Design de Manutenção* (preocupação da manutenção na fase de projeto), com maiores aplicações entre os entrevistados.
- O estudo foi desenvolvido com um quadro de ferramentas para implementação *Lean Construction* em projetos, formulado pelas quatro ferramentas mais utilizadas, com objetivo que o público-alvo consiga ter um breve conhecimento (descrição – objetivo e enquadramento -, exemplificação) sobre as práticas implementadas em projetos e possa buscar conhecimento afundo por *benchmark* e publicações acadêmicas. O quadro de ferramenstas de apoio a implementação *Lean Construction* está no Anexo C.

## 6.2 Contribuições do estudo

Acredita-se que o trabalho agrega para o desenvolvimento na área de gestão do projeto, utilizando da metodologia *Lean* para ter um controle nos processos que constituem o projeto, fluxo de materiais, orçamentos, planejamento, qualidade, com o objetivo de minimizar os desperdícios. Os resultados do estudo, identifica eficiências das ferramentas dessa metodologia em projeto. As contribuições mais relevantes deste estudo são as seguintes:

- Agrega informações sobre a ferramenta *Value Stream Mapping*, tendo mapeamento do fluxo de informações (tempo, recursos), tendo maior controle dos processos do projeto, minimizando atividades que não agregam valores ao produto;
- Outra técnica é o 5S, implementado no ambiente de trabalho, promovendo um local que atenda as necessidades da equipe. Como também aplicado em projetos, focando na utilização, organização, limpeza, identificação entre outros pontos;

- O *Last Planner System*, desenvolvendo práticas que melhoram o controle e gestão do planejamento do projeto, tendo uma visão de longo e curto prazo do planejamento, evitando possíveis erros e minimizando desperdícios;
- A implementação do Design de Manutenção, agregando valor ao cliente, desenvolvendo uma preocupação com a manutenção na fase de projeto, viabilizando futuras intervenções que o edifício necessite;
- Utilização de ferramentas *Lean* em projetos com objetivo de melhorar a produtividade, evitar erros, agregando valor ao cliente. Buscando uma melhoria contínua, para o projeto.

### 6.3 Trabalhos Futuros

Este trabalho permite a abertura para um conjunto de linhas de investigação na área da metodologia Lean Construction em projetos, quanto à:

- Realização de um estudo com amostra maior - devido as situações de dificuldades enfrentadas com a quantidade de entrevistados no estudo, seria interessante realizar uma amostra maior, envolvendo uma maior variabilidade e quantidade de profissionais em contato com projetos.
- Fontes de coletas de dados - é interessante que sejam desenvolvidas múltiplas fontes de coleta de dados, como análise documental e entrevistas no local de trabalho, com o intuito de adquirir uma maior validade científica.
- Aplicação da metodologia *Lean Construction* em projetos técnicos – tanto na elaboração e desenvolvimento do projeto quanto na proposta de modelos com intuito de evitar desperdícios, explorando a técnica do projeto, como modelação, padronização e compactação;
- Análise da sustentabilidade desenvolvido pela metodologia *Lean Construction*.

Esta página foi intencionalmente deixada em branco

## Referências

- [1] A. Horvath, “Construction Materials and the Environment,” em *Annual Review of Environment and Resources*, 2004.
- [2] R. Kates, T. M. Parris e A. Leiserowitz, “What Is Sustainable Development?,” em *Environment*, 2005.
- [3] M. D. Pinheiro, “Ambiente e Construção Sustentável,” em *Instituto do Ambiente*, Lisboa, 2006.
- [4] F. Cunha, J. Costa e L. Rodrigues, “APLICAÇÃO DE ESTRATÉGIAS LEAN EM OBRA E A RESISTÊNCIA À MUDANÇA – UM CASO DE ESTUDO,” em *Dissertação submetida para requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil*, 2017.
- [5] L. Koskela, “Application of the New Production Philosophy to Construction,” em *Technical Research Centre of Finland*, Helsinki, 1992.
- [6] R. Fellows e A. Liu, *Research methods for construction (third edition)*, United Kingdom: Wiley-Blackwell Publishing Lda, 2008.
- [7] J. COLLIS e R. HUSSEY, “Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação,” 2. ed. Porto Alegre, Bookman, 2005.
- [8] J. W. CRESWELL, “Projeto de Pesquisa: Método Qualitativo, Quantitativo e Misto,” 3. ed. São Paulo, Artmed, 2010.
- [9] R. YIN, “Case study research: design and methods,” 2.ed. London, Sage, 1994.
- [10] S. X. XU, H. Walker, A. Nairn e T. Johnsen, “A Network Approach to Understanding "Green Buying" - A Literature Review,” em *Industrial Marketing and Purchasing*, Manchester, 2007.
- [11] ONU, “Declaração da Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente Humano,” Junho 1972. [Online]. Available:

- [www.mma.gov.br/estrutura/agenda21/\\_arquivos/estocolmo.doc](http://www.mma.gov.br/estrutura/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc). . [Acesso em 2020].
- [12] WCED, “Our Common Future. World Commission on Environment and Development,” em *Oxford: Oxford University Press.*, 1987.
- [13] L. R. BROWN, ““Building a Sustainable Society”,” *Society*, vol. 19, pp. 75-85, 2007.
- [14] “AGENDA 21,” em *Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento*, Brasília, 1995.
- [15] M. Carvalho e A. Leitão , “A IMPORTÂNCIA DAS CIDADES PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - os casos das cidades do Porto e Estocolmo-,” em *Trabalho final modalidade de Dissertação apresentado à Universidade Católica Portuguesa para obtenção do grau de Mestre em Gestão*, 2013.
- [16] N. United, “Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change,” em *United Nations*, 1998.
- [17] A. L. CAMARGO, ““As Dimensões e os Desafios do Desenvolvimento Sustentável: concepções, entraves e implicações à sociedade humana”,” *Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade de Santa Catarina, Florianópolis*, 2002.
- [18] CICA, “Industry as a Part of Sustainable Development:Construction,” em *Confederation of International Contractors`Associations, UNEP*, Paris, 2002.
- [19] “Renováveis,” Direção Geral de Energia e Geologia , 2020.
- [20] M. Almeida, L. Bragança e R. Mateus, “Tecnologias para a Sustentabilidade da Construção,” em *Unviversidade do Minho*, 2008.
- [21] I. Barbosa, “Aplicação de programas de cálculo ao estudo da sustentabilidade de edifícios de habitação,” *Dissertação de Mestrado Integrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto*, 2008.

- [22] P. Rodrigues, “ Gestão de Resíduos de Construção e Demolição na Área Metropolitana do Porto,” em *2º Congresso de Construção Sustentável*, Leça da Palmeira, 2006.
- [23] “Eurostat Statistics Explained,” [Online]. Available: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste\\_statistics/pt#Produ.C3.A7.C3.A3o\\_total\\_de\\_res.C3.ADduos](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_statistics/pt#Produ.C3.A7.C3.A3o_total_de_res.C3.ADduos). [Acesso em 23 Fevereiro 2020].
- [24] R. Vismara, “Ingegneria Sanitaria Ambientale,” em *Esercitazioni, Politécnico de Milão.*, 2009-2010.
- [25] L. BOURDEAU, P. HUOVILA, R. LANTING e A. GILHAM, ““Sustainable Development and the Future of Construction. A comparison of visions from various countries”,” em *CIB Report Publication 225. CIB Working Commission W82 “Future Studies in Construction”*, 1998.
- [26] C. J. Kibert, “Establishing Principles and a Model for Sustainable Construction,” em *Proceedings of the First International Conference on Sustainable Construction, 1-10*, Tampa, Florida., 1994.
- [27] R. Mateus, “Novas Tecnologias Construtivas com vista à Sustentabilidade da Construção,” em *Faculdade de Engenharia da Universidade do Minho*, 2004.
- [28] M. D. Pinheiro, “Ambiente e Construção Sustentável,” em *Instituto do Ambiente*, Lisboa, 2006.
- [29] R. Mateus e L. Bragança, “Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção,” em *Edições Ecopy*, Porto, 2006.
- [30] G. AUGENBROE e A. PEARCE, “Sustainable Construction in the United States of America,” em *CIB-W82 Report*, 1998.
- [31] ADENE, “Guia da Eficiência Energética,” em *ADENE-Agência para a Energia*, 2013.

- [32] I. R. E. Agency), ““The Power to Change: Solar and Wind Cost Reduction Potential to 2025 Technical report”,” 2016.
- [33] K. Seyboth, F. A. F. Sverrisson, A. Brown, B. Epp, A. Leidreiter e B. Sovacool, ““Renewables 2016 Global Status Report. Global Status Report.”,” 2016.
- [34] Y.-K. Juan, P. Gao e J. Wang, “ A hybrid decision support system for sustainable office building renovation and energy performance improvement,” em *Energy and buildings* 42, Elsevier, 2010.
- [35] C. CÂNDIDO, “Ventilação natural e conforto térmico em climas quentes,” em *Programa de Pós- Graduação em Engenharia Civil – Universidade Federal de Santa Catarina*, Florianópolis, 2006.
- [36] A. GANHÃO M e G. Dias, “Construção sustentável: propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação,” em *Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Nova*, Lisboa, 2011.
- [37] M. FUENTES, S. THOMAS e S. ROAF, “Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável,” *Porto Alegre: Artmed Editora*, nº 2, 2006.
- [38] P. EDIFICA, “Manual de ventilação natural em edificações,” Rio de Janeiro, 2010.
- [39] J. S. GARROCHO, “Luz natural e projeto de arquitetura: estratégias para iluminação zenital em centros de compras,” em *Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo- Universidade de Brasilia* , 2005.
- [40] A. Chel, J. K. Nayak e G. Kaushik, ““Energy conservation in honey storage building using Trombe wall”,” em *Energy and Buildings*, 2008.
- [41] Z. Yilmaz e A. Kundakci, ““An approach for energy conscious renovation of residential buildings in Istanbul by Trombe wall system.”,” em *Building and Environment*, 2008.

- [42] A. J. F. Vaz, D. Ferreira, E. Luso e S. Fernandes, “Manual BIOURB - Manual para a conservação e reabilitação da diversidade bioconstrutiva.,” Bragança : Câmara Municipal., 2013.
- [43] 2. N. d. E. E. (. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Energia solar. Brasília, “Energia solar,” Brasília, 2007.
- [44] N. E. I. 14020:2005, “Rótulos e declarações ambientais – Princípios gerais,” 2000.
- [45] A.-M. Imrell e K. Sanne, “EPD – Key to interpretation; Demonstrate and Assess Tools for Environmental Sustainability,” 2003.
- [46] K.-M. Lee e H. Uehara, “Best Practices of ISO 14021 – self-declared environmental,” em *Ajou University (Korea): Committe of Trade and Investment; Center for Ecodesign and Investment LCA*, 2003.
- [47] R. Boyer e M. Freyssenet, “The Productive Models: the conditions of profitability,” em *Palgrave Macmillan*, New York, 2002.
- [48] T. Ohno, “O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala,” Porto Alegre., 1997.
- [49] A. L. Junior e J. R. d. F. Filho, “O conceito Lean Green de construção: proposta de integração dos modelos Lean Construction e Green Building, aplicado à indústria da construção civil, subsetor edificações,” em *XXIV Encontro nac. de Eng. de Produção* , Florianópolis , 2004.
- [50] L. T. Nishida, “Lean Institute Brasil,” [Online]. Available: [https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo\\_111.pdf](https://www.lean.org.br/comunidade/artigos/pdf/artigo_111.pdf). [Acesso em 09 Julho 2020].
- [51] J. BAE e Y. KIM, “Sustainable Value on Construction Project and Application of Lean Construction,” *Journal of Green Building*, vol. 3, nº 1, pp. 156-167, 2008.
- [52] G. Ballard, ““Lean project delivery sytem.” Lean Construction Institute White Paper No,” em 8, *Lean Construction Institute*, Ketchum, 2000.

- [53] J. P. Womack, D. T. Jones e D. Roos, “The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production,” em *Rawson Associates*, New York, 1990.
- [54] J. P. Womack e D. T. Jones, “Lean Thinking,” 1996.
- [55] J. Liker K., “The Toyota 14 - Ways Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer,” em *Training (Vol.2004)*, 2004.
- [56] T. Ohno, “Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production,” em *Productivity Press*, Portland, 1998.
- [57] R. Siva, M. Naveed Khan Patan, M. Lakshmi Pavan Kumar, M. Purusothaman, S. A. Pitchai e Y. Jegathish, “Process improvement by cycle time reduction through Lean Methodology,” em *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2017.
- [58] J. Womack e D. Jones, “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation,” em *Free Press*, 2003.
- [59] T. Bolviken e L. Koskela, “WHY HASN’ T WASTE REDUCTION CONQUERED CONSTRUCTION ?,” 2016.
- [60] Y. Sugimori, K. Kusunoki, F. Cho e S. Uchikama, “Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in- time and respect-for-human system Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and.,” em *International Journal of Production Research*, 1977.
- [61] S. Shingo, “Non-Stock Production: The Shingo System for Continuous Improvement,” em *Productivity Press*, 1998.
- [62] S. Smith, “Muda, Muri and Mura,” em *ASQ Six Sigma Forum Magazine*, 2014.
- [63] U. H. Issa, “Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time,” em *Alexandria Engineering Journal*, 2013.

- [64] P. Arantes e J. Costa, “LEAN CONSTRUCTION – FILOSOFIA E METODOLOGIAS,” em *Dissertação submetida requisitos do grau de Mestre em Engenharia Civil*, 2008.
- [65] P. Aparício e A. Costa, “Estado atual, Desafios e Técnicas prioritárias a aplicar em Portugal,” em *Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil - Técnico Lisboa*, 2016.
- [66] X. Consultores, “Apresentação realizada no âmbito do grupo de trabalho Lean na Construção,” em *XC Consultores*, Porto, 2015.
- [67] PD6079-4:2006, “Project management – Part 4: Guide to project management in the construction industry,” BSI British, Standards, 2006.
- [68] A. Walker, “Project Management in Construction,” em *Wiley-Blackwell*, 2015.
- [69] G. A. Marques, ““O projeto na engenharia civil,”,” em *Universidade de São Paulo*, 1979.
- [70] Project Management Institute, “Project Management Body of Knowledge: A Guide to the Project Management Body of Knowledge,” 2017.
- [71] A. N. 13.531, “Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas,” em *ABNT*, Rio de Janeiro, 1995.
- [72] P. TZORTZOPOULOS e C. FORMOSO, “Considerations on application of lean construction principles to design management,” em *In: PROCEEDINGS IGLC, Berkeley* , Berkeley, 1999.
- [73] L. KOSKELA, G. BALLARD e V. TANHUANPÄÄ, “Towards Lean Design Management,” em *In: 5TH ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, Espoo, Finland.* , Espoo, 1997.
- [74] G. BALLARD e L. KOSKELA, “On the Agenda of Design Management Research,” em *In: INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION, Guarujá, Brazil*, Guarujá, 1998.

- [75] C.-H. KO e N.-F. CHUNG, “Making Design Process Lean,” em *IGLC 22*, 2014.
- [76] J. FREIRE e L. F. ALARCÓN, “Achieving lean design process: Improvement methodology,” *Journal of Construction Engineering and management*, vol. 128, nº 3, 2002.
- [77] A. Nielsen, “Getting Started with Value Stream Mapping,” em *Gardiner Nielsen Associated Inc., Salt Spring Island, Canadá*, 2008.
- [78] H. Macomber e J. Barberio, “Target-Value Design: Nine Foundational Practices for Delivering Surprising Client Value,” em *Lean Project Consulting Inc*, Bloomington MN, EUA, 2003.
- [79] C. EASTMAN, p. TEICHOLZ e R. e. L. K. SACKS, “Manual de BIM – Um guia de modelagem da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores,” Bookman, 2014.
- [80] F. C. Filip e V. Marascu-Klein, “The 5S lean method as a tool of industrial management performances,” em *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2015.
- [81] A. Ferreira, J. Basto e L. Gomes, “LEAN CONSTRUCTION EM OBRAS PÚBLICAS,” em *Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia da U<sup>n</sup>iversidade do Porto em Engenharia Mecânica*, 2014.
- [82] K. Institute, “Kaizen,” 2014. [Online]. Available: <http://pt.kaizen.com/home.html>. [Acesso em 25 Março 2020].
- [83] J. Liker, “The Toyota way fieldbook: a practical guide for implementing Toyota’s 4Ps,” em *McGraw-Hill Professional*, New York, 2005.
- [84] G. S. A. (GSA), “GSA BIM Guide Series 01,” em *BIM Guide Overview*, 2007.
- [85] T. Osada, “The 5S’s: five keys to a total quality environment.”
- [86] T. OSADA, “Housekeeping. 5S’s: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke,” em *São Paulo, IMAM*, 1992.

- [87] T. H. OSADA, “5S’s: seiri, seiton, seiso, seiketsu, shitsuke.,” em *São Paulo, IMAM*, 1992.
- [88] G. Ballard, S. Pesonen e O. Seppänen, “The Combination of Last Planner System and Location-Based Management System Lean Construction,” em *Lean Construction Journal*, 2010.
- [89] R. Mastroianni e T. Abdelhamid, “The Challenge : the impetus for change to lean project delivery,” 2014.
- [90] M. Imai, “Gemba Kaizen - A Commonsense, Low-cost Approach to Management.,” em *McGraw-Hill.*, 1997.
- [91] P. Ramos, “Kaizen na Indústria de Revestimentos e Pavimentos Cerâmicos,” em *Dissertação de Mestrado, FEUP.*, 2011.
- [92] K. Institute, “Total Flow Management,” 2014. [Online]. Available: <http://br.kaizen.com/nossoservicos/nossas-ferramentas/total-flowmanagement.Html>. [Acesso em 25 Março 2020].
- [93] K. Institute, “Total Service Management,” 2014. [Online]. Available: <http://br.kaizen.com/nossoservicos/nossas-ferramentas/total-servicemanagement.html>. [Acesso em 25 Março 2020].
- [94] P. Dahl., M. Horman e D. Riley, ““Lean Principles to Inject Operations Knowledge into Design”,” em *Proceedings IGLC-13 Sydney, Australia*, 2005.
- [95] F. shenkelberg, “Accendo Reliability - Reliability engineering Professional Development,” [Online]. Available: <https://accendoreliability.com/8-factors-of-design-for-maintainability/>. [Acesso em 14 Julho 2020].
- [96] L. . F. CÂNDIDO, “Análise de sistemas de medição de desempenho na construção civil: oportunidades de melhoria a partir da literatura e da experiência de construtoras cearenses.,” em *Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduaç*, 2015.

- [97] I. Lakatos, “Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica.,” em *Lisboa: Edições 70* , 1978.
- [98] A. L. Reichardt, A. C. Frasson e G. d. S. Junior, ““Análise metodológica em dissertações no curso de mestrado profissional em ensino de ciência e tecnologia, UTFPR - PR,”,” *Espacios*, vol. 38, nº 35, 2017.
- [99] R. J. RICHARDSON, “Pesquisa Social: Métodos e Técnicas,” em 3. ed. *São Paulo, SP: Atlas*, 2011.
- [100] T. D'Oliveira, “ Teses e Dissertações - Recomendações para a elaboração e estruturação de trabalhos científicos,” em *Lisboa: Editora RH*, 2007.
- [101] U. FLICK, “Introdução à Pesquisa Qualitativa.,” em 3. ed. *Porto Alegre: Artmed*, 2009.
- [102] V. d. Maren e J. Marie, “Méthodes qualitatives de recherche en éducation,” em *Montréal: Conferências dadas no CIRADE, UQAM, Faculdade das ciências da educação, Universidade de Montréal e CIRADE, UQAM*, 1987.
- [103] R. K. YIN, “Estudo de Caso: Planejamento e Métodos. 4,” em 4. ed. *Porto Alegre: Bookman*, 2010.
- [104] J. W. CRESWELL, “Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens,” em 3. ed. *Porto Alegre*, 2007.
- [105] R. E. V. BELTRÃO, e F. D. A. NOGUEIRA, “A Pesquisa Documental nos Estudos Recentes em Administração Pública e Gestão Social no Brasil,” em *In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO*, 35, Rio de Janeiro, 2011 .
- [106] L. B. FERREIRA, N. TORRECILHA e S. H. S. MACHADO, “A técnica de observação em estudos de administração,” em *In: ENCONTRO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO*, 36., 2012, *Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, RJ: ANPAD*, 2012.

- [107] SERC, “Science and Engineering Research Council Newsletter,” em *Summer: SERC(Specially promoted programme in construction management)*, 1980.
- [108] M. V. d. F. P. d. C. ROSA e M. A. G. C. ARNOLDI, “A entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para validação dos resultados,” em *1. ed. Belo Horizonte: Autêntica*, 2008.
- [109] M. D. A. MARCONI e M. LAKATOS, “Fundamentos DE Metodologia Científica,” em *5. Ed. São Paulo: Atlas*, 2003.
- [110] E. RIBEIRO, “A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa,” em *In: Evidência, olhares e pesquisas em saberes educacionais* , 2008.
- [111] A. Simões, “A investigação -ação: natureza e validade,” em *Revista Portuguesa Pedagogia,XXIV*, 1990.

## Anexo A ( Questionário do Estudo Piloto)

Q1. Interveniante :					
Coordenador projeto	Arquiteto	Eng. Civil	Director de obra	Outro	Qual:
Tem conhecimento sobre Projetos?			Sim		Não
Tem conhecimento sobre Lean Construction?			Sim		Não
Implementa práticas sustentáveis?			Sim		Não
Utiliza guias, manuais, entre outras referências bibliográficas?			Sim		Não

Q.2 Lean Construction e suas ferramentas:					
Código do Guião	Ferramenta	Questão Relacionada:	Não se aplica:	Sim se aplica	Observações:
LC 1	VALUE STREAM MAPPING	No início do projeto é realizado um diagnóstico preventivo do processo de projeto?			
		É mensurado os tempos de processamento e operação?			
		É realizado mapeamento do fluxo de materiais e informações necessárias para executar os processos de projeto?			
		É realizado melhorias nos processos de projeto para um plano futuro?			
		É identificar os desperdícios e respetiva eliminação ao longo da cadeia produtiva do projeto?			
		Tem o acompanhamento do nível de recursos consumidos a nível de interveniários?			
Total					
LC 2	INSTRUÇÕES DE TRABALHO	Aplica se documento de instruções de treinamento ?			
		Existe documento com a padronização dos processos de projetos ?			
		Existe treinamentos para equipes de projetos?			
		Se usa documentos dinâmicos?			
Total					

LC 3	REUNIÃO DE REVISÃO DE DESEMPENHO	Existe reuniões entre o gestor de projeto com a equipe de projeto?			
		Existe reuniões entre o gestor de projeto com o dono da obra?			
		Há busca da identificação dos problemas no projeto junto a equipe de projeto?			
		Existe a procura da solução dos problemas no projeto junto a equipe de projeto?			
		É buscado a empatia do grupo nas reuniões?			
Total					
LC 4	TARGET VALUE DESIGN	O custo final do projeto é baseado em projeto semelhantes já executados tendo a flexibilidade ajustando as condições de mercados atuais?			
		Se busca inovações e melhorias para reduzir o custo e adquirir valor ao cliente?			
		Se existe a flexibilidade de analisar as propostas de alteração de projeto e consequentemente modificar o custo, tendo o controle sequencialmente do projeto?			
Total					
LC 5	BUILDING INFORMATION MODELLING	Se utiliza de modelagem digital da construção?			
		Se existe a cooperação entre os diversos especialistas na fase de execução e ciclo de vida do projeto?			
		É informado as especificações dos materiais?			
		Se busca materiais mais sustentáveis?			
Total					

LC 6	5S	É verificado se os equipamentos, materiais e ferramentas estão em estado de utilização?			
		É utilizado etiquetas para facilitar a identificação dos projetos?			
		É realizado eliminação ou tratamento de defeitos no projeto?			
		É implementado uma padronização no projeto?			
		Busca a sedimentação de disciplina na equipe de projeto?			
Total					
LC 7	LAST PLANNER SYSTEM	Se realiza um planejamento global do projeto ?			
		É analisado um planejamento de curto prazo?			
		Tem uma visão de analisar antes da execução atividades, se os recursos estão disponível e atividades de pre-requisitos estejam realizada?			
Total					

LC 8	KAIZEN	Investimento pela busca de melhoria contínua do processo de projeto?			
		Se implementa práticas sustentáveis?			
		É buscado inovações para os projetos?			
Total					
LC 9	DESIGN DE MANUTENÇÃO	Tem uma visão além da execução do projeto, dando equivalência de importância para o projeto durante o ciclo de vida?			
		Tem a preocupação com os fatores sociais e econômicos, o bem-estar dos ocupantes e comunidade próxima, segurança no projeto de manutenção?			
		Na elaboração de projetos de manutenção é buscado a implementação de materiais sustentáveis?			
Total					

## Anexo B (Questionário do Estudo de Caso)

Coordenador projeto	Arquiteto	Eng. Civil	Diretor de obra	Outro	Qual:
Tem conhecimento sobre Projetos?			Sim		Não
Tem conhecimento sobre Lean Construction?			Sim		Não
Implementa práticas sustentáveis?			Sim		Não
Utiliza guias, manuais, entre outras referências bibliográficas?			Sim		Não

Código do Guião	Ferramenta	Questão Relacionadas	Não se aplica:	Sim se aplica	Observações:
LC 1	VALUE STREAM MAPPING	No início do projeto é realizado um diagnóstico preventivo que abrange todo o processo ao longo do tempo de decurso do projeto?			
		É mensurado os tempos de processamento e operação de todas as fases do projecto?			
		É realizado mapeamento do fluxo de materiais e informações necessárias para executar os processos dos projetos?			
		São realizadas melhorias nos processos de projeto para as utilizar em planos futuros?			
		São identificados os desperdícios e respetiva eliminação ao longo da cadeia produtiva do projeto?			
		Tem o acompanhamento do nível de recursos consumidos a nível de intervenientes?			

LC 2	INSTRUÇÕES DE TRABALHO	Aplica-se documentos de instrução para realização de projectos?			
		Existe documento com a padronização dos processos de projectos?			
		Existe treinamentos para equipes de projectos?			
		Se usa documentos dinâmicos (formulários adaptados atendendo a mudanças de normas, legislação, outros)?			
LC 3	REUNIÃO DE REVISÃO DE DESEMPENHO	Existem reuniões entre o gestor de projeto (empreendimento- Project manager) com a equipe de projeto (designers)?			
		Existe reuniões entre o gestor de projeto com o dono da obra?			
		Há busca da identificação dos problemas no projeto junto a equipe de projeto?			
		Existe a procura de soluções para os problemas de projeto junto da equipe de projeto?			
		É procurado nas reuniões a empatia entre o equipe de projecto?			
LC 4	TARGET VALUE DESIGN	□ custo final do projeto é baseado em projetos semelhantes já executados tendo em consideração a flexibilidade ajustando às condições de mercados atuais?			
		Se busca inovações e melhorias para reduzir o custo final da obra e aquisição de valor acrescido de benefícios para o cliente? (questões manutenção, consumos)			
		Existe flexibilidade de analisar as propostas de alteração de projeto e consequentemente modificar o custo, tendo ao mesmo tempo o controle sequencial de planeamento e de custo do projeto?			
LC 5	BUILDING INFORMATION MODELING	Se utiliza modelagem digital da construção com recurso a BIM?			
		Se existe a cooperação e compatibilização entre os diversos especialistas na fase de execução, atendendo ainda ao ciclo de vida do projeto (manutenção)?			
		São atendidas e especificadas no projecto, as especificações de todos os materiais descritos no projecto?			
		Se busca materiais mais sustentáveis?			
LC 6	5S	É verificado se os equipamentos, materiais e ferramentas da sala técnica (gabinete) estão em estado de utilização?			
		São utilizadas etiquetas para facilitar a identificação dos projetos em desenvolvimento e em arquivo?			
		são realizadas acções que visam a eliminação ou tratamento de defeitos detectados em projeto?			
		É implementado uma padronização sequencial no projeto?			
		É procurada a disciplina e normalização ou cumprimento de procedimentos impostos junto de cada elementos da equipe de projeto?			
LC 7	LAST PLANNER SYSTEM	É realizado um planeamento global do projeto?			
		É analisado um planeamento de curto prazo e de maior rigor de controlo?			
		□ planeamento abrange previamente o controlo das datas de disponibilidades de projectistas necessários ao desenvolvimento do projecto, funcionando como pré-requisito ao planeamento?			

LC 8	KAIZEN	Se há Investimento que visam a procura de melhoria contínua para os processo de projetos futuros?			
		Se implementam práticas sustentáveis?			
		São procuradas inovações para os projetos?			
LC 9	DESIGN DE MANUTENÇÃO	Existe durante a fase de projecto, preocupação com o mesmo durante o ciclo de vida?			
		Têm em preocupação a previsão de operações de manutenção preventiva, e de forma que estejam já assegurados os fatores sociais e económicos, bem como o bem-estar dos ocupantes e da comunidade próxima, não esquecendo a segurança que envolvem essas práticas de manutenção?			
		Na elaboração de projeto, é atendido a documentos que visem a sustentabilidade dos materiais, para facilitar as operações de manutenção futuras?			

**Anexo C (Quadro ferramentas de apoio a projetos na implementação do Lean Construction)**

Índice do documento	Conceito Lean Construction	Código do documento	Componente Lean Construction	Código
LC 1	VALUE STREAM MAPPING	VSM	MAPEAMENTO DO PROCESSO	MFV
LC 6	5S	5S	SITUAÇÃO	SI
LC 7	LAST PLANNER SYSTEM	LPS	PLANEJAR	PL
LC 9	DESIGN DE MANUTENÇÃO	DM	PROJETO MANUTENÇÃO	PM

FERRAMENTAS LEAN CONSTRUCTION		LC 1
Conceito LC	VALUE STREAM MAPPING	VSM
Componente	MAPEAMENTO DO PROCESSO	MP
Descrição		
<p>A ferramenta enquadra-se no projeto, sendo primeiramente composto pela fase do processamento das atividades, isto é, a cadeia produtiva do projeto, como tempo, material, interveniente, terceirizado, planejamento e outros.</p> <p>Esta ferramenta tem como principal objetivo o rastreamento dos desperdícios através da análise do período de processamento da execução do projeto. Atendendo as necessidades do projeto e auxiliando na eliminação de desperdícios ao longo da cadeia produtiva. A técnica utilizada para análise dos dados é a de representação do fluxo das informações necessárias para execução do projeto.</p>		
SITUAÇÕES - PADRÃO		
MP.1	PROCESSO DE PROJETO DEPENDENTES E COMPLEXOS	
Descrição		
<p>Cliente YY contratou a Empresa X para realizar um projeto para um conjunto de doze casas que pretende construir. O cliente identificou o tempo de execução longo como um problema.</p>		
Proposta de Solução:		
<p>A primeira fase - captar as necessidades e desejos do cliente – foi realizado na primeira reunião entre o gerente de projetos e o cliente.</p>		

Com a identificação do problema pelo cliente (feedback), o gerente de projetos da Empresa X, elabora uma estratégia para analisar o tempo de execução do projeto. Definindo a utilização da ferramenta Value Stream Mapping, com o apoio do Software Microsoft Excel ou outro, para compreender o tempo longo de execução.

O gerente de projeto liderou a busca da identificação dos desperdícios no processo construtivo. Primeiramente buscou realizar um mapeamento dos processos que formam o projeto do cliente, visto na Figura 26.

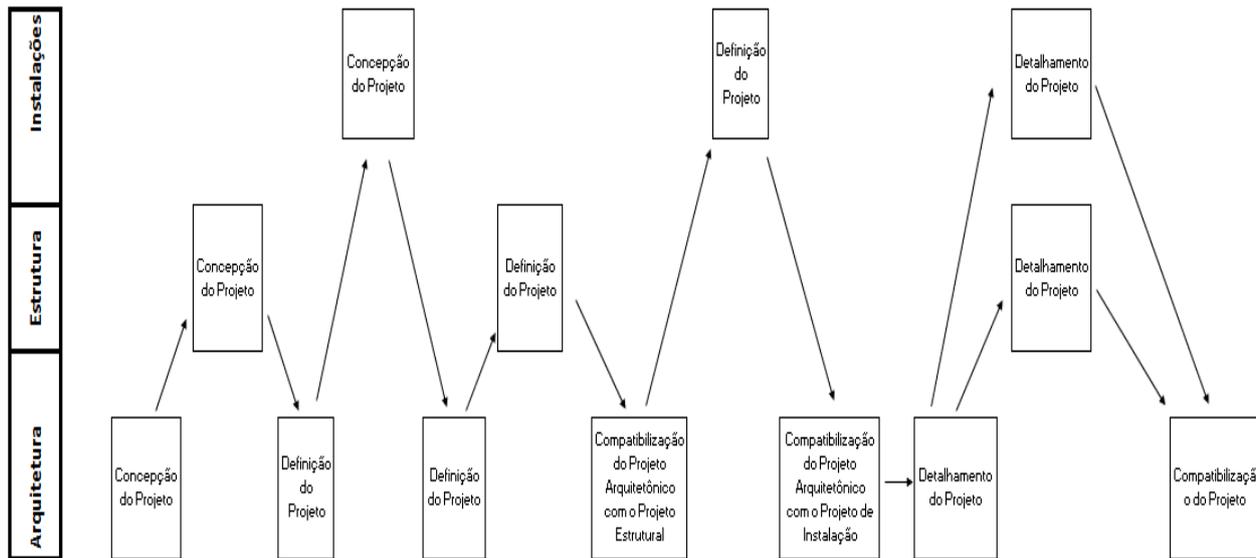


Figura 26 - Mapeamento do ciclo de produção que forma o projeto

É realizado em primeiro lugar a concepção do projeto arquitetônico (organizar o projeto atendendo as necessidades e desejos do cliente), em seguida é a concepção do projeto de estrutura (implementar elementos estruturais para o conforto e segurança do cliente).

Dessa forma, retorna ao projeto arquitetônico com a definição do projeto (junção do projeto arquitetônico com o estrutural), assim ocorre a concepção do projeto de instalações (infraestrutura para as condições necessárias do cliente, água e eletricidade). Definindo o projeto arquitetônico.

É procurada a definição do projeto estrutural (com análise, verifica-se a necessidade de realizar modificações ou revisões no projeto estrutural), retornando ao projeto arquitetônico, onde é compatibilizado os projetos (arquitetônico – estrutural). Alcançado o projeto arquitetônico compatibilizado, realiza da mesma forma para as instalações, tendo o projeto compatibilizado.

É realizado os detalhamentos - facilitar a leitura do projeto – dessa forma se tem a sequência entre os projetos (arquitetônico, estrutural e instalações) e concluindo com a compatibilização dos projetos, obtendo-se o produto final (projeto do conjunto das 12 casas) para o Cliente YY.

Segundo passo, é implementar o fluxo de valor do tempo de execução do projeto. O cliente identifica o problema no tempo de execução do projeto. Assim, é analisado o tempo de execução para se ter o mapeamento do tempo por processo. As informações referentes ao tempo vêm abaixo do quadro de cada atividade, visto na Figura 27. É selecionado Lead Time (L/T) tempo para a produção total e Tempo do Ciclo (TC), tempo que se passa pelo projeto arquitetônico para executar o ciclo produtivo.

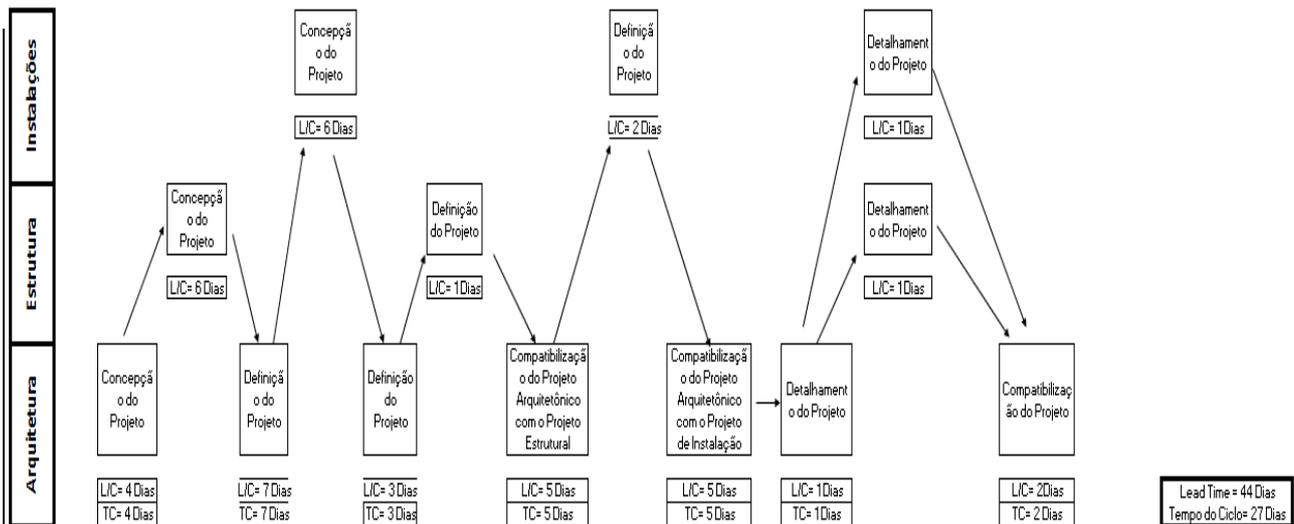


Figura 27 - Mapeamento do processo de Projeto com o fluxo de valor

Analisando o sistema é percebido que o lead time tem um período 44 dias, onde 27 dias é desenvolvido pelo projeto arquitetônico e 17 dias são desenvolvidos em setores externos (projeto de estrutura e projeto de instalação).

O terceiro passo é realizado com base nas informações construídas no passo 1 e 2. Realiza reuniões entre os stakeholders (gerente de projeto de estrutura e instalações), para analisar o tempo de execução dos processos que podem ser simplificados, conseguindo reduzir o desperdício de tempo.

Atualmente o ciclo de produção do projeto caracteriza-se como uma produção empurrada - processos independentes, analisando grande perda de tempo "vai e volta de projeto" -. Para evitar desperdícios com o tempo é interessante a busca por uma produção *Pull System*, ou produção puxada, no qual o sistema é necessitado e desencadeado pela procura do cliente. Ou seja, há a inversão do fluxo produtivo, em que as empresas oferecem produtos e serviços para o cliente.

Sendo implementado no mapeamento futuro uma produção *Pull System*, almejando maior interação entre as equipes de projeto e simplificando alguns processos na construção. Conforme visto na Figura 28, realizando adaptações para reduzir o tempo de execução.

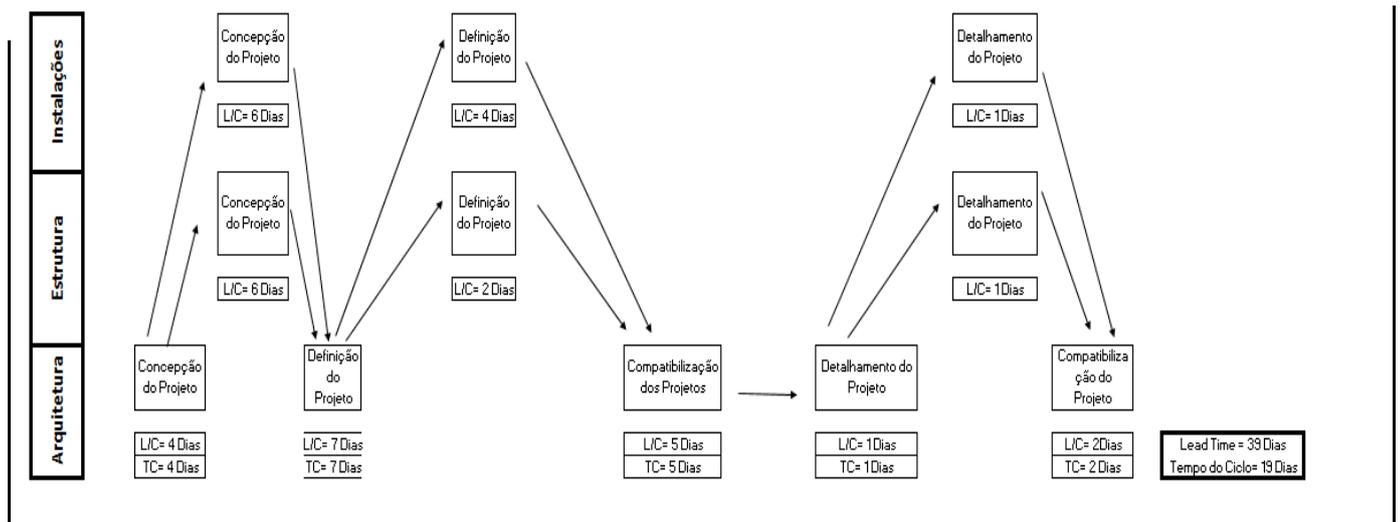


Figura 28 - Mapeamento Futuro do processo do Projeto

Realizando a modificação no processo de produção do projeto. Prever uma redução de tempo - Lead Time em 5 dias e o Tempo do Ciclo em 7 dias. É interessante buscar implementar por partes e analisar o processo de implementação das modificações, buscando ajudar a equipe com a ferramenta VSM.

FERRAMENTAS LEAN CONSTRUCTION		LC 6
Conceito LC	5S	5S
Componente	SITUAÇÃO	SI
Descrição		
<p>Esta técnica desenvolve princípios fundamentais para o ambiente de projeto, dividido em cinco etapas: Seiri (Utilização), Seiton (Organização), Seisō (Limpeza), Seiketsu (Padronização) e Shitsuke (Disciplina). A primeira fase está associada à uma visão de utilidade e funcionalidade de equipamentos e materiais (computadores, software, acessórios tecnológicos), eliminando materiais sem utilidade que ocupam espaços desnecessários; possibilitam obstáculos na circulação e operação das atividades; informações incorretas e acidentes no trabalho.</p> <p>A segunda etapa consiste na organização de materiais, ferramentas e equipamentos (layout, acessório de organização, pastas e legendas) utilizadas constantemente em um local (facilitando a percepção e otimização dos materiais).</p> <p>Logo tem-se a limpeza como uma terceira fase, evitando acumulações de detritos na zona de trabalho. A quarta etapa é a padronização dos recursos (regras, normas, rituais), buscando reduzir as variabilidades entre a equipe de projetos.</p> <p>Esta ferramenta é finalizada pela disciplina, a qual constitui a quinta etapa, permitindo o controle e a constância da técnica 5S, assegurando uma disciplina na aplicação do método e buscando sempre melhorias no projeto.</p>		
SITUAÇÕES -PADRÃO		

## SI.1

## OBSTÁCULOS NA ZONA DE CIRCULAÇÃO

### Descrição

Equipamentos no ambiente de projeto (computadores, software) sem funcionalidade (defeitos, software sem licença de utilização, recursos bibliográficos desatualizados) gerando dispersão da atenção dos intervenientes.

### Proposta de Solução:

Primeiro é utilizado Seiri (Utilização). Realizado projeto de um escritório, como pode ser visto na Figura 29, (utilizando layout para facilitar análise do ambiente). Logo, analisou o que é útil e descartável. Assim, buscou intervir nas situações desnecessárias, como local da torre do guincho – local atual próximo ao portão de entrada e de mais fácil de acesso -, troca dos locais de sala técnica e cimento – com objetivo de ter maior comunicação entre os intervenientes, materiais próximos dos materiais -, realizado a locação da portaria próximo do portão, evitando desperdícios de locomoção. Com o objetivo de evitar desperdícios foi realizado tais modificações.

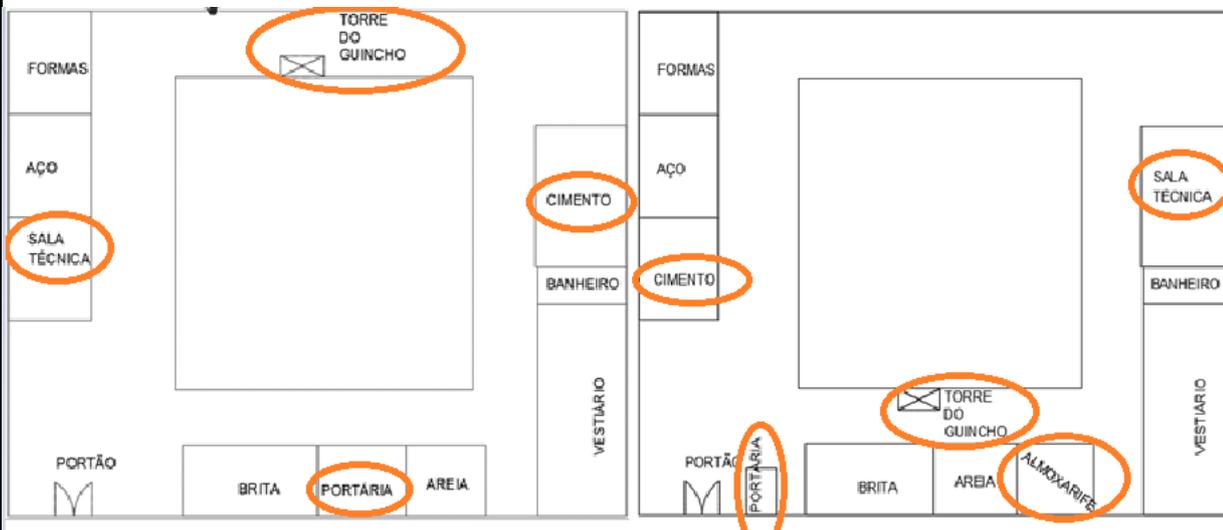


Figura 29 - Exemplo de layout do canteiro de obra

## SI.2

## VERIFICAÇÃO DE OBJETOS SEM IDENTIFICAÇÃO E UTILIZAÇÃO

### Descrição

O projeto é composto por diversas fases para a execução do produto (detalhamentos, cortes, vistas), devido a quantidade de variações (revisões, alterações, modificações, entre outros). Existem projetos sem identificação (legenda, numeração de revisão) ocasionando falhas no projeto.

### Proposta de Solução:

Segundo passo aplicação do Seiton (Organização), implementando identificadores do projeto (etiquetas vermelhas - red tag ( sinalizar urgência) -, legendas, rótulos, numeração de revisão, cores, símbolos), visto na Figura 30 e 31, para a equipe de projetos consiga ter o conhecimento da última versão e evitar falhas no projeto, também uso de quadro para facilitar a organização das atividades.



Figura 30 - Etiquetas para facilitar a organização

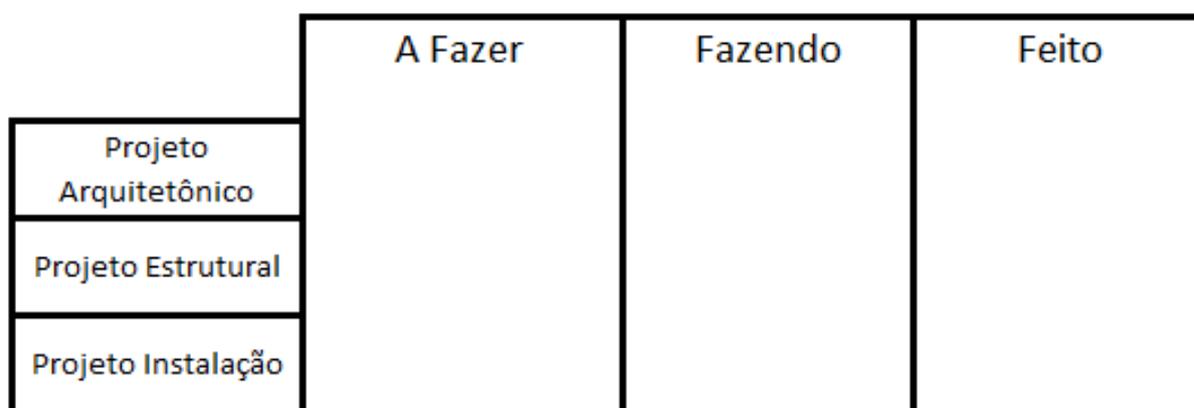


Figura 31 - Quadro para organizar atividades do Projeto

### SI.3 DEMORA NA ESCOLHA DO MATERIAL OU FERRAMENTA A UTILIZAR

#### Descrição

A acumulação de detritos (documentos antigos, equipamentos defeituosos) em um local de projetos é um indicativo da necessidade de limpeza, possibilitando perdas de tempo em atividades para os intervenientes. Assim como documentos expostos não consultados regularmente são sinal de que não são importantes no dia a dia não precisam de lugar de destaque, seguindo para outro arquivo mais secundário.

#### Proposta de Solução:

Terceiro passo é Seisō (Limpeza), Englobar a limpeza (relacionado a manutenção e inspeção dos materiais, equipamentos e ferramentas) como parte do processo de projeto, desenvolvendo um melhor bem-estar pessoal (equipe de projeto) e no ambiente de trabalho, com maior segurança e prevenção de acidentes e doenças.

## SI.4

## VARIABILIDADE DAS ATIVIDADES

### Descrição

Quarto passo é devido à grande variabilidade das operações (personalização do cliente – desejo e necessidades-, diversidade materiais, local do edifício, habilidades dos profissionais de projeto, diversas formações acadêmicas), alguns projetos não são executados de modo padronizado.

### Proposta de Solução:

Quarto passo é Seiketsu (Padronização), implementar - regras, normas, rituais, conferências dentro da equipe de projeto - seguindo um padrão dentro da organização da empresa e demonstrar padrões de projeto com qualidade e segurança, como visto na Figura 32 aplicação de um padrão referente as cores - cor vermelha é projeto arquitetônico, cor verde é projeto estrutural e cor azul é projeto instalações - buscando implementar um padrão e facilitar a identificação.

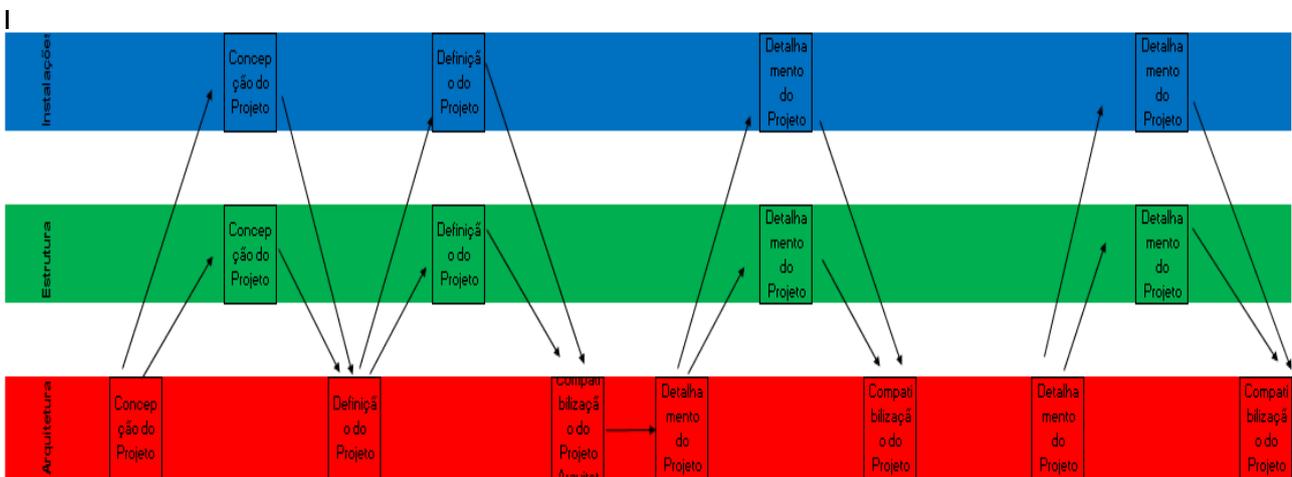


Figura 32- Padronização do Projeto

## SI.5

## CONSTÂNCIA DA APLICAÇÃO

### Descrição

Devido à falta de interesse ou incentivo do gestor de projeto na continuação da implementação da ferramenta 5S, pode possibilitar a ausência do comprometimento da equipe de projeto com a implementação das fases do método 5S, falhando.

### Proposta de Solução:

A disciplina é uma fase de grande importância para obter resultados da ferramenta 5S, sendo necessária a busca pelo gerente de projeto disseminar o interesse e incentivo da técnica 5S. Por meio de fiscalização, eventos, rituais, interagindo com a equipe de projeto e buscando consistência na aplicação em projetos e desenvolvendo melhorias em projeto. Como visto na Figura 33.



Figura 33 – Eventos interagindo entre as equipes

FERRAMENTAS LEAN CONSTRUCTION			LC 7
Conceito LC	LAST PLANNER SYSTEM		LPS
Componente	PLANEJAMENTO		PL
Descrição			
<p>Esta ferramenta de planejamento criada pelo Lean Construction Institute, baseia-se na metodologia Pull, Just in Time e Lean Thinking, tendo como objetivo desenvolver uma calendarização do projeto - englobando o planejamento macro e de curta e média duração do projeto -, além de preocupar-se com pré-requisitos para etapas do projeto - projeto arquitetônico tem que ser modelado para realizar o projeto estrutural -.</p>			
SITUAÇÕES –PADRÃO			
PL.1	ATRASOS IMPORTANTES NO PROJETO RELATIVO AO PLANEJADO		
Descrição			
<p>Atrasos no projeto, sendo um dos principais fatores a falta de planejamento.</p>			
Proposta de Solução:			
<p>Aplicação da ferramenta Last Planner System no planejamento.            Primeiro passo é realizar o Master schedule (Planejamento principal): programação global do projeto (implementado toda cadeia produtiva – arquitetônico, elétrico, instalações, detalhamento, cortes -) sem tanto detalhamento, isto é, de uma forma mais geral, identificando os principais prazos, recursos, sequências de etapas do projeto, visto na Figura 34.</p>			
Nome da tarefa	Duração	Início	Término
Planejamento	29 dias?	Seg 04/06/18	Sex 13/07/18
Projeto do ConjuntoResidencial	29 dias?	Seg 04/06/18	Sex 13/07/18
Fase de Projeto	29 dias?	Seg 04/06/18	Sex 13/07/18

Figura 34 - Planejamento Principal do projeto

Segundo passo é a realização do Lookahead Plan (Plano de Antevisão), visa relacionar o planejamento de longo prazo com o plano de execução de curto prazo, indicando ações do presente que possibilitem a conformidade dos objetivos à longo prazo. Na Figura 35, visto uma abertura no planejamento com mais detalhamento do que no planejamento principal, tendo a possibilitando a conformidade dos objetivos a longo prazo.

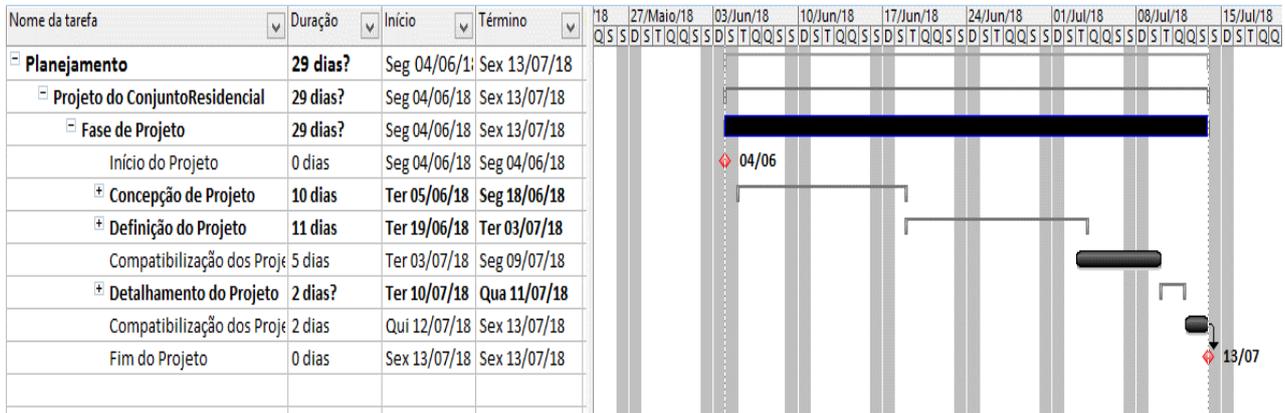


Figura 35- Plano de Antevisão do Projeto

O terceiro passo é realizado o Weekly work plan (plano de trabalho semanal), atividades semanais ou diárias, comprometimento confiável e aplicação de medição porcentual de planejamento concluído (PPC). Visto na Figura 36, maior riqueza em detalhamento.

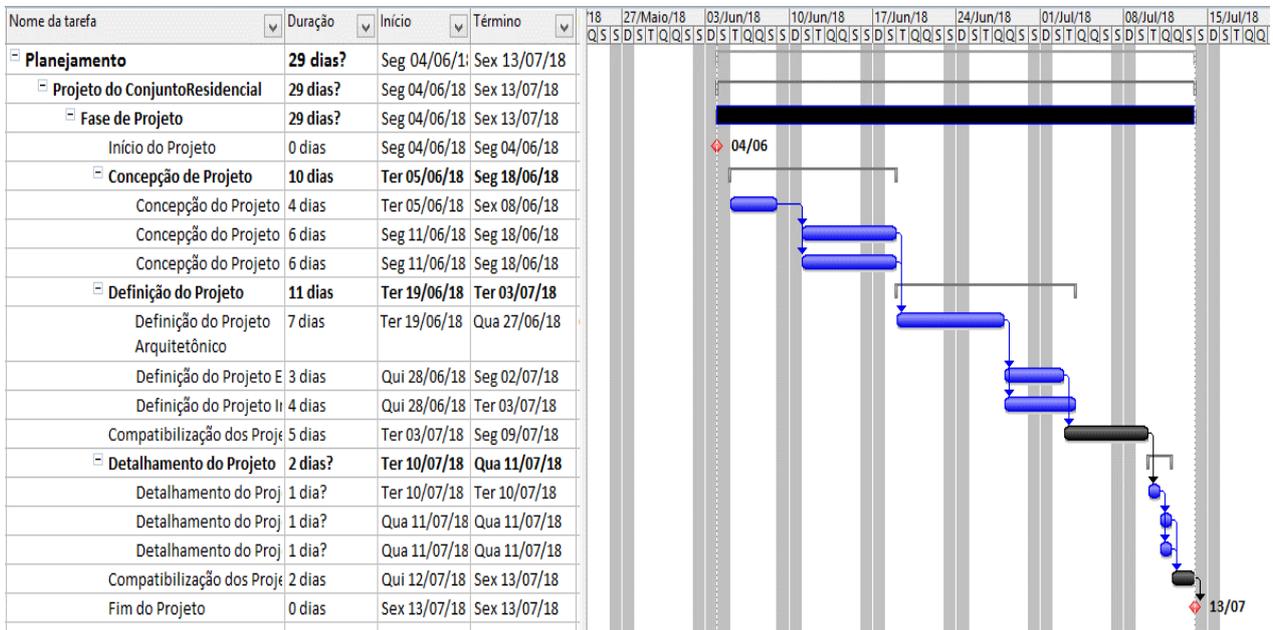


Figura 36 - Plano de trabalho semanal do Projeto

FERRAMENTAS LEAN CONSTRUCTION		LC 9
Conceito LC	DESIGN DE MANUTENÇÃO	DM
Componente	PROJETO MANUTENÇÃO	PM
Descrição		
Essa técnica é desenvolvida com base em uma estratégia de concepção de projetos que tem como objetivo de desenvolver fiabilidade e facilidade para manutenção no projeto.		
SITUAÇÕES –PADRÃO		
PM.1	MANUTENÇÃO DO EDIFÍCIO	
Descrição		
A manutenção de um edifício equivale, aproximadamente, 60 a 80 % do custo total do edifício no seu ciclo de vida e na elaboração tradicional do projeto, não englobando o ciclo de manutenção.		
Proposta de Solução:		
A ferramenta design de manutenção torna-se uma estratégia de projeto, com o objetivo de garantir e facilitar a aplicação da manutenção no empreendimento.		
Esta estratégia de projeto, engloba os fatores sociais e econômicos, envolvendo a segurança e o bem-estar dos seus ocupantes e facilitando práticas de manutenção.		
Padronização do projeto – técnicas construtivas e materiais -;		
Acessibilidade do projeto – segurança e autonomia; manuais ou contatos de pessoas credenciadas para manutenção; identificação dos materiais-;		
Modularização do projeto – dimensões padrões, formas, unidades modulares, tendo um processo logico-;		
Busca por materiais com aviso prévios – ductibilidade -, de fácil substituição e acesso na região;		
Identificação dos materiais, possibilitando a reposição correta do material.		
Na Figura 37, o exemplo de roteiro para manual do proprietário, descrevendo todas informações necessárias para o cliente realizar manutenções. Também, uso da comunicação visual, como o projeto estrutural facilitando a compreensão dos projetos para os clientes, visto na Figura 38.		

**Manual para Manutenção**

**SUMÁRIO**

**APRESENTAÇÃO**  
CONHEÇA O IMÓVEL  
FICHAS TÉCNICAS

**PRIMEIRAS ORIENTAÇÕES**  
PROVIDÊNCIAS INICIAIS  
VENTILAÇÃO DA UNIDADE

**ORIENTAÇÕES GERAIS**  
ESTRUTURA, FUNDAÇÃO E ALVENARIA  
INSTALAÇÃO ELÉTRICA  
INSTALAÇÃO HIDROSSANITÁRIA  
LOUÇAS E METAIS  
PINTURAS

**GARANTIAS**  
GARANTIAS  
RESPONSABILIDADES

Figura 37– Manual para Manutenção

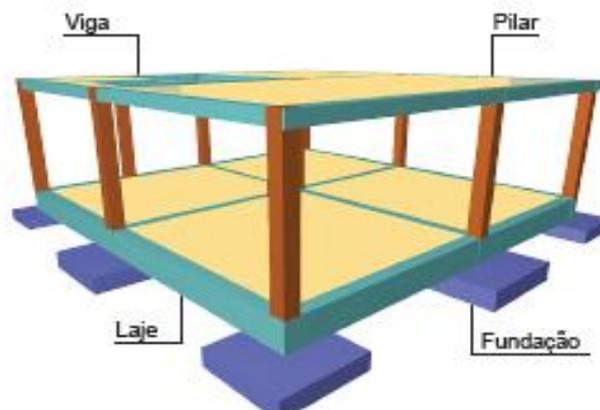


Figura 38 – Comunicação Visual para facilitar a compreensão do cliente