



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO URBANO

HERON FÁBIO SANTOS

**MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO LEAN DESIGN EM ESCRITÓRIOS DE
PROJETOS DE EDIFÍCIOS**

Recife

2022

HERON FÁBIO SANTOS

**MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO LEAN DESIGN EM ESCRITÓRIOS DE
PROJETOS DE EDIFÍCIOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Urbano. Área de concentração: Desenvolvimento Urbano.

Orientador: Prof. Dr. Max Lira Veras Xavier de Andrade

Recife

2022

Catálogo na fonte
Bibliotecária Mariana de Souza Alves – CRB-4/2105

S237m Santos, Heron Fábio
Método para implantação do Lean Design em escritórios de projetos de edifícios / Heron Fábio Santos. – Recife, 2022.
185f.: il., tab.

Sob orientação de Max Lira Veras Xavier de Andrade.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, 2022.

Inclui referências e apêndices.

1. Lean Design. 2. Processo de projetos. 3. Gestão de processos. 4. Métodos ágeis. 5. Engenharia simultânea. I. Andrade, Max Lira Veras Xavier de (Orientação). II. Título.

711.4 CDD (22. ed.) UFPE (CAC 2023-146)

HERON FÁBIO SANTOS

**MÉTODO PARA IMPLANTAÇÃO DO Lean Design EM ESCRITÓRIOS DE
PROJETOS DE EDIFÍCIOS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Urbano. Área de concentração: Desenvolvimento Urbano.

Aprovado em: 29/08/2022

Banca Examinadora

Participação via Videoconferência

Prof. Max Lira Veras Xavier de Andrade (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Participação via Videoconferência

Prof. Reymard Savio Sampaio de Melo (Examinador Externo)
Universidade Federal da Bahia

Participação via Videoconferência

Prof. José de Paula Barros Neto (Examinadora Externa)
Universidade Federal do Ceará

Participação via Videoconferência

Prof. Luiz Manuel do Eirado Amorim (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

A minha esposa Sônia. As minhas filhas Thereza e Ana Catharina. Aos meus pais Alcides e Thereza Helena. A minha família e a família de minha esposa, que juntas chamo de grande família.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Max Lira Veras Xavier de Andrade, sem a sua paciência e direcionamento das pesquisas, este trabalho não teria sido concluído. Aos professores participantes da banca examinadora José de Paula Barros Neto, Reymard Savio Sampaio de Melo e Luiz Manuel do Eirado Amorim, pelas suas valiosas críticas construtivas e colaborações. Às empresas que participaram dos estudos de caso deste trabalho, abrindo suas portas e acreditando nos resultados possíveis do método, e acima de tudo, pela disponibilização de seus recursos humanos e documentação. Aos colegas da turma de mestrado, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas. A todos os professores, amigos e colegas, que me ajudaram nesta jornada.

RESUMO

A necessidade dos processos de projetos serem adaptados à luz das mudanças promovidas pelas novas tecnologias e metodologias de trabalho, é reconhecida pelos escritórios de arquitetura e engenharia. Todavia, a implantação de mudanças nos processos de projetos, implica em profundas mudanças organizacionais e comportamentais, sendo esse um trabalho complexo, pois envolve ruptura de paradigmas, principalmente funcionais e culturais. Pesquisas destacam essa complexidade, principalmente, em virtude dos processos de projetos atravessarem os departamentos e as fronteiras das organizações, como a participação cada vez maior em processos decisórios de clientes e fornecedores. Trabalhos acadêmicos, já estudaram a adoção do *Lean* aplicados ao processo de projetos, denominado como *Lean Design*, inclusive com incorporação do BIM vinculado ao uso do *Lean*, sendo a atividade de realinhamento de processos uma atividade fundamental para os sucessos do BIM. Porém, publicações relacionadas aos procedimentos, a um método a ser seguido pelos escritórios, para a implementação do *Lean Design* nos processos de projetos de arquitetura e engenharia, ainda é uma novidade na literatura da área, mesmo sabendo-se dos benefícios que o *Lean Design* pode trazer, como a possibilidade de redução de custos e prazos de entrega dos trabalhos, conjuntamente com o aumento da qualidade final dos produtos (pois pode contribuir para uma significativa redução de erros de processos e produtos). Porém, mesmo diante de todos os benefícios, a adoção do *Lean Design* nas empresas de projeto de arquitetura e urbanismo, ainda está distante da realidade. É nesse contexto, que o presente trabalho se insere, tendo como objetivo preencher essa lacuna, propondo um método de implantação do *Lean Design* nos processos de projeto de projetos em escritórios de arquitetura e engenharia. Espera-se que o uso desse método melhore a eficiência dos processos de produção de projetos, trazendo melhoria para a qualidade da produção, menor desperdício de tempo, redução de custos, melhorando os processos de colaboração e integração com demais disciplinas de projeto, sem limitar a capacidade criativa do envolvidos, e inclusive.

Palavras Chaves: *Lean Design*; processo de projetos; gestão de processos; métodos ágeis; engenharia simultânea.

ABSTRACT

The need for design processes to be adapted in light of the changes promoted by new technologies and work methodologies is recognized by architecture and engineering offices. However, the implementation of changes in project processes implies profound organizational and behavioral changes, which is a complex work, as it involves breaking paradigms, mainly functional and cultural. Research highlights this complexity, mainly due to project processes crossing departments and organizational boundaries, such as the increasing participation in decision-making processes of customers and suppliers. Academic works have already studied the adoption of *Lean* applied to the design process, called Lean Design, including the incorporation of BIM linked to the use of *Lean*, with the process realignment activity being a fundamental activity for the success of BIM. However, publications related to the procedures, to a method to be followed by the offices, for the implementation of Lean Design in the processes of architectural and engineering projects, is still a novelty in the literature of the area, even knowing the benefits that Lean Design can bring, such as the possibility of reducing costs and delivery times of the works, together with the increase of the final quality of the products (as it can contribute to a significant reduction of process and product errors). However, even with all the benefits, the adoption of Lean Design in architecture and urbanism design companies is still far from reality. It is in this context that the present work is inserted, aiming to fill this gap, proposing a method of implementing Lean Design in project design processes in architecture and engineering offices. It is expected that the use of this method will improve the efficiency of the production processes of projects, bringing improvement to the quality of production, less waste of time, reduction of costs, improving the processes of collaboration and integration with other project disciplines, without limiting the creative capacity of those involved, and even.

Keywords: Lean Design; project process; processes management; agile methods; concurrent engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Exemplo de produção puxada	20
Figura 2 -	Modelo de método de projetos proposto por Markus	31
Figura 3 -	Modelo de método de projetos proposto por Broabent	32
Figura 4 -	Mapeamento proposto por Lawson (2005) para representar o ciclo de uma sequência de decisões de projeto	33
Figura 5 -	Exemplo de um diagrama de raia	39
Figura 6 -	Modelo de MFV de um escritório de projetos	47
Figura 7 -	Símbolos utilizados na elaboração do MVF	47
Figura 8 -	Modelo de MFV com registro de melhorias a serem realizadas	51
Figura 9 -	Modelo de quadro Kanban	52
Figura 10 -	Representação dos procedimentos do LPS	53
Figura 11 -	Relacionamento dos níveis hierárquicos do LPS	54
Figura 12 -	Atividades para execução de um PDCA	57
Figura 13 -	Relacionamento do LPS e ciclos PDCA	58
Figura 14 -	Modelo LPDS proposto por Ballard em 2008	59
Figura 15 -	Modelo das fases de um projeto proposto por Ballard e Zabelle	60
Figura 16 -	Modelo das fases de um projeto proposto por Freire e Alarcón	60
Figura 17 -	Representação do fluxo de trabalho tradicional proposto por Ko e Chung	66
Figura 18 -	Representação do fluxo de trabalho Lean proposto por Ko e Chung	67
Figura 19 -	Domínios dentro das organizações	72
Figura 20 -	Relação das solicitações de alterações nos projetos no tempo	76
Figura 21 -	Matriz de relacionamento entre BIM e Lean	79
Figura 22 -	Tipos de artefatos	82
Figura 23 -	Elementos essenciais para condução de uma pesquisa utilizando DSR	83
Figura 24 -	Fluxo de Trabalho no desenvolvimento da pesquisa	89
Figura 25 -	Fases de Trabalho no desenvolvimento da pesquisa	90
Figura 26 -	Visão das fases do método proposto	94
Figura 27 -	Visão das fases do método proposto	95

Figura 28 - Similaridade do método proposto com o ciclo PDCA	97
Figura 29 - Macroprocesso do Método para Implementação do Lean Design	97
Figura 30 - Processo de Diagnóstico do Ambiente que irá sofrer a Implementação do Lean Design	100
Figura 31 - Processo engajamento e Nivelamento Conceitual	102
Figura 32 - Processo de Levantamento do Estado Atual	107
Figura 33 - Processo de Levantamento do Estado Futuro	111
Figura 34 - Processo de elaboração do Plano de Implementação	113
Figura 35 - Processo de elaboração do Plano de Implementação	115
Figura 36 - Fluxo de valor atual do processo	121
Figura 37 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias	122
Figura 38 - Fluxo de valor futuro (macrofluxo)	124
Figura 39 - Fluxo de valor futuro (fase de estudo preliminar)	125
Figura 40 - Fluxo de valor futuro (Fase de Anteprojeto)	125
Figura 41 - Fluxo de valor FUTURO (Fase de Projeto)	126
Figura 42 - Fluxo de valor futuro (fase de projeto executivo)	127
Figura 43 - Resultados da eficácia do método na organização A	130
Figura 44 - Fluxo de valor atual do processo	133
Figura 45 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias	134
Figura 46 - Fluxo de valor futuro do processo (macrofluxo)	135
Figura 47 - Resultados da eficácia do método na organização B	137
Figura 48 - Kanban de planejamento semanal utilizada na organização B	138
Figura 49 - Fluxo de valor atual do processo	141
Figura 50 - Fluxo de valor atual do processo	142
Figura 51 - Fluxo de valor atual do processo	142
Figura 52 - Fluxo de valor atual do processo	143
Figura 53 - Fluxo de valor futuro do processo	145
Figura 54 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias	146
Figura 55 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias	147
Figura 56 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias	148
Figura 57 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias	149
Figura 58 - Resultados da eficácia do método na organização C	151
Figura 59 - Consolidação da pesquisa realizada nas 3 organizações	152

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Ferramentas Lean	45
Quadro 2 - Definição das fases DMAIC	62
Quadro 3 - Relacionamento dos objetivos com os itens da pesquisa de avaliação	88
Quadro 4 - Relacionamento das perguntas da pesquisa com os objetivos específicos	129
Quadro 5 - Relacionamento das avaliações com os objetivos específicos	153

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operações
AsBEA	Associação Brasileira dos Escritórios de
BIM	Building Information Modeling
BPMN	Business Process Model and Notation
CAAD	Computer Aided Architectural Design
CAD	Computer Aided Design
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
LT	Lean Time Total
LC	Lean Construction
LCI	Lean Construction Institute
LOD	Lever order Design
LPDS	Lean Project Delivery System
LPS	Last Planner System
MFV	Mapa de Fluxo de valor
OMG	Object Management Group
PDCA	Ciclo: planejar-executar-verificar-agir
PPC	Percentual do Plano Concluído
SDCA	Ciclo: padronizar-executar-verificar-agir
TC	Tempo de Ciclo
TAV	Tempo de agregação de valor
TE	Tempo de espera
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
TQM	Total Quality manage

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	A EVOLUÇÃO DO ENTENDIMENTO DOS PROCESSOS DE TRABALHO	19
1.2	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	22
1.3	JUSTIFICATIVA	23
1.4	OBJETIVOS	25
1.4.1	Objetivo geral	25
1.4.2	Objetivos específicos	26
1.5	DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	26
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO	26
2	REVISÃO DA LITERATURA	27
2.1	PROCESSOS DE PROJETOS EM ARQUITETURA	28
2.2	O MOVIMENTO DOS MÉTODOS	29
2.3	FASES DO CICLO DE VIDA DOS PROCESSOS DE PROJETO EM ARQUITETURA	30
2.4	A EVOLUÇÃO DOS PROJETOS DIGITAIS NOS PROCESSOS DE PROJETOS	34
2.5	PRINCIPAIS FORMAS DE MAPEAMENTO DE PROCESSOS	36
2.5.1	O BPMN	37
2.6	O LEAN NA GESTÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA	39
2.6.1	Conceitos e definições do LEAN	39
2.6.2	Ferramentas Lean	44
2.6.2.1	Mapa de Fluxo de Valor (MFV)	45
2.6.2.1.1	<i>Mapa de fluxo de valor (MFV) atual</i>	49
2.6.2.1.2	<i>Mapa de fluxo de valor (MFV) futuro</i>	49
2.6.2.2	Quadro Kanban	51
2.6.2.3	Last Planner System	52
2.6.2.4	PDCA	55
2.6.3	O Lean Project delivery System	58
2.6.4	As fases para implantação do Lean	60
2.7	LEAN DESIGN	63

2.7.1	Exemplos de ferramentas e técnicas Lean aplicadas no Lean Design	69
2.7.1.1	Para o planejamento dos trabalhos	69
2.7.1.2	Para o gerenciamento dos envolvidos nos trabalhos	70
2.7.1.3	Para o redesenho dos processos	70
2.8	MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO OU BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)	71
2.8.1	Definição do BIM	71
2.8.2	Os domínios do BIM	72
2.9	DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA AO PROJETO SIMULTÂNEO	74
2.10	INTERAÇÕES ENTRE O BIM E LEAN	77
2.11	CONCLUSÕES	80
3	ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA	81
3.1	CONDUÇÃO DA DESIGN SCIENCE RESEARCH	83
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	84
3.2.1	Identificação do Problema	85
3.2.2	Propor soluções	85
3.2.3	Desenvolvimento	86
3.2.4	Avaliação	86
3.2.5	Agregação de Valor	87
3.2.6	Comunicação	88
3.3	FLUXO DE TRABALHO	89
4	UM MÉTODO PARA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN DESIGN	91
4.1	DIAGNÓSTICO DO AMBIENTE DE TRABALHO	98
4.1.1	Questionários	100
4.1.2	Entrevistas	100
4.1.3	Consolidação dos dados e análise dos dados	101
4.1.4	Fechamento da fase de Diagnóstico	101
4.2	FASE DE NIVELAMENTO CONCEITUAL	101
4.2.1	Treinamento de Nivelamento Conceitual	103
4.2.2	Apresentação do método de trabalho para a execução da implantação do Lean Design na organização	103
4.2.3	Treinamento da equipe em Last Planner System	104

4.2.4	Planejamento dos trabalhos a serem desenvolvidos	104
4.2.5	Apresentação do modelo de acompanhamento e controle dos trabalhos planejados	105
4.2.6	Fechamento da fase de Engajamento	106
4.3	LEVANTAMENTO DO ESTADO ATUAL	106
4.3.1	Treinamento nas ferramentas	108
4.3.2	Levantamento do estado atual	108
4.3.3	Apresentação do estado atual	109
4.3.4	Fechamento da fase	109
4.4	MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO	109
4.4.1	Treinamento nas ferramentas	111
4.4.2	Análise de Melhoria do Estado Atual	112
4.4.3	Redesenho dos processos	112
4.4.4	Validação das propostas	112
4.4.5	Fechamento da fase	112
4.5	PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO	113
4.5.1	Treinamento de planejamento	113
4.5.2	Definição das prioridades de implementação	114
4.5.3	Planejamento das implementações	114
4.6	IMPLEMENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO	115
4.6.1	Elaboração do Planejamento Semanal	115
4.6.2	Execução do Planejamento Semanal	116
4.6.3	Avaliação da execução do Planejamento Semanal	116
4.7	CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO PROPOSTO	116
5	APLICAÇÃO DO MÉTODO EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA	118
5.1	APLICAÇÃO DO ARTEFATO EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA: EMPRESA A - CIDADE DE SÃO PAULO	118
5.1.1	Diagnóstico do ambiente	119
5.1.2	Engajamento e nivelamento conceitual	119
5.1.3	Levantamento do fluxo atual	120
5.1.4	Mapeamento do estado Futuro	122

5.1.5	Plano de Implementação	128
5.1.6	Implementação do Estado Futuro	128
5.1.7	Avaliação do método na organização A	128
5.2	APLICAÇÃO DO ARTEFATO EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA E PROJETOS COMPLEMENTARES NA CIDADE DE RECIFE - EMPRESA B	131
5.2.1	Diagnóstico do ambiente	131
5.2.2	Engajamento e nivelamento conceitual	132
5.2.3	Levantamento do fluxo atual	132
5.2.4	Mapeamento do estado Futuro	133
5.2.5	Plano de Implementação	136
5.2.6	Implementação do Estado Futuro	136
5.2.7	Avaliação do método na organização B	136
5.3	APLICAÇÃO DO ARTEFATO EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA E PROJETOS COMPLEMENTARES NA CIDADE DE SÃO PAULO - EMPRESA C	138
5.3.1	Diagnóstico do ambiente	139
5.3.2	Engajamento e nivelamento conceitual	140
5.3.3	Levantamento do fluxo atual	140
5.3.4	Mapeamento do estado Futuro	143
5.3.5	Plano de Implementação	149
5.3.6	Implementação do Estado Futuro	150
5.3.7	Avaliação do método na organização C	150
5.4	AVALIAÇÃO GERAL DA EFICÁCIA/EFICIÊNCIA DO MÉTODO COM BASE NOS PROJETOS PILOTOS	151
5.4.1	Resumo da tabulação das pesquisas nas Organizações A, B e C	152
5.4.2	Comentários presentes nas avaliações realizadas	153
5.4.3	Avaliação do método proposto	156
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	158
	REFERÊNCIAS	160

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DO NÍVEL DE MATURIDADE QUANTO AOS ELEMENTOS BÁSICOS DO LEAN	169
APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTAS SOBRE O NÍVEL DE MATURIDADE DOS ELEMENTOS BÁSICOS DO LEAN	171
APÊNDICE C – CONTEÚDO PRAGRAMÁTICO PARA O TREINAMENTO DE NIVELAMENTO CONCEITUAL SOBRE LEAN	172
APÊNDICE D – ROTEIRO PARA A REALIZAÇÃO DO TREINAMENTO DE APRESENTAÇÃO DO MÈTODO	173
APÊNDICE E – ROTEIRO PARA A REALIZAÇÃO DO TREINAMENTO DE LAST PLANNER SYSTEM	174
APÊNDICE F – MODELO DE CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO	175
APÊNDICE G – MODELO DE CRONOGRAMA DE MÉDIO PRAZO	176
APÊNDICE H – MODELO DE CRONOGRAMA DE CURTO PRAZO	177
APÊNDICE I – MODELO DE QUADRO KANBAN	178
APÊNDICE J – ROTEIRO PARA TREINAMENTO NAS FERRAMENTAS A SEREM UTILIZADAS NO LEVANTAMENTO DOS PROCESSOS ATUAIS	179
APÊNDICE K – ROTEIRO PARA TREINAMENTO PARA ELABORAÇÃO DO FLUXO DE VALOR FUTURO	180
APÊNDICE L – DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS NA EMPRESA A	181
APÊNDICE M – DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS NA EMPRESA C	183
APÊNDICE N – AVALIAÇÃO DO MÉTODO PELOS PARTICIPANTES	185

1 INTRODUÇÃO

Essa pesquisa estuda o fluxo de trabalho existente no processo de projeto de um escritório de arquitetura e/ou engenharia (estrutural, elétrico, hidrossanitário, incêndio etc.). Entende-se que a melhoria na qualidade da solução do projeto do edifício é impactada também pela melhoria da gestão dos processos e da qualidade da informação documentada nos mesmos, o que é enfatizado por Tilley (2005, p. 2, tradução nossa) ao afirmar que deficientes documentações, impactam diretamente no processo de construção, e podem ser responsáveis por mais de 50% das alterações contratuais.¹

Retirando o foco exclusivamente dos processos de projetos, e com um olhar abrangente sobre cadeias produtivas, historicamente um grande impulso na otimização destas cadeias produtivas ocorreu no início do século 20, com o fordismo (RODRIGUEZ, 2018), que tinha como mentalidade principal a produção em massa, ou produção empurrada (WOMACK; JONES, 1996) e a melhoria nos processos de transformação dos insumos em produtos acabados.

Nos anos 1960, surge uma nova mentalidade produtiva, o Toyotismo, que teve origem na Toyota, e que tem como mentalidade uma melhoria não somente nos processos de transformação, como também, nas atividades necessárias para que essa transformação exista. Como exemplo, pode-se destacar o movimento dos insumos desde a sua origem até o local da transformação. Essa visão mais holística do processo é denominada de Fluxo de Valor (ROTHER; SHOOK, 2012).

A partir do lançamento do livro “*Lean Thinking*” de Womack e Jones (1996), esta nova mentalidade produtiva passa a ser chamada de *Lean*. Focando no estudo da cadeia produtiva de projetos de arquitetura e engenharia, um movimento que visava estudar o processo de projeto, de modo mais científico e menos subjetivo, surgiu nos anos 1960. Conhecido como Movimento dos Métodos, este nasceu a partir da Conferência em Métodos Sistemáticos e Intuitivos na Engenharia, Desenho Industrial, Arquitetura e Comunicações (*The Conference on Systematic and Intuitive Methods in*

¹ “Design and documentation deficiencies were directly responsible for approximately 50% of all variation, contract disputes and cost overruns”.

Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications), (OLIVEIRA; PINTO, 2009).

Womack e Jones (1996) encontra similaridades entre os processos de projetos da arquitetura e engenharia civil e outras cadeias produtivas, direcionando que soluções encontradas fora do ambiente do projeto do edifício, podem ser incorporadas nessa área. As técnicas *Lean*, por exemplo, lançaram as bases do *Lean Design*, direcionando um repensar do fluxo de trabalho dos processos de projetos do edifício sob o olhar do *Lean*.

Além dos possíveis impactos do *Lean Design*, mais recentemente, o processo de projeto do edifício passou também a ser impactado pelo BIM. Isso traz uma discussão importante na área com a, necessidade de repensar os processos de projeto de modo a atenderem melhor aos requisitos de troca de informações, com base no trabalho colaborativo e simultâneo entre os envolvidos (SUCCAR, 2010).

Diante de todas essas mudanças ocorridas nas últimas décadas, provocadas pelas novas exigências do ambiente produtivo e em respostas a demandas do mercado ou descobertas no meio acadêmico, ver-se que as empresas de projeto, e especificamente os escritórios de arquitetura e engenharia civil, necessitam promover ajustes em seus processos de trabalho.

Os modelos tradicionais de processo de projetos de arquitetura e engenharia, com atividades sequenciais e com pouca colaboração entre os envolvidos, vêm se mostrando obsoletos e insuficientes para atenderem a todos os níveis de exigências, sejam de prazos, qualidades exigidas para as soluções, atendimento às normas e legislações vigentes e custos (MANZIONE, 2006).

Novos modelos de processos de projeto, particularizados para cada escritório, e que suportem e possibilitem as necessidades de troca de informações, trabalhos colaborativos e execução simultânea de projetos, necessitam ser desenvolvidos e implementados (MANZIONE, 2006).

1.1 A EVOLUÇÃO DO ENTENDIMENTO DOS PROCESSOS DE TRABALHO

No início do século XX, Frederick Taylor sugere que toda a operação fabril poderia ser padronizada e planejada, de modo a eliminar todo e qualquer desperdício de esforço humano e de tempo. Criaram-se assim as primeiras ideias a favor da simplificação do trabalho, a partir da divisão dos processos em atividades. Estas mesmas ideias de processos de trabalho também foram vistas no Fordismo, que dá referência a produção em massa com a instituição da linha de montagem na produção de carros, no início do século passado nos EUA, utilizando-se de um processo composto de atividades sequenciais (RODRIGUEZ, 2018).

A principal característica deste modelo de trabalho é que todas as fases (atividades) deveriam focar em produzir o máximo possível, sem existir a preocupação sobre a capacidade da atividade seguinte em atender a demanda entregue. Este modelo de processo de trabalho ficou dominante até a segunda grande guerra, sendo caracterizada como um modelo de produção empurrada (WOMACK; JONES, 1996).

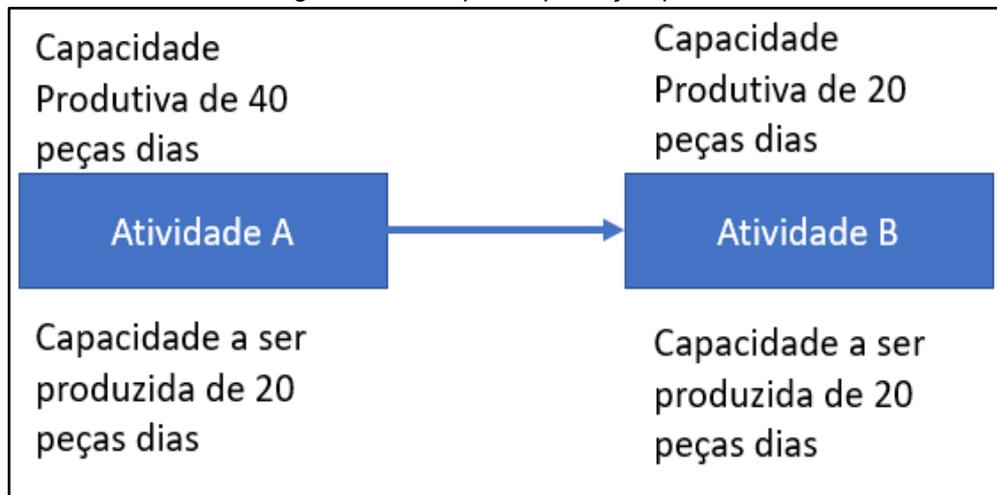
No período pós Segunda Grande Guerra, surge no Japão uma metodologia de trabalho, que teve a empresa Toyota como sua protagonista. Chamada originalmente de Toyotismo. Essa metodologia de trabalho reconhece a importância do Taylorismo e Fordismo, porém incorpora novas filosofias na divisão do trabalho, enfatizando que no planejamento da produção das atividades, as demandas necessárias para as atividades seguintes devem ser consideradas, não se produzindo excessos entre as atividades de uma linha de produção (VARGAS; PINTO, 2019). Este modelo de processo ficou caracterizado como um modelo de produção puxada (WOMACK; JONES, 1996).

Devido a essa característica de planejamento da produção, os processos de trabalho tiveram que ser repensados, pois no Toyotismo existe essa característica marcante, redirecionando o trabalho com base em processos focados na “produção puxada”, em que a quantidade a ser produzida por uma tarefa é definida e direcionada pela necessidade da atividade sucessora, em contraponto a “produção empurrada” do Fordismo (WOMACK; JONES, 1996).

Para entender melhor esse conceito de “produção puxada”, são apresentadas abaixo duas atividades em sequência (A-B). A quantidade a ser produzida pela atividade A deverá ser a demandada suportada pela atividade B, não produzindo nada

a mais, mesmo que exista possibilidade de se ter a produção de mais itens na atividade A, como exemplificado na Figura 1.

Figura 1 - Exemplo de produção puxada



Fonte: O autor (2023).

A partir dos anos de 1990, essa filosofia de trabalho começa a ser reconhecida como *Lean* (MAIA et al., 2011), que em termos literários significa enxuto quanto a desperdícios de tempo e material. Esse termo se dá, muito devido ao livro “*A mentalidade Enxuta nas Empresas*” (WOMACK et al., 1996)². Este conceito, que surgiu na Toyota, também é conhecido como Sistema Toyota de Produção (*Toyota Production System, TPS*), (BALLARD, 2000). O *Lean* baseia-se na visão holística do negócio, entendendo que não se pode ter a compreensão do todo somente com um olhar focado em partes, ou em suas atividades (modelo fordista/ Taylorismo) (BALLARD, 2000).

Segundo Liker (2005), o *Lean*, é muito mais que uma metodologia de trabalho com foco em processos enxutos, é uma estratégia de negócio que visa a satisfação do cliente, sejam eles os clientes internos da organização, pessoa (s) que vai receber um produto ou documento e continuar com a sua conclusão, ou os clientes externos, que vão adquirir ou receber os produtos concluídos da organização.

² Original em inglês: *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*.

O foco do *Lean* é a entrega dos produtos desejados pelos clientes, na quantidade certa, na hora certa, com preço justo e para isso usando o mínimo de recursos, evitando-se ao máximo a ocorrência de desperdícios (LIKER, 2005).

Esse pensamento traz também o início da combinação definitiva de análise de processo e tecnologia, passando essa combinação a direcionar os processos de negócio. A automação é um dos pilares básicos do *Lean*, junto com a transparência de informações e respeito aos envolvidos nos trabalhos (LIKER, 2005).

Segundo Souza Filho e Gouvinhas (2003), este repensar nos processos chega aos processos de projeto nos anos 70. O paradigma do fluxo sequencial de desenvolvimento e que provoca a separação entre as fases dos processos de projeto e construção, começa a ser questionada em favor de uma postura mais multidisciplinar, integrada e simultânea. Esta tendência em entender o processo de projeto de um ponto de vista sistêmico, ampliando a ideia da multidisciplinaridade, incluindo novas características que agregam mais valor aos produtos desenvolvidos e execução simultânea de etapas do trabalho, teve como proposta a utilização da Engenharia Simultânea nos processos de projetos, também conhecido como desenvolvimento simultâneo de projetos.

A aplicação dos conceitos do *Lean*, desenvolvimento simultâneo de projetos (engenharia simultânea) e da Gestão da Qualidade Total com foco na gestão de processos de projeto surge no início dos anos 2000, por meio do artigo publicado por Ballard (2000), sendo denominado de *Lean Design*. Segundo Uusitalo *et al.* (2017), *Lean Design* é uma coleção de métodos enxutos (baseados no *Lean*), ferramentas e processos, que podem ser usados para facilitar o design (projeto), promovendo um meio estruturado para melhorar todo o sistema de processo de projetos, reduzindo o desperdício e melhorando o valor percebido do projeto entregue ao cliente.

Para Womack e Jones (1996), o *Lean* tem como objetivo a eliminação de desperdícios. O desperdício é aqui entendido neste trabalho, como tudo aquilo que produz perdas, sejam de materiais, informações ou de tempo, no desenvolvimento dos projetos.

1.2 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Segundo Cutrim, Souza e Daher (2017), a busca de melhoria contínua nos processos e qualidade da produção em um espaço de tempo cada vez menor, além do acompanhamento e implementação dos avanços tecnológicos nos processos de trabalho, tornaram-se um alvo primordial a ser realizado.

Problemas para a implantação dos ajustes nos processos de projetos tem se tornado frequente em escritórios de arquitetura e engenharia civil. Em um estudo baseado em empresas brasileiras que trabalham com projetos, Rabechini, Carvalho e Laurindo (2002 apud BERSSANETI et al., 2015) mostraram que poucas têm formalizado e desenvolvido um modelo de processos de projetos documentado e seguido, base para o início de um trabalho de melhoria nos processos (ROTHER; SHOOK, 2012).

A implantação de mudanças nos processos de projeto (realizado por arquitetos e projetistas de projetos complementares), implica também em profundas mudanças organizacionais e comportamentais, sendo esse um trabalho complexo, pois envolve ruptura de paradigmas, principalmente funcionais e culturais (FREITAS, 2015). Baldam *et al.* (2014) destacam essa complexidade, principalmente, em virtude dos processos de trabalho atravessarem os departamentos e as fronteiras das organizações, com a participação cada vez maior em processos decisórios de clientes e fornecedores.

Por sua vez, a utilização do *Lean Design* é complexo, pela quantidade de informações presentes, grande número de pessoas envolvidas e muitas decisões envolvidas nos processos de projeto. Condições e pressupostos para utilização do *Lean Design* devem ser analisados e planejados, antes do início da sua utilização (FIALHO; CAMPOS; BARROS NETO, 2015).

Esta complexidade do processo de projeto, também é refletida por Ballard e Koskela (1998 apud FREIRE; ALARCÓN, 2002, p. 250):

A natureza do processo de design é complexa; envolve milhares de decisões, às vezes ao longo de um período de anos, com numerosas interdependências, e sob um ambiente altamente incerto. Um grande número de participantes está envolvido, como arquitetos, gerentes de projetos, engenheiros de disciplina, engenheiros de serviços e consultores de mercado. Cada categoria de profissionais tem um estilo diferente de formação, cultura e aprendizagem. As trocas entre múltiplos critérios de

design concorrentes têm que ser feitas durante todo o processo de projeto, muitas vezes com informações inadequadas e sob intensa pressão orçamentária e de cronograma. Os estágios iniciais de design são notoriamente difíceis de avaliar e controlar contra marcos de progresso; faltando entregas físicas, como desenhos, é difícil medir a quantidade de trabalho concluído e permanecendo em qualquer tarefa e, conseqüentemente, no projeto como um todo. Além disso, o feedback da fase de produção e operação de construção leva muito tempo para ser obtido, e tende a ser ineficaz. Para piorar as coisas, os projetos estão cada vez mais sujeitos à incerteza por causa do ritmo das mudanças tecnológicas, da rápida mudança das oportunidades de mercado e da incapacidade de acompanhar a pressão implacável para reduzir o tempo e o custo. (BALLARD; KOSKELA, 1998 apud FREIRE; ALARCÓN, 2002, p. 250).

Diante de toda esta complexidade, Jesus e Macieira (2014) alertam para fatores que estão relacionados ao fracasso das organizações, quando buscam redesenhar seus processos, que são: falhas de comunicação; falta de patrocínio da alta administração; deixar de gerenciar o desempenho dos processos; falta de visão do processo de ponta-a-ponta; baixo engajamento das pessoas envolvidas; falta de medições financeiras.

A utilização de ferramentas *Lean* envolve uma complexidade, que deve ser entendida, e riscos analisados. Em geral as pessoas envolvidas nos processos apresentam dificuldades em entenderem os conceitos de todas as ferramentas *Lean*. Além do mais, as lideranças envolvidas e que devem conduzir a mudança organizacional, também apresentam grandes dificuldades no entendimento do *Lean* e na utilização de suas ferramentas (TORRES et al., 2021).

1.3 JUSTIFICATIVA

As mudanças nos processos de projetos, com utilização de ferramentas *Lean* foi denominado como Lean Design (BALLARD, 2000), porém o *Lean* é muito maior que apenas a utilização de ferramentas. Esse se configura como um modelo de gestão de processos, em que as ações voltadas para a eliminação de desperdícios, melhoria contínua e um contínuo respeito às pessoas envolvidas no trabalho deve ser aprimorado continuamente (LIKER; CONVIS, 2013).

A aplicação do *Lean*, e no caso do objeto desta pesquisa, *Lean Design*, deve ser cuidadosamente planejada. Soluções encontradas em uma determinada organização, não podem e não devem ser entendidas como factíveis de utilização em outras organizações. A análise cuidadosa da organização e um planejamento detalhado de

como deve ser implantado o *Lean* deve ser traçado antes de se partir para a utilização de qualquer ferramenta *Lean* (LIKER; CONVIS, 2013; MANN, 2005).

Através de pesquisas realizadas, cujo método e resultados gerais, serão descritos e detalhados mais adiante nesse trabalho, foram encontradas poucas publicações relacionadas a implantação do *Lean* em escritórios de arquitetura e engenharia. Sem ter como foco explicitamente a apresentação de um método que possibilite os escritórios de arquitetura e engenharia implantarem o *Lean Design* nos seus processos de trabalhos, foram encontrados trabalhos que influenciaram a condução da pesquisa e a criação do método a ser apresentado (FREIRE; ALARCÓN 2002; ORIHUELA; ULLOA, 2011; DANTAS FILHO, 2016; FOSSE; BALLARD, 2016; SACKS et al., 2017; MOTA et al., 2019; HERRERA et al., 2021), e que serão descritos no capítulo deste trabalho destinado à revisão da literatura.

A revisão da literatura, mostrou o *Lean Design* como objeto de estudos de diversos pesquisadores, e os resultados de Freire e Alarcón (2002) e Dantas Filho (2016), lançam as bases da necessidade de um método, que descreva em detalhes, um caminho dos escritórios de projeto de arquitetura para a implantação do *Lean Design* em seus ambientes organizacionais. Porém um trabalho focado no detalhamento deste método não foi encontrado. Desta forma, visualiza-se a lacuna de conhecimento para a qual esta pesquisa orienta a sua contribuição científica.

A lacuna do conhecimento justifica a importância deste trabalho, enquanto a visualização de melhorias nos processos de projetos justifica a importância prática, isso porque os escritórios de projetos poderão colocar em prática o *Lean Design*, saindo de um modelo de processo de projeto tradicional e linear, com pouca interação e colaboração dos envolvidos, para um modelo de processo de projetos que permita um aumento da colaboração, execução de projetos simultâneo, redução de desperdícios e melhoria do valor entregue aos clientes, o que pode ser alcançado com a utilização do *Lean Design* (BALLARD et al., 2000; KO; CHUNG, 2014).

Ferreira et al. (2016), apresenta um estudo que mostra os perigos de uma organização iniciar a utilização de forma isolada de algumas ferramentas *Lean*, sem ter o cuidado de também trabalhar a filosofia *Lean* de forma mais abrangente, e afirma que “[...] é possível concluir que adotar apenas algumas das ferramentas, pertencentes aos princípios e técnicas *Lean*, não é suficiente para tornar a empresa como um todo enxuta” (FERREIRA et al., 2016, p.14). O mesmo autor finaliza dizendo que:

Portanto, fica claro que o impacto da implantação pontual do *Lean* causa incoerência entre as ações e, desta forma, provoca o aparecimento de não conformidades dentro das atividades da empresa e também a descrença das pessoas quanto ao próprio sistema de produção e a metodologia *Lean*. Então é possível concluir que a completa adoção da filosofia *Lean* desenvolve a sustentabilidade para as mudanças propostas por este sistema - e almejadas por organizações de todo o mundo – como a melhoria da qualidade, a redução de custos e lead time, a flexibilidade da produção, entre outras (FERREIRA et al., 2016, p.14).

Bulhões (2012), alerta que devido à falta de uma metodologia amadurecida, o realinhamento de processos, vem se desenvolvendo na maior parte das vezes de forma intuitiva, colocando em risco o sucesso dos trabalhos.

É nesse contexto, que o presente trabalho de mestrado se insere. Espera-se poder apresentar um método de trabalho que permita aos escritórios de arquitetura e engenharia civil adaptarem seus processos de projetos com utilização do *Lean Design*.

1.4 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

1.4.1 Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo propor um método de implantação do *Lean Design* em escritórios de projeto de arquitetura e engenharia. Este tem como foco a melhoria da produtividade do trabalho do projetista, reduzindo retrabalhos, o que pode contribuir indiretamente com a qualidade do produto que é o objeto construído, com a sua arquitetura e os seus sistemas complementares (projetos estruturais, elétricos, hidráulicos, incêndio etc.).

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Comprovar a eficácia do método proposto quanto a ações que permitam uma melhor consolidação das mudanças a serem propostas nos processos de projetos, pelas práticas de *Lean Design*, no escritório de projeto; e
- b) Comprovar a eficácia do método proposto quanto a criação de ciclos de melhoria contínua, em relação aos processos de projetos, visando a otimização do tempo de trabalho e redução de desperdícios de atividades que podem resultar em baixa produtividade e menor atenção ao ato projetual.

1.5 DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

O foco deste trabalho é o processo de projeto de arquitetura e urbanismo e as disciplinas complementares a este. O limite da investigação é o fluxo dos processos de projeto de arquitetura e de disciplinas complementares.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para o desenvolvimento do trabalho, o mesmo se estrutura em seis capítulos. O capítulo 1, este capítulo de introdução, está relacionado à contextualização do escopo do trabalho, definição do problema, justificativa do trabalho e os objetivos a serem alcançados. O capítulo 2, de Revisão da Literatura, contém a revisão bibliográfica, com foco nas definições de processos de projeto, documentação de processos, *Lean* e especificamente *Lean Design*, com estudos sobre suas ferramentas, BIM (devido a sua forte influência na necessidade de repensar os processos), engenharia simultânea e integração entre o BIM e o *LEAN*. O capítulo 3 traz a metodologia da pesquisa com a apresentação da abordagem metodológica. O capítulo 4 apresenta o artefato, ou o método proposto para a implementação do *Lean Design*. O capítulo 5 aplica e faz uma avaliação do Artefato em três escritórios de projeto, 2 (dois) na cidade de São Paulo - SP e um em Recife-PE. O capítulo 6, apresenta as considerações finais e direcionamentos para futuros estudos, como continuidade da pesquisa realizada.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão apresentados os principais tópicos investigados por essa pesquisa, e que foram fundamentais para a formulação da proposta apresentada neste trabalho de dissertação. Para auxiliar nos propósitos desta pesquisa a revisão da literatura, está estruturada no entendimento histórico da importância de se investigar os processos de projetos, portanto, se inicia esse capítulo com uma breve abordagem sobre o tema dos processos de trabalho. Em seguida são apresentados os conceitos de *Lean* e as mudanças propostas nos processos de projeto por meio dessa “filosofia de trabalho”.

A seguir, são apresentados o *Lean Design* e as principais ferramentas *Lean* incorporadas ao processo de projeto. A parte seguinte da revisão da literatura abordará o projeto simultâneo e como essa área se relaciona com o *Lean Design*. Para fechar o capítulo serão discutidos como os impactos do *Lean Design* associado a uma prática de projeto simultâneo, como suporte e suportado pelo uso do BIM, forçam um repensar nos processos tradicionais de projeto, contribuindo assim para a construção de um arcabouço teórico que irá embasar o desenvolvimento dessa pesquisa.

Para o pesquisador, a inclusão do BIM na pesquisa, embora não esteja diretamente relacionado ao tema chave, *Lean Design*, contribui para uma reflexão da necessidade da importância do repensar dos processos de trabalho nas organizações, no sentido de se alcançar todos os objetivos propostos pelo BIM. Assim, este repensar dos processos, quando utilizando o *Lean Design* pode melhorar ainda mais a probabilidade de sucesso da implantação do BIM nos escritórios de arquitetura e engenharia, como enfatizou o Rafael Sacks *et al.* (2017) em seu livro *Build Lean, Build Bim*.

A revisão da literatura utilizou os termos *Lean Design*, processo de projetos, gestão de processos, métodos ágeis e engenharia simultânea, como palavras chaves. O levantamento de publicações utilizou os sistemas de buscas nas bases de dados Scopus, Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) (Biblioteca Científica Eletrônica Online), Microsoft Academic Search. Publicações analisadas também serviram de fonte para outras pesquisas direcionadas a publicações específicas, com inclusão de referências a livros e revistas. As pesquisas realizadas não ficaram restritas a publicações na língua portuguesa, o que aumentou a

quantidade de trabalhos analisados, porém possibilitou um entendimento do estado da arte sobre o tema de forma mais abrangente.

Trabalhos selecionados e que serviram de base para a revisão da literatura e que serão apresentados neste capítulo encontram referenciados a seguir.

2.1 PROCESSOS DE PROJETOS EM ARQUITETURA

Processos podem ser vistos sob diferentes enfoques. Segundo Gonçalves (2000, p. 7) um “processo é qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma um input, adiciona valor a ele e fornece um output a um cliente”. Já Lourega *et al.* (2018, p. 3) os define como “atividades ou uma atividade que toma um “input” (modelo de transformação) e, após um processo de transformação, adiciona valor a ele e fornece um “output” (produto) a um consumidor ou cliente”.

Independentemente de qualquer definição, Gonçalves (2000) enfatiza que a identificação dos passos importantes na execução dos trabalhos da organização, contribuem para a geração de melhores resultados, classificando os processos em três categorias:

- a) Processos de negócio: relacionados a atuação da empresa, sendo suportados por outros processos internos, resultando no produto/serviço a ser recebido pelo cliente contratante dos serviços. Categoria na qual se encaixa o *Lean Design*;
- b) Processos organizacionais: viabilizam o funcionamento interno da organização e dão suporte aos processos de negócio; e
- c) Processos gerenciais: direcionados aos trabalhos dos gerentes da organização e incluem ações de medição e ajuste do desempenho da organização.

Para entender melhor o processo de projeto na área da construção civil, cabe citar Dantas Filho (2016, p. 20) que diz que o processo de projeto envolve:

Um conjunto de ações necessárias à formulação do elenco de documentos que registrará a concepção física do empreendimento, sendo resultante dos requisitos de clientes e usuários (DANTAS FILHO, 2016, p. 20).

Nas áreas ligadas ao projeto do edifício os estudos sobre métodos de projeto passaram a acontecer de forma mais estruturada a partir dos anos 1960, com o advento do Movimento dos Métodos.

2.2 O MOVIMENTO DOS MÉTODOS

O surgimento do movimento dos métodos se iniciou pela realização de uma conferência no início dos anos 1960, “Conferência em Métodos Sistemáticos e Intuitivos na Engenharia, Desenho Industrial, Arquitetura e Comunicações”. Ligados a métodos de desenvolvimento de projetos a serem aplicados não só à arquitetura, mas também às engenharias e desenho industrial, essas conferências tiveram grande importância ao trazer para a discussão internacional os processos de projetos, como relata Oliveira e Pinto (2009, p. 2):

Essa ideia é formalmente lançada e materializada após a realização de um seminário Fundamental (e fundador) para o nascente movimento: a Conferência em Métodos Sistemáticos e Intuitivos na Engenharia, Desenho Industrial, Arquitetura e Comunicações (The Conference on Systematic and Intuitive Methods in Engineering, Industrial Design, Architecture and Communications), realizada em Londres em 1962 e organizada por um engenheiro que logo torna-se um dos seus líderes, Joseph Christopher Jones. Vários trabalhos atestam a importância desse momento na história da pesquisa em métodos de projeto, por reunir mentes que foram de grande importância para o desenvolvimento das pesquisas – além de realmente lançar o que, até então, era mais um sentimento comum entre várias pessoas: a necessidade de compreensão de processos de projeto e do desenvolvimento e formalização de métodos claros para os mesmos. Sobre essa primeira conferência, o próprio Jones comenta que “foi a primeira conferência desse tipo e permitiu a todos que tinham algum interesse em ‘métodos sistemáticos e intuitivos’ em projeto que conhecessem a existência de cada um (OLIVEIRA; PINTO, 2009, p. 2).

Publicações de livros e revistas e a criação de entidades internacionais, posteriores às conferências, ficaram como referências até hoje, como a “*Internacional society for design Science*” ou a “*Research Society Design*”, que discutem as metodologias de projeto. Além disso, nomes importantes na área são evidenciados nessa época como, por exemplo, Christopher Jones e Nigel Cross, que publicaram obras que marcaram a pesquisa nessa área.

Historicamente reconhece-se o movimento dos métodos como o início da criação de uma consciência generalizada da importância de melhor compreender os

processos de projeto, através da análise e avaliação de seus métodos (OLIVEIRA; PINTO, 2009).

2.3 FASES DO CICLO DE VIDA DOS PROCESSOS DE PROJETO EM ARQUITETURA

Nas décadas de 1950 e 1960, Morris Asimov, engenheiro industrial, descreveu em seu livro "*Introduction to Design*", publicado em 1962, o projeto como um processo de trabalho, consistido de etapas bem definidas e com objetivos claros, como; reunir, tratar e organizar informações relevantes para a situação problema (OLIVEIRA et al., 2017).

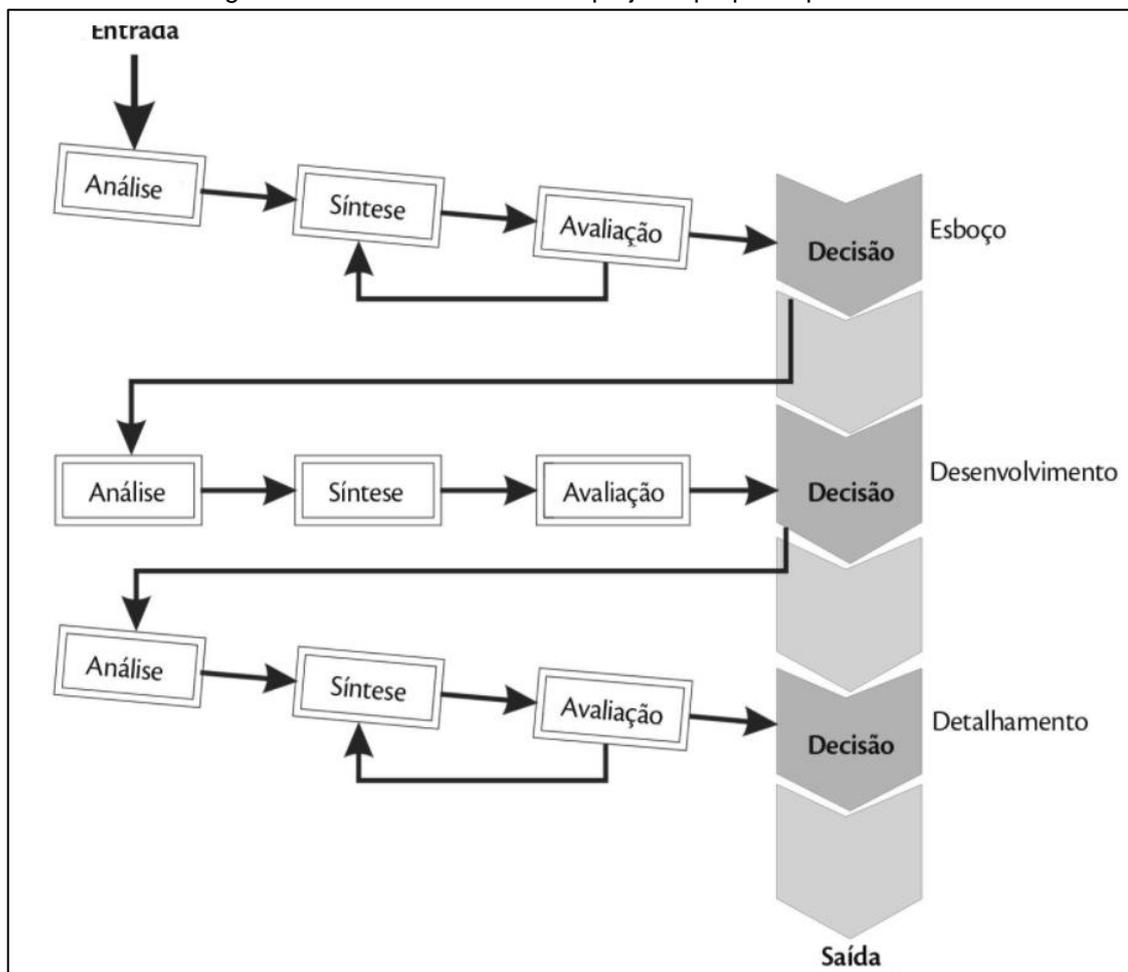
O método proposto por Asimov é constituído de uma sequência de fases de atividades, denominado de morfologia do projeto, com uma sequência temporal de passos, iniciando com as considerações mais abstratas até chegar nas mais concretas. Constituindo-se nos seguintes estágios: estudo de viabilidade, projeto preliminar, detalhamento do projeto, planejamento do projeto de produção, planejamento da distribuição, planejamento para o consumo e planejamento para a retirada de circulação. Todos estes estágios, têm um relacionamento mais sistêmico com as fases a um processo mais geral, denominado de processo de projeto, que funciona como um ciclo, com os seguintes estágios: Análise, síntese, avaliação e decisão, otimização, revisão e implementação (NEVES, 2017).

Vários métodos e estruturas de processos de projetos foram criados e propostos a partir de Morris, porém não necessariamente se relacionando a ele. Jones (1971) abordou uma metodologia, criando uma classificação sob três pontos de vista: o da criatividade, o da racionalidade e o do controle de projeto. Page (1963), na conferência sobre Métodos de projeto em 1962, ressaltou o perigo em acreditar que o processo de projetos consiste numa sequência contínua de fases constituída de análise, síntese e avaliação, isso porque a maioria dos casos práticos de projeto não é sequencial (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2019). Em 1963, Page resalta que há uma diferença essencial entre processo de projeto e sequencia de decisões, e no simpósio sobre Metodologia do Projeto Arquitetônico (1967), foi estabelecido um acordo, definindo-se processo de projeto como uma sequência íntegra de acontecimentos e sequência de decisões, como um intervalo individual do processo de projeto, seja para

captação da informação, a análise, a síntese etc. (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2019).

Markus (1971), apresenta um modelo de método de projetos completo, composto por um processo de projeto, com crescimento no nível de detalhamento e que passe por sequência de decisões, cada uma composta pelas fases de análise, síntese, avaliação e decisão (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2019) como visto na Figura 2.

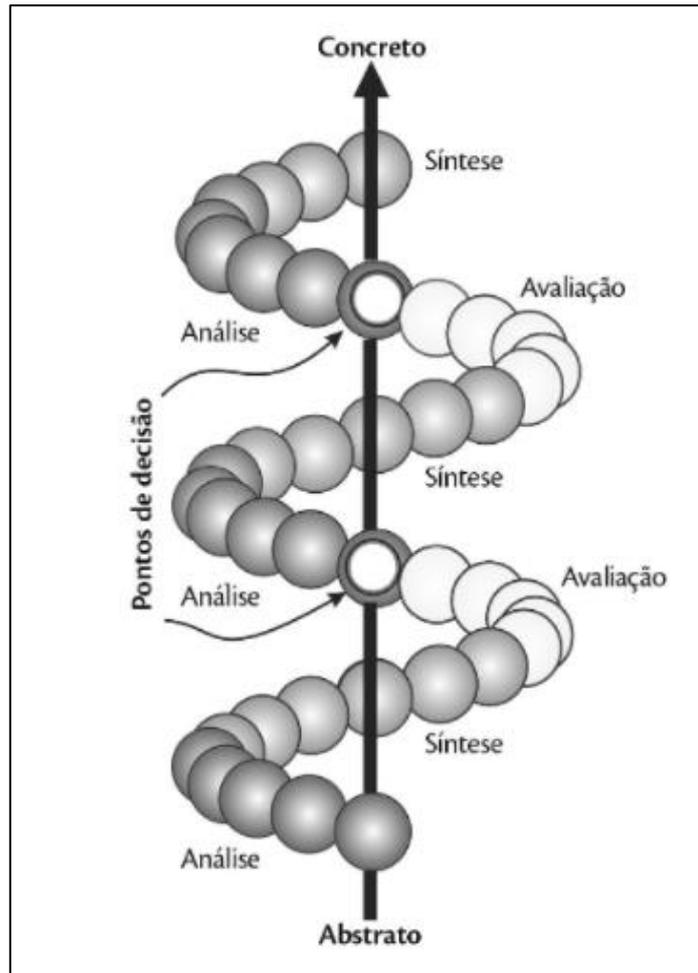
Figura 2 - Modelo de método de projetos proposto por Markus



Fonte: Markus (1971) adaptado de Lawson (2005 apud ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2019, p. 87).

Andrade, Ruschel e Moreira (2019) enfatizam que uma característica cíclica do processo de projeto é que se refere ao fato de algumas decisões poderem direcionar para mudanças das decisões iniciais ou de fases iniciais (Figura 3).

Figura 3 - Modelo de método de projetos proposto por Broabent



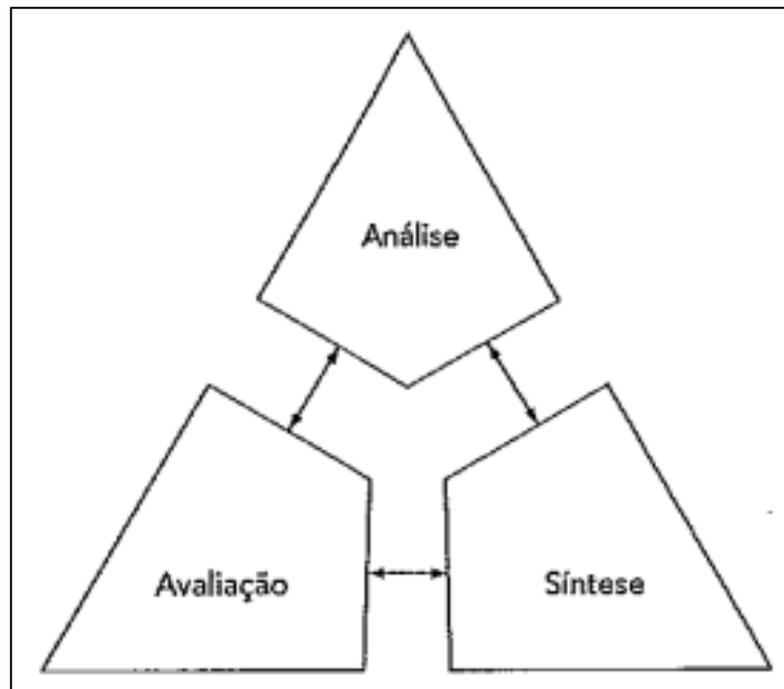
Fonte: Broabend (1963 apud ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2019, p. 87).

Em 2005 Lawson, segundo Andrade, Ruschel e Moreira (2019, p. 87):

[...] Mostra que a decisão de começar por um esboço geral ou por um detalhe não é apenas do projetista, mais algo que pode variar de acordo com o perfil e porte do projeto [...]. Uma forma mais simplificada de representar o processo de projeto é a partir de uma sequência de decisões composta pela Análise, Síntese e Avaliação. Essa sequência deve ser compreendida como parte de um processo de projeto que seja flexível, articulado e com ciclos iterativos, posto de forma conjunta (LAWSON, 2005 apud ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2019, p. 87).

Conforme visto na Figura 4.

Figura 4 - Mapeamento proposto por Lawson (2005) para representar o ciclo de uma sequência de decisões de projeto



Fonte: Lawson (2005 apud ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2019, p. 87).

Andrade *et al.* (2019, p. 87) destacam que para Lawson (2005);

O que pode ser um ponto de partida em um projeto pode ser matéria de finalização em outro. Uma forma mais simplificada de representar o processo de projeto é a partir da sequência de decisões compostas pela análise, síntese e avaliação. Essa sequência deve ser compreendida como parte de um processo de projeto que seja flexível, articulado e com ciclos iterativos, posto de forma conjunta (LAWSON, 2005 apud ANDRADE *et al.*, 2019, p. 87).

O que se vê com frequência na literatura de metodologia de projeto, é que embora os processos possam variar muito, a maioria dos autores considera a sequência de Análise, Síntese e Avaliação, como essencial em qualquer processo de projeto. A análise constitui a fase de identificação dos principais elementos que compõem o problema do projeto. A síntese está associada à fase criativa dos estágios de decisão. A fase de avaliação visa garantir que uma solução proposta seja a mais aceitável (ANDRADE; RUSCHEL; MOREIRA, 2019).

O entendimento das fases que constituem o processo de projeto, evoluiu ou sofreu incorporações no seu entendimento ao longo das últimas décadas. Essas mudanças provocam reflexos na operacionalização dos processos de arquitetura nos

escritórios de projetos, reforçando assim a importância de ajustes, que pode ser melhorado sob o foco do *Lean*, como apresentado por Dantas Filho (2017) e que é também objeto deste trabalho.

2.4 A EVOLUÇÃO DOS PROJETOS DIGITAIS NOS PROCESSOS DE PROJETOS

A introdução do digital no processo de projeto, fato que afeta os processos de projetos e que, por consequência, não pode ser renegado quando se procura entender e melhorar esses processos em arquitetura, remete à década de 1960, quando da tentativa de usar algoritmos e matrizes matemáticas para racionalizar o projeto. Desde então, a informática vem influenciando a prática profissional dos projetistas e em especial o papel do arquiteto e suas funções nos processos de projeto (BATISTA, 2010 apud SILVA, 2018).

Em 1963, Ivan Sutherland, introduziu conceitos (como interatividade, projeto modular, modelo de objeto orientado) que influenciaram a arquitetura em geral e que ainda hoje são pertinentes. Já em 1977, o livro *Computer Aided Architectural Design* (CAAD), escrito por Mitchell, descreve o desenvolvimento do campo neste período e insere os princípios do CAAD, demonstrando a grande significância do termo (BATISTA, 2010 apud SILVA, 2018).

Nesse aspecto Penttilä (2006) descreve a evolução do processo de substituição da prancheta e adoção do computador como ferramenta da prática profissional, promovendo mudanças nos processos de projeto. Ressaltando que essas mudanças não ocorreram abruptamente, mas constitui-se de três fases, cada uma provocando necessariamente mudanças nos processos de trabalho dos arquitetos (BATISTA, 2010 apud SILVA, 2018):

- a) 1980-85 - Era que representa os últimos dias do projeto feito à mão, inicia-se a adoção do sistema CAD;
- b) 1993-98 - Os profissionais consolidam a substituição da prancheta pelo uso dos programas de CAD, que se tornam uma realidade irrefutável e irreversível impulsionada, principalmente, pela popularização dos computadores e impressoras. Além de contar com a facilidade provocada pela semelhança conceitual; e

- c) 2000-05 - O desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), inclusive da internet, geraram novas possibilidades que influenciaram toda a sociedade.

Batista (2010, p. 41), destaca que

A ampliação e enriquecimento das TICs foram responsáveis pelo remodelamento da sociedade contemporânea, representando um capítulo à parte neste processo, uma vez que revolucionou tanto a prática quanto o processo do projeto (BATISTA, 2010, p. 41).

O advento da computação propiciou a troca de enormes volumes de dados além de disponibilizar toda uma gama de informações à disposição dos profissionais para serem usadas na elaboração do projeto. Outra vertente viabilizada pela computação é a possibilidade de experimentação seja no uso de formas inusitadas ou estilos inovadores de projetar, podendo assim contribuir para um melhor pensar da incorporação da edificação no seu contexto urbano (BATISTA, 2010).

Batista (2010, p. 43), enfatiza que:

[...] as TICs desempenham um papel fundamental na sociedade atual e se irradiam por todos os campos. Na arquitetura, novas formas de projetar foram potencializadas. A criação do espaço virtual implementou a quebra de paradigma do tempo e espaço tradicional. Algo que gera novas oportunidades na arquitetura: não apenas na necessidade de projetarmos ou tirarmos partido deste ciberespaço, como também na medida em que essas novas ferramentas afetam o cotidiano das pessoas e, conseqüentemente, as premissas de projeto (BATISTA, 2010, p. 43).

O relacionamento apresentado por Succar (2010) entre Tecnologia, Processos e Cultura organizacional, quando da implantação do BIM em uma organização, enfatiza a necessidade de se analisar a influência da TIC na remodelagem dos processos de projetos, foco de atuação do artefato apresentado por este trabalho.

2.5 PRINCIPAIS FORMAS DE MAPEAMENTO DE PROCESSOS

A literatura (DOS SANTOS 2015; FREITAS 2015; DALPIAZ; FRANCH; HORKOFF, 2016; ROTHER; SHOOK, 2012; OWEN; RAJ, 2003; DIJKMAN et al., 2015, entre outros) apresenta uma vasta coleção de técnicas de mapeamento de processos com diferentes enfoques, aqui não se restringindo somente ao mapeamento dos processos de projetos. A correta interpretação destas técnicas é fator fundamental no processo de mapeamento de processos, pois não necessariamente uma determinada técnica utilizada em uma área de negócio, pode ser aplicada com a mesma eficiência em outra área. Dentre as diversas técnicas de mapeamento pode-se citar:

- a) **SIPOC**: Técnica utilizada por uma equipe de trabalho para identificar todos os elementos pertinentes de um projeto, no sentido de realizar uma análise de melhoria do processo. O termo SIPOC corresponde a junção de iniciais (em inglês) de cada aspecto analisado pela ferramenta (*Supplier, Input, Process, Outputs e Customer*). Com a análise desses fatores, é possível entender melhor o trabalho executado e atuar em pontos específicos do processo, promovendo melhoria contínua (FREITAS, 2015); e
- b) **Blueprinting**: representa um fluxograma de todas as transações integrantes do processo de prestação de serviço. Segundo Higa (2015, p. 36) *Service blueprinting* é uma técnica inicialmente aplicada para controle de processos para identificar pontos de falhas em serviços de maneira centrada no consumidor, visualizando seu processo à luz de uma estrutura organizacional, distinguindo o contexto visível e invisível [da ferramenta] ao indivíduo;
- c) **Fluxograma**: técnica que permite o registro de ações de algum tipo e pontos de tomada de decisão que ocorrem no fluxo real;
- d) **Diagrama homem-máquina**: tem por objetivo o estudo da inter-relação entre o trabalho do homem e o da máquina, identificando os tempos ociosos de ambos e balanceando a atividade do posto de trabalho;
- e) **iStar**: A linguagem iStar de modelagem de processos, foi apresentada em meados dos anos 1990. É uma linguagem de modelagem e framework de

raciocínio, tendo sido rapidamente aceita pela comunidade acadêmica e, pela sua natureza aberta, várias extensões foram propostas. Essas extensões provêm um refinamento do modelo (DALPIAZ; FRANCH; HORKOFF, 2016);

- f) **BPMN:** A notação BPMN surgiu a partir do esforço coletivo entre várias empresas de ferramentas de modelagem. Hoje, a notação é mantida pelo *Object Management Group* (OMG), uma entidade internacional sem fins lucrativos que regulamenta padrões tecnológicos. BPMN estabelece um padrão para representar os processos graficamente, por meio de diagramas. Esse padrão possui um conjunto de símbolos e regras que permite modelar diferentes fluxos de processos, com vários níveis de detalhamento; e
- g) **Mapeamento do Fluxo de Valor:** O mapeamento de fluxo de valor (MFV) é um método de fluxograma para ilustrar, analisar e melhorar os passos necessários para entregar um produto ou serviço, fundamentado na metodologia enxuta, o VSM analisa o fluxo das etapas e informações do processo desde a origem até a entrega ao cliente (ROTHER; SHOOK, 2012).

Na revisão da literatura realizada, foi verificado uma maior utilização dos métodos BPMN e Mapeamento do Fluxo de Valor, quando considerado o ambiente de escritórios de arquitetura e engenharia. Considerando-se que BPMN, tem destaque no trabalho de Dantas Filho (2016) e o mapeamento do fluxo de valor tem destaque também no de Dantas Filho (2016) e no trabalho de Freire e Alarcón (2002), são detalhados estes dois métodos nesta revisão. O BPMN (ver item abaixo) e o Mapeamento do Fluxo de valor (ver item 2.6.2.1), serão a base do entendimento dos processos de projetos no método proposto por essa pesquisa de mestrado. Estes são apresentados e discutidos a seguir.

2.5.1 O BPMN

Um dos padrões de documentação de processo mais utilizados para a modelagem dos processos de negócio é o *Business Process Modeling Notation* (BPMN). Desenvolvido inicialmente pela BPMI (*Business Process Management Initiative*), tendo sido a versão BPMN 1.0 lançada para o público em maio de 2004. A versão atual do BPMN é a 2.0.

O objetivo principal do BPMN, como coloca Franco (2014, p. 14) é de;

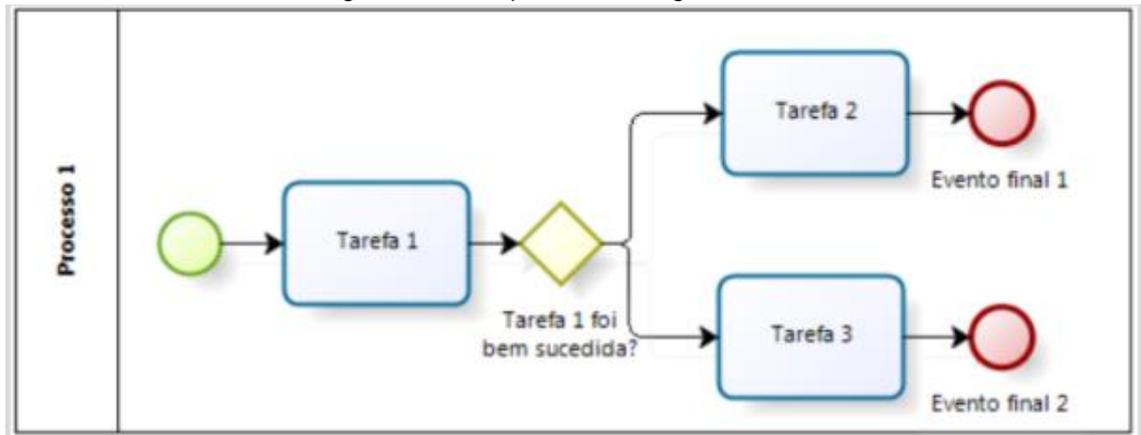
[...] prover uma notação rapidamente compreensível por todos os usuários do negócio, desde os analistas de negócio que criam os rascunhos do processo, até mesmo os desenvolvedores que vão ser responsáveis por programar a tecnologia que vai executar o processo. Além disso, tem como objetivo a criação de um modelo que permita que softwares sejam gerados sem a necessidade de desenvolvimento de códigos, o BPMN seria uma ponte entre a concepção de processos de negócio e o processo de execução FRANCO, 2014, p. 14).

O diagrama de processo de negócio modelado no BPMN possui um conjunto de elementos gráficos, que pertencem a quatro categorias básicas: Objetos de Fluxo (*Flow Objects*), Objetos de Conexão (*Connecting objects*), Raias (*Swimlanes*) e Artefatos (*Artifacts*), (FRANCO, 2014), onde:

- a) Objetos de fluxo: representados por Eventos (Início, Término de processos), Atividades (podendo representar uma atividade subdividida em subatividades), Pontos de Decisão (representando decisões a serem tomadas);
- b) Objetos de conexão: representados por setas contínuas (representam um fluxo de sequência), setas tracejadas (representando um fluxo de informações);
- c) Raias: representa uma organização visual das responsabilidades e capacidades funcionais de um processo de negócio, possui dois elementos principais: Piscinas (podendo representar um departamento ou área de trabalho) e Raias (podendo representar as pessoas ou funções envolvidas);
e
- d) Artefatos: representando itens como banco de dados, grupos ou anotações.

A aplicação do Diagrama de raias (*Swimlane*) possibilita através de caixas, representar todos os processos existentes dentro de um macroprocesso, e por meio de diamantes (pontos de decisão) descrever decisões presentes dentro do fluxo, enquanto setas são utilizadas para mostrar como funciona o fluxo de informações/trabalho (DANTAS FILHO, 2016). Na Figura 5 abaixo, está presente apenas uma raia, com os processos e decisões a serem executadas, porém outras raias poderiam ser criadas.

Figura 5 - Exemplo de um diagrama de raia



Fonte: Adaptado de Franco (2014, p. 36).

2.6 O LEAN NA GESTÃO DE PROJETOS DE ARQUITETURA

Diante de todas as mudanças que os processos de projetos sofreram e ainda sofrem, faz-se necessário uma abordagem de mapeamento e remodelagem de processos de trabalho, que vise uma maior produtividade de todo o processo de elaboração de projetos e não somente de algumas etapas desse processo, acompanhado também de uma maior qualidade e redução de custos, no sentido de os escritórios de arquitetura continuarem a ser competitivos. Um caminho a ser seguido, apresentado por Freire e Alarcón (2002), Dantas Filho (2016), Mota *et al.* (2019), entre outros pesquisadores, é a análise de seus processos de trabalho sob o olhar do *Lean*.

2.6.1 Conceitos e definições do Lean

As origens do conceito *Lean*, emergem dos estudos da indústria automobilística japonesa, especificamente do grupo industrial Toyota, cujo estudo foi essencial para a indústria automobilística americana que utilizava um sistema de produção em massa (WOMACK; JONES, 1996). Machado e Heineck (2001, p. 3) enfatizam que

Womack documentou as enormes vantagens competitivas que empresas líderes, como a fabricante de automóveis Toyota, possuíam em relação às empresas ocidentais tipicamente organizadas no velho paradigma da produção em massa (MACHADO; HEINECK, 2001, p. 3).

O *Lean* consolida-se como um conjunto de práticas que guiam empresas, para operarem com um conjunto de processos produtivos considerados enxutos, e que tais processos deveriam ser entendidos, como aqueles que provocavam um volume reduzido de perdas, relacionadas às suas execuções, sejam perdas relativas ao gerenciamento de informações ou transformações físicas, além de tais processos terem um baixo volume de atividades que não contribuem diretamente para a geração de valor no produto final, do ponto de vista do cliente (WOMACK; JONES, 1996).

Nesse sentido, os processos devem atender a cinco princípios, necessários para orientação e configuração de um sistema enxuto de produção (WOMACK; JONES, 1996):

- a) A real definição do significado de valor de um produto, na perspectiva do cliente final, em termos das especificações que este deveria ter, considerando aspectos relacionados às suas capacidades, ao seu preço e ao tempo de produção;
- b) A identificação da cadeia de valor para cada produto ou família de produtos e a eliminação das perdas existentes, sejam devidas às perdas materiais ou de horas de trabalho;
- c) A geração de um fluxo de valor com base na cadeia de valor obtida;
- d) A configuração do sistema produtivo de forma que o acionamento da cadeia de valor seja iniciado a partir do pedido do cliente ou; em outras palavras, a utilização de uma programação puxada; e
- e) A busca incessante da melhoria da cadeia de valor com execução de um processo contínuo de redução de perdas.

Visando tornar operacionais para a Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) as diretrizes genéricas propostas por Womack e Jones (1996) para a construção enxuta, diversos autores apresentaram propostas para a viabilização da produção enxuta em termos de princípios, ou áreas de produção mais específicas.

Koskela (1992), foca o *Lean* dentro da AEC, nomeando-a como *Lean Construction* (Construção Enxuta, LC) e apresenta um conjunto de princípios operacionais, focando a necessidade de balanceamento entre conversões e fluxos na

AEC. Para este autor, obtém-se a construção enxuta quando são praticados os seguintes princípios:

- a) A redução da participação de atividades que não agregam valor ao produto;
- b) O aumento do valor presente nos produtos acabados através da consideração dos requisitos dos clientes finais;
- c) A redução de variabilidade no processo produtivo;
- d) A redução dos tempos de ciclo;
- e) A simplificação do processo com a minimização de etapas, componentes e ligações entre atividades;
- f) O aumento na flexibilidade das saídas do processo;
- g) O aumento na transparência do processo;
- h) O controle focado no processo como um todo, e não em subprocessos isoladamente, como sustenta o modelo de conversões;
- i) A geração de melhoria contínua no processo;
- j) O balanceamento entre melhorias nos fluxos e nas conversões; e
- k) A aplicação de práticas de benchmarking.

Focando a aplicação desses conceitos, especificamente na elaboração de projetos, Cusumano (1994, p. 28, tradução nossa) propõe os seguintes princípios:

- a) A substituição rápida de modelos;
- b) A expansão constante da linha de modelos;
- c) A sobreposição e compressão das etapas de desenvolvimento de projetos;
- d) O aumento da participação dos fornecedores no processo de desenvolvimento do projeto;
- e) A utilização de gerentes de projeto para a coordenação do desenvolvimento dos projetos;
- f) A manutenção e continuidade dos gerentes de projetos e dos times de projetos;
- g) O estabelecimento de bons mecanismos de comunicação;
- h) A utilização de engenheiros e equipes de projetos polivalentes (abordagem multidisciplinar);

- i) Habilidade para utilizar ferramentas de projeto baseada no computador (CAD); e
- j) Melhoria contínua do produto.

Esses conceitos foram amplamente trabalhados por Sacks *et al.* (2017), também com a introdução do BIM nos processos de trabalho. Em sintonia com os princípios de Koskela, cinco princípios fundamentais do *Lean Construction* (LC) foram declarados por Aziz e Hafez (2013):

- a) Especificar valor: isso é entender claramente os requisitos do cliente e garantir que as especificações estejam bem ilustradas. Como o cliente define as necessidades, quando esse for atendida, o valor será entregue ao cliente;
- b) Fluxo de valor: envolve diferentes tarefas, que vão de decomposição do material até o nível mais baixo. Ao fazer isso, o detalhe do processo é visto e, portanto, o valor de cada pequeno detalhe é determinado. Isso é essencial, pois todas as tarefas que não agregam valor podem ser removidas, pois não contribuem para o fluxo de valor;
- c) Fluxo: Isso envolve a movimentação de recursos materiais e humanos. Estes recursos são movidos de maneira que estejam disponíveis quando e onde for necessário. Isto é, disponibilidade de equipes diferentes nos horários ideais e funcionamento do suprimento de materiais na hora necessária;
- d) Programação Puxada: que torna desnecessária a criação de buffers e inventário no sistema, pois os materiais são disponibilizados apenas no momento da necessidade de sua utilização nos processos e na quantidade e especificação necessárias. Quando há necessidade de recurso específico no sistema, um sinal é enviado ao fornecedor para entregar o recurso necessário; e
- e) Perfeição: melhorias contínuas para manter o sistema melhorando. O objetivo é sempre a busca pela perfeição, levando ao sistema de produção a conseguir e mantendo resultados que até então eram anteriormente considerados impossíveis.

O combate ao desperdício é considerado como um dos pontos principais dentro da conceptualização *Lean*. A sua redução (desperdícios) é uma das metas primárias

da cultura *Lean*. Esta filosofia defende que o desperdício da produção advém das atividades que não fornecem valor ao produto (BALLARD; HOWEL, 2003).

Ohno (1988 apud GUIMARÃES et al., 2015), aponta sete tipos de desperdício, denominado por ele como *Muda*, e sugere que estes desperdícios são responsáveis por até 95% do total de custos não considerados inicialmente nos projetos e trabalhos realizados em ambientes que não trabalham com os princípios *Lean*. Esses desperdícios classificando-os em:

- a) Sobreprodução: significa produzir mais do que aquilo que o cliente pede, ou demasiadamente cedo. Esta prática teve origem nos princípios fordistas com a operacionalização da produção empurrada. Para o *Lean* a produção deve ser puxada, produzindo somente o quanto e quando o cliente encomenda;
- b) Espera: inclui espera por material, por informação, por equipamento, por mão-de-obra, por ferramentas etc. O *Lean* divulga que todos os recursos devem ser fornecidos no tempo necessário para a execução dos serviços, nem muito cedo nem muito tarde. Modelo *just-in-time* de produção;
- c) Transporte e movimento excessivo: o material deve ser entregue no ponto de utilização. A filosofia *Lean* defende que o material deve ser enviado diretamente para o local onde será utilizado para processamento;
- d) Processamento que não acrescenta valor: geração de produtos ou informações que não serão utilizados nos processos seguintes ou a presença de retrabalhos, normalmente devido ao fato do produto ou serviço não ter sido executado corretamente da primeira vez;
- e) Excesso de inventário: está relacionado com a sobreprodução, normalmente provocando a existências de estoques intermediários de produtos ou serviços semiacabados; e
- f) Defeitos: defeitos na produção ou em serviços provocam desperdício de quatro formas: os materiais são consumidos; a mão-de-obra utilizada não é recuperável; é necessário mão-de-obra para repetir/ corrigir o trabalho; é necessário utilizar novos recursos, para responder a qualquer queixa futura do cliente.

Koskela (2004), adiciona um outro tipo de desperdício denominado “*Making-Do*” à relação de Ohno, que diz respeito à gestão com falta de meios disponíveis, ou seja, iniciar atividades sem todos os pré-requisitos reunidos. Segundo o autor, a descoberta e entendimento deste tipo de desperdício é particularmente importante quando se pretende manter um rendimento alto ou para evitar atrasos no planejamento.

2.6.2 Ferramentas Lean

Para dar sustentação aos resultados esperados pela aplicação do *Lean* foram desenvolvidos e, em alguns casos, adaptados de outras áreas, como a da qualidade, ferramentas a serem trabalhadas nos processos de trabalho, objetivando-se sobretudo a eliminação dos desperdícios.

Essas ferramentas *Lean* são desenvolvidas e aplicadas com sucesso na indústria da construção em todo o mundo. Tais ferramentas quando aplicadas podem gerar benefícios na medida que melhoram a organização empresarial, o desempenho, e a competitividade (LOPES, 2015).

Um aspecto relevante, é que embora essas ferramentas devam ser conhecidas e trabalhadas no sentido da utilização do *Lean* na melhoria dos processos, o *Lean* não deve ser entendido somente como a aplicação de um conjunto de ferramentas. Fatores importantes para o sucesso do *Lean* nas organizações, estão relacionados à criação de uma conscientização coletiva da importância de todos assumirem a responsabilidade de mudarem seu comportamento na busca pela melhoria contínua e ao estabelecimento de processos de trabalho estáveis (LIKER et al., 2013).

Tapping *et al.* (2010) ressalta que qualquer mudança que venha a ser implementada em uma organização visando o uso do *Lean* com utilização de técnicas e ferramentas *Lean*, deve ser *puxada* pelos seus próprios funcionários, ao invés de serem *empurradas* pelo corpo gestor da organização. Esse autor afirma que “em um sistema em que é o funcionário que puxa as mudanças, as ideias de melhoria e redução de custos surgem ‘naturalmente’ das pessoas que estão mais familiarizadas com os processos” (TAPPING et al., 2010, p. 17).

A literatura apresenta um conjunto de ferramentas que podem ser utilizadas no *Lean* e Dantas Filho (2016) classifica as ferramentas *Lean* em duas categorias: as de diagnósticos e as de melhorias. As ferramentas de diagnósticos estão focadas na

procura e identificação dos desperdícios no ambiente que irá sofrer a intervenção. A ferramenta de melhorias tem como objetivo a implementação de melhorias que podem ser identificadas para a redução dos problemas diagnosticados. O Quadro 1 apresenta as ferramentas e sua classificação.

Quadro 1 - Ferramentas Lean

Ferramentas para diagnóstico do ambiente	Ferramentas para melhoria do ambiente
<p>Vá Ver</p> <p>MFV- Mapa do Fluxo de Valor</p> <p>Análise de desperdícios no MFV</p> <p>Análise de Restrições</p> <p>Diagrama <u>Swim Lane</u></p> <p>Cadeia “fornecedor-entrada-processo-saída-cliente”</p>	<p>MFVF – Mapa de Fluxo de Valor Futuro</p> <p>Teoria das Restrições</p> <p>Gestão de Valor</p> <p>Padronização de Processos</p> <p>Colaboração</p> <p>PDCA</p> <p>Gestão Visual</p> <p>Trabalho Padronizado</p> <p>5S</p>

Fonte: Adaptado de Dantas Filho (2016, p. 46).

Segundo Dantas Filho (2016), a utilização destas, ou parte destas ferramentas *Lean*, proporcionam uma uniformização dos trabalhos (base do *Lean*), e, identificação contínua de melhorias nos processos e fluxos de trabalho. Como objeto do método a ser apresentado para a implementação do *Lean Design* (objeto deste trabalho), serão utilizadas algumas das ferramentas descritas no Quadro 1 anterior, motivo pelo qual realiza-se um detalhamento melhor destas.

2.6.2.1 Mapa de Fluxo de Valor (MFV)

Segundo Rother e Shook (2012), um fluxo de valor é o conjunto de ações necessárias, que agregam valor ou não, para a entrega de um produto ou serviço. E esse fluxo não deve considerar somente uma visão dos processos ou tarefas, como também todo o fluxo das informações, que diz para cada processo o que fabricar e o que fazer em seguida, além dos fluxos de materiais necessários à execução dos processos.

Rother e Shook (2012) detalham como realizar a criação de mapas de fluxo de valor e mostram como esse documento pode ensinar a equipe de colaboradores, além de gestores, engenheiros, planejadores, fornecedores e consumidores a ver o real valor agregado de uma tarefa em um processo, diferenciando valor de desperdícios. Esta ferramenta é referenciada por Freire e Alarcón (2002), como essencial para o *Lean Design*.

A versatilidade do MFV, permite que ele seja aplicado a qualquer fluxo de trabalho e em diversas áreas, sejam: indústrias, comércios, hospitais, escolas, escritórios de arquitetura e engenharia, obras etc. Durante a revisão da literatura, foram encontradas evidências da aplicação de MPF para diversos tipos de organizações, como empresas prestadoras de serviços (ROMAN et al., 2014), indústria de produção de cobre (SANTOS; GOHR; 2011), construção civil (REIS, 2004), informática (OLIVEIRA et al., 2014), indústria calçadista (DE LIMA, et al., 2016) e escritórios de arquitetura e complementares (DANTAS FILHO, 2016).

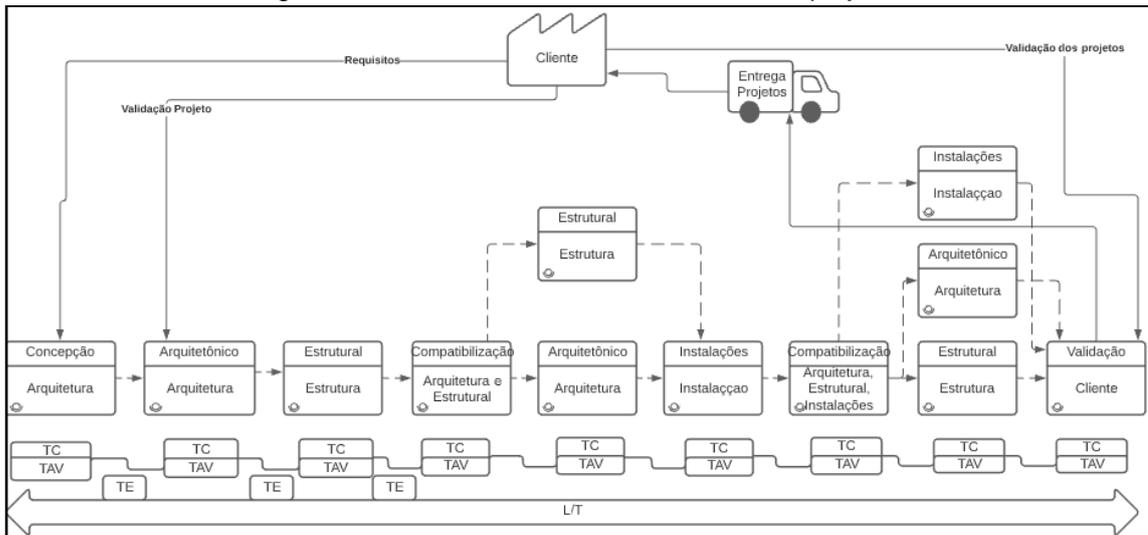
Tapping e Shuker (2010), enfatizam que dentro de uma organização existem diversos fluxos de valores, como os relacionados ao lançamento de um produto, outra relacionado à fabricação do produto, um outro fluxo pode ser o relacionado às vendas do produto que deverá estar relacionado com o fluxo relativo às cobranças das vendas etc.

Um pensamento similar deve ser trabalhado, quando, pensando-se nos fluxos de valores presentes em um escritório de arquitetura e engenharia. Diversos fluxos podem ser trabalhos, como os relacionados a: Elaboração de projetos de arquitetura, elaboração de projetos estruturais, elaboração de projetos elétricos etc. Como também o fluxo relacionado à compatibilização de todos os projetos.

Womack e Jones, no prefácio do livro “Aprendendo a Enxergar” (ROTHER; SHOOK, 2012), alerta que diversos fracassos relacionados à implementação do *Lean*, se deve ao fato de não se ocorrer o levantamento do MFV Atual. O MFV Atual, descreve como está ocorrendo o trabalho dentro da organização e deve ser realizado obrigatoriamente antes da realização de qualquer ação de mudança dos processos.

Como um método de trabalho para a elaboração do MPV atual, Tapping e Shuker (2010), enfatizam que o trabalho de coleta de dados deve começar do ponto mais próximo da entrega do produto ao cliente e a partir desse ponto ir retroagindo pelos diversos processos e um escritório. Uma representação gráfica do modelo de trabalho proposto por Tapping e Shuker (2010), é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Modelo de MFV de um escritório de projetos



Fonte: Adaptado de Dantas Filho (2016).

O trabalho de levantamento do fluxo de valor deverá ser realizado iniciando no último processo que está representado na Figura 6 como sendo o processo de “Validação” e caminhar até o primeiro representado como o processo de “Concepção”.

Neste MFV, os símbolos de setas sólidas representam o fluxo das informações necessárias para a execução dos processos, e os símbolos de setas tracejadas, caixas de informações representam o fluxo de trabalho para a criação dos produtos. As caixas de informações contêm dados de cada processo e são divididas em duas partes, na parte superior se encontra a ação a ser executada e na parte de baixo os responsáveis pela sua execução.

Outros símbolos que podem ser utilizados no MVF estão representados na Figura 7.

Figura 7 - Símbolos utilizados na elaboração do MVF



Fonte: Adaptado de Tapping e Shuker (2010).

Um procedimento para desenhar o MFV é apresentado por Tapping e Shuker (2010), detalhando 8 passos que devem ser seguidos, sendo eles:

- a) Desenhar o cliente Externo (ou interno) e o fornecedor (se o fornecedor for diferente do cliente) e listas as solicitações;
- b) Desenhar inicialmente os processos de entrada (primeiro) e o de saída (último) do fluxo de valor;
- c) Desenhar todos os processos entre o de entrada e o de saída, iniciando pelo mais próximo do de saída;
- d) Listar todos os atributos dos processos;
- e) Encontrar os tempos de espera entre os processos;
- f) Desenhar todas as comunicações que ocorrem dentro do fluxo;
- g) Desenhar os ícones de “puxão” ou “empurrão” para identificar a direção do fluxo de valor; e
- h) Completar o mapa com quaisquer outros dados.

Em relação ao item d, podem existir diversos atributos, porém os que não podem deixar de serem identificados são, segundo Tapping e Shuker (2010) e Rother e Shook (2012):

- a) Tempo de Ciclo (TC) - O tempo com que um produto é realmente produzido no processo. Representado na parte de cima do símbolo de detalhamento dos tempos de execução;
- b) Tempo de ciclo total (TCT) - Tempo efetivo que os recursos gastam para produzir o produto do processo. Representado na parte de baixo do símbolo de detalhamento dos tempos de execução;
- c) Tempo de Espera (TE) - Tempo entre os términos de um processo e o início do outro processo. Representado entre as caixas do detalhamento dos tempos de execução; e
- d) Lead Tile Total (LTT) - O tempo que se leva para ser concluído todo o fluxo de valor. É a soma dos TC + TE.

Tapping e Shuker (2010), enfatizam a necessidade da realização do MFV em duas fases, a primeira retratando a realidade atual do ambiente a ser estudado (MFV Atual) e posteriormente a apresentação do ambiente futuro com as implementações dos ajustes (MFV Futuro)

2.6.2.1.1 *Mapa de fluxo de valor (MFV) atual*

Segundo Tapping e Shuker (2010), a primeira coisa que se deve fazer em um trabalho de implementação do *Lean*, é o entendimento de quem é (são) os clientes do processo e quais são suas reais solicitações. Com base nessas informações você terá condições de satisfazer as suas demandas de clientes internos ou externos à organização.

Womarck e Jones (1996), já enfatizam que antes de se partir para a promoção de mudanças, deve se mapear as suas cadeias de valor, e retratam que vários dos fracassos existentes nos trabalhos de se utilizar/implementar o *Lean*, decorrem justamente das tentativas de se iniciar as mudanças nos processos, antes de se desenhar o seu estado atual, ou o mapa de fluxo de valor atual.

O mapa de fluxo de valor atual, retrata exatamente como ocorre a execução dos trabalhos na área de estudo e que irá sofrer a interferência. Esta deve representar exatamente como estão sendo executados os processos e suas comunicações, não devendo promover nenhuma mudança nesse momento, mesmo que já se descubra alguma descoberta de desperdícios.

2.6.2.1.2 *Mapa de fluxo de valor (MFV) futuro*

Após o mapeamento do fluxo de valor atual e assim obter um bom entendimento dos processos que irão sofrer implementações *Lean*, a próxima etapa é o mapeamento do fluxo de valor futuro, que consiste da análise do fluxo de valor atual para a descobertas de possíveis fontes de desperdícios e implementações de técnicas *Lean* tais como um novo redesenho da área de trabalho visando uma movimentação mínima dos trabalhadores envolvidos, criação de novos canais de comunicação visando agilizar todo o fluxo de informações e eliminar retrabalhos devido à deficiência de dados no momento correto da execução (TAPPING; SHUKER, 2010).

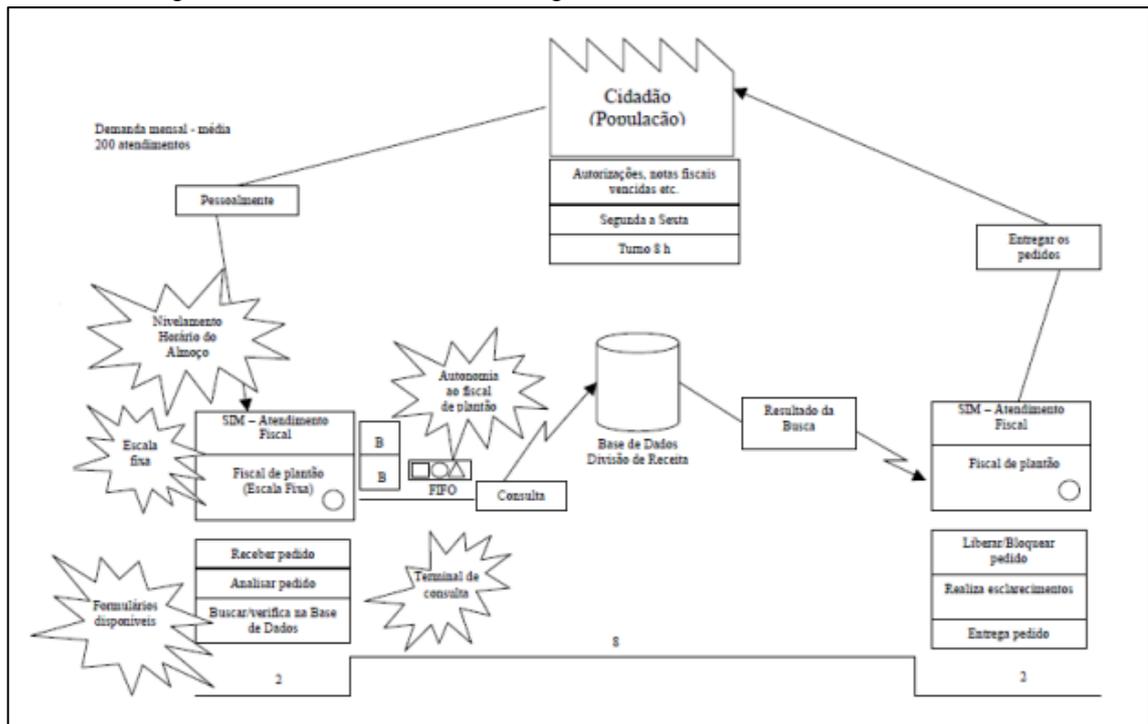
Segundo Tapping e Shuker (2010), o processo para mapeamento do estado futuro acontece em três fases:

- a) Fase de demanda do cliente: Consiste em entender a real demanda do cliente e as características de qualidade e “lead time” necessários;

- b) Fase de fluxo contínuo: Analisar os processos e implementar um fluxo contínuo nos trabalhos, diminuindo os tempos de espera entre as etapas do fluxo; e
- c) Fase de Nivelamento: Analisar os processos para promover um nivelamento dos esforços nas etapas do fluxo, reduzindo os estoques intermediários.

O registro das modificações a serem promovidas no fluxo de valor atual, são registradas com o símbolo de estrelas, representando cada “explosão Kaizen”. A Figura 8, apresenta a proposição de 6 eventos Kaizen, ou modificações a serem realizadas no fluxo, com objetivos de: realizar um nivelamento do horário do almoço; melhoria na escala fixa; registro de formulários disponíveis; disponibilização de um terminal de consulta; e, criação de mecanismos para uma maior autonomia ao fiscal de plantão, conforme Figura 8.

Figura 8 - Modelo de MFV com registro de melhorias a serem realizadas



Fonte: Serra (2015, p. 45).

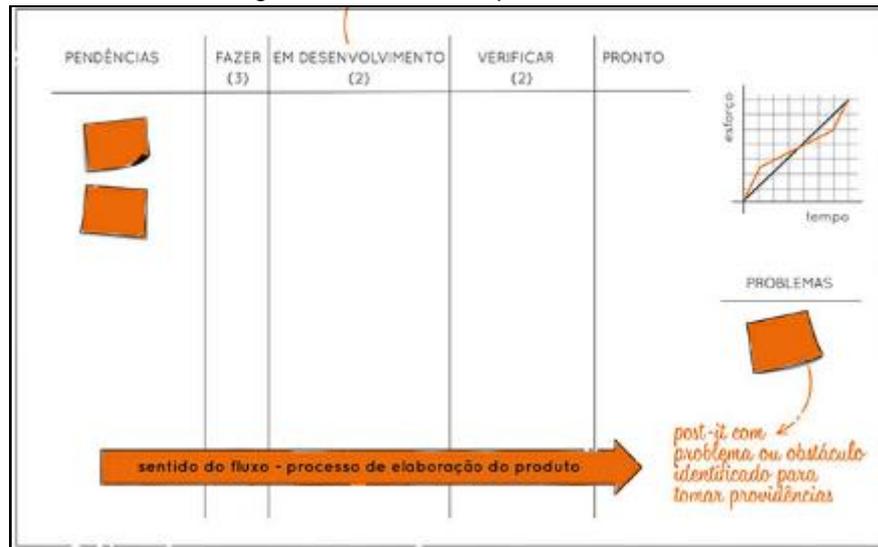
2.6.2.2 Quadro Kanban

Um quadro Kanban, é um sistema de ferramentas visuais (geralmente cartões de sinalização) que sincronizam e fornecem instruções para a equipe sobre atividades que devem ser realizadas (DENNIS, 2008 apud ALBERTIN, 2018).

Segundo Lopes (2015), um quadro Kanban deve retratar o planejamento da execução do trabalho planejado, de forma que se possa visualizar o seu planejamento e acompanhar o andamento da execução dos trabalhos, sendo então o Kanban uma ferramenta de gerenciamento visual do processo e a base em que as atividades em andamento devem ser alinhadas em cada estágio.

Lopes (2015, p. 54) ainda retrata que “a visibilidade é a peça-chave no uso do Kanban, e esse gerenciamento visual se dá mais comumente com a utilização de um quadro branco e post-it”. Como o quadro Kanban pode ser utilizado para diversos tipos de processos, adaptações e modelos personalizados, devem ser trabalhados. Um modelo de quadro Kanban é apresentado na Figura 9.

Figura 9 - Modelo de quadro Kanban



Fonte: Lopes (2015).

2.6.2.3 Last Planner System

O *Lean Construction Institute* (LCI), apresenta o *Last Planner System* (LPS) como um sistema de princípios de planejamento *Lean*, que ajudam a aumentar a confiabilidade da eficácia da execução do planejamento, melhorando significativamente o desempenho do projeto (LCI, 2007).

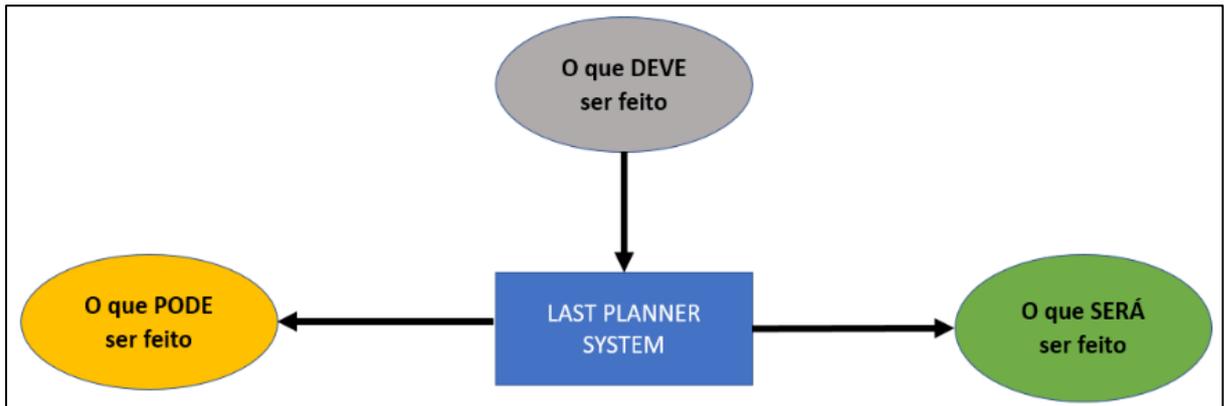
O sistema LPS, envolve ações em muitos níveis diferentes começando com uma visão de um cronograma cobrindo o projeto inteiro, seguido por um cronograma detalhado da fase emergente do planejamento colaborativo (normalmente um espaço temporal de 2 a 3 meses, e por último o desenvolvimento do plano de trabalho semanal e quando da execução desse, a execução da medição do percentual do plano concluído (PPC), que consiste do percentual de tarefas concluídas no planejamento semanal em relação ao total de tarefas presentes nesse.

O aumento do PPC leva ao aumento do desempenho, não apenas da unidade de produção que executa o Plano de Trabalho Semanal, mas também das unidades de produção a jusante, através de um planejamento melhor de seus trabalhos. Implementação do último planejador, portanto resulta em um fluxo mais confiável e maior rendimento do sistema de produção (LCI, 2007).

O LPS prevê um conjunto de procedimentos e ferramentas para a redução da variabilidade e incerteza na construção, onde parte-se do que "DEVE" ser feito (segundo programação), para decidir o que "PODE" ser feito (analisando restrições),

mas levando em consideração que nem tudo o que deve ser feito, pode efetivamente ser realizado, por limitações de recursos e coordenação. Uma vez que são asseguradas que as atividades podem ser iniciadas tendo em conta os pré-requisitos é definido o que “SERÁ” feito. Uma representação do descrito anteriormente pode ser observado na Figura 10 (LCI, 2007).

Figura 10 - Representação dos procedimentos do LPS

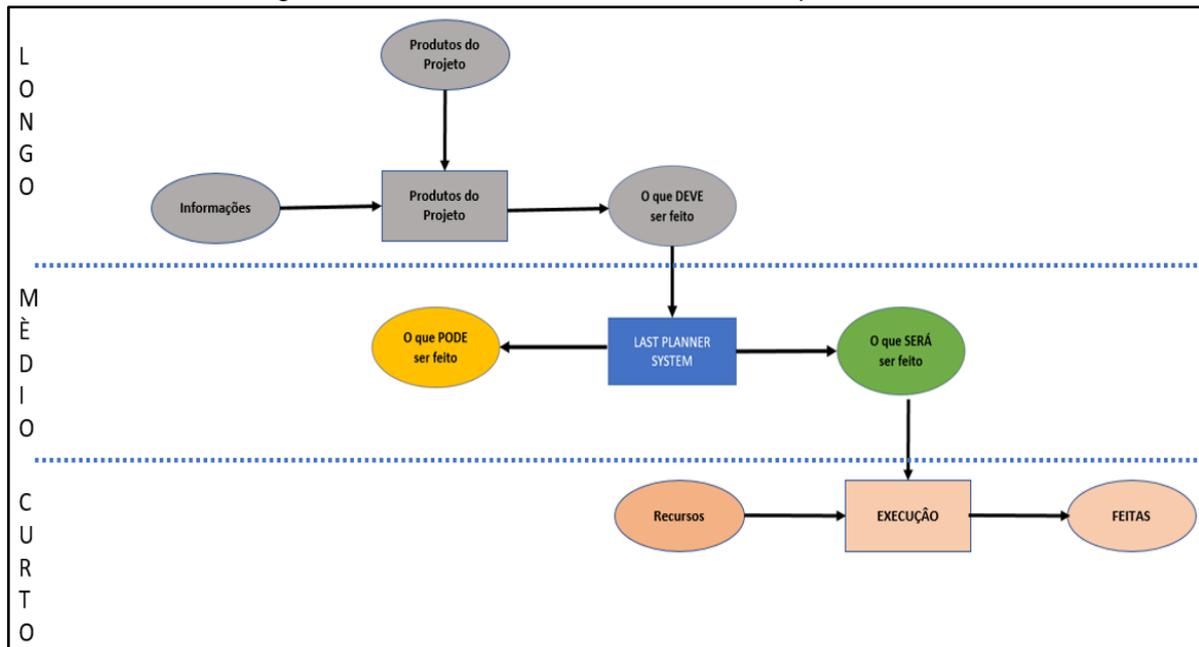


Fonte: Adaptado do LCI (2007).

Conforme descrito, o *Last Planner System* trabalha com diferentes níveis hierárquicos (longo, médio e curto prazo), e com objetivos diferentes para cada um desses horizontes temporais. Primeiramente no planejamento a longo prazo, são estabelecidos os principais produtos do empreendimento, podendo servir para a elaboração do orçamento do projeto.

Seguidamente são identificadas e removidas as restrições para a execução das atividades que são necessárias para a entrega desses produtos, sendo este o principal objetivo do planejamento de médio prazo. Por fim, no planejamento de curto prazo são estabelecidos os compromissos para a execução das tarefas (LCI, 2007). Na Figura 11 observa-se o relacionamento dos diferentes níveis hierárquicos do LPS.

Figura 11 - Relacionamento dos níveis hierárquicos do LPS



Fonte: Adaptado do LCI (2007).

Segundo Figueiredo (2009), temos as seguintes definições para esses três horizontes de planejamento:

- O planejamento de longo prazo foca nos objetivos gerais do projeto. Para esse horizonte de planejamento, realizado antes do início do projeto, constam basicamente as informações relacionadas às datas de início e de fim da elaboração dos produtos orçados, assim como o orçamento de cada uma. É o planejamento que está contratualmente ligado ao “Dono” do projeto. Este tipo de planejamento deve apresentar um baixo nível de detalhe devido à incerteza do ambiente produtivo;
- O planejamento de médio prazo, também chamado de “*lookahead planning*”, proporciona a ligação entre as decisões estratégicas de longo prazo e as ações operacionais de curto prazo. Consiste em um maior detalhamento do planejamento de longo prazo, programando-se as tarefas que serão realizadas nas próximas 3 a 12 semanas, devendo-se esse número de semanas ser decidido com base nas características do projeto, nível de confiança do planejamento de longo prazo e tempo de demora de informação, material e equipamento, necessários para a execução das tarefas; e

- c) O planejamento de médio prazo está relacionado às decisões necessárias para a execução das tarefas identificadas no planejamento de médio prazo, com foco no dia a dia do projeto. Este planejamento é efetuado para um período de um a quinze dias e é o instrumento efetivo que gera as ações operacionais. Este tipo de planejamento deve ser realizado pela pessoa ou organização responsável pela execução do projeto, isto é, o último planejador (*Last Planner*). Neste nível de planejamento é necessário muito compromisso. São tomadas decisões como pequenos ajustes na sequência das tarefas em função do cumprimento das anteriores e disponibilidade de recursos, minimizando a influência dos imprevistos.

Benefícios da aplicação do LPS na fase de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia, são demonstrado por Fosse e Ballard (2016), no artigo *Lean Design Management in Practice with the Last Planner System*”, onde apresentam resultados de estudos de casos onde o LPS foi utilizado em conjunto com o *Lean Design*, identificando; aumento das taxas de conclusão de projetos nos prazos estabelecidos, aumento da colaboração, e mudança comportamental das equipes de design, se tornando menos reativa e mais proativa.

Ferramentas *Lean*, normalmente não podem ser trabalhadas de forma isolada, necessitando de apoio de outras ferramentas *Lean*. O trabalho a ser realizado sobre os horizontes temporais do LPS (longo, médio e curto), tem uma forte ligação com outra ferramenta *Lean*, o PDCA. Admite-se que a implementação do LPS permite sistematizar a aplicação do ciclo PDCA, criando um fluxo de melhoria contínua (BALLARD; TOMMELEIN, 2016 apud RIBEIRO, 2018).

2.6.2.4 PDCA

Entende-se o Ciclo PDCA, conhecido também como Ciclo de Shewhart, Ciclo da Qualidade ou Ciclo de Deming, como uma metodologia que tem como objetivo o auxílio no diagnóstico, análise e prognóstico de problemas organizacionais. Poucos métodos se mostram tão efetivas para a busca do aperfeiçoamento quanto este método (QUINQUIOLO, 2002 apud PACHECO et al., 2012).

O ciclo PDCA (*plan - do - check - act*), consiste em um diagrama em fluxo, cuja finalidade é aprender e aprimorar produtos e processos de trabalho (DEMING, 1994, p. 131 apud MACHADO, 2015, p. 2). O ciclo PDCA, também é entendido como uma das principais ferramentas aplicadas pela Toyota na melhoria de seus processos de trabalho e um entendimento da sua filosofia é de sua importância para a sua aplicação nos ambientes produtivos (SOBEK II; SMALLEY, 2010).

O ciclo PDCA é composto pela execução de quatro etapas, descritas abaixo, (SOBEK II; SMALLEY, 2010):

- a) Planejar (primeira fase), na qual deve-se estudar complementarmente o problema ou a oportunidade para se possa compreendê-los de todos os pontos de vistas possíveis e buscando-se todas as causas raízes além de desenvolvimento de uma ou mais ideias para resolver o problema ou aproveitar a oportunidade;
- b) Desenvolver (segunda fase), busca-se a criação do plano de implementação e sua efetivação (execução) quanto a solução planejada ao problema;
- c) Controlar (terceira fase), o plano desenvolvido é posto em ação, verificando-se se os efeitos esperados da solução são alcançados, comparando-se os resultados com as metas ou previsões estabelecidas; e
- d) Agir (quarta fase), refere-se ao estabelecimento de um novo processo, solução ou sistema padrão, se os resultados são satisfatórios, ou caso contrário, à aplicação de ações corretivas e a execução de um novo ciclo.

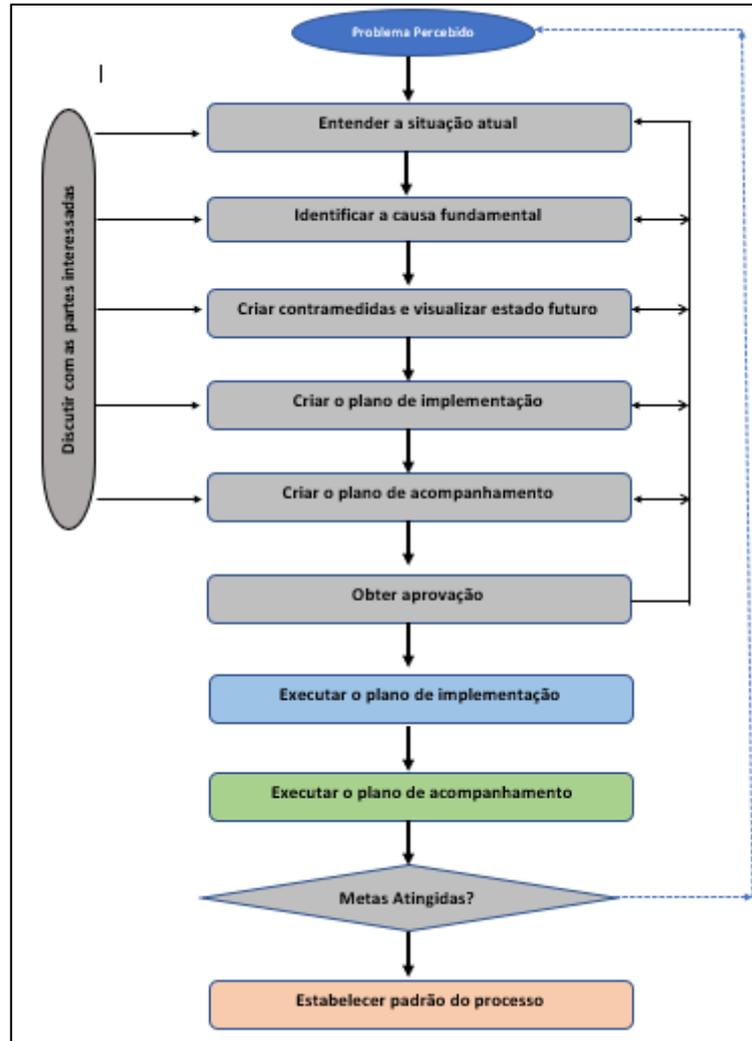
Segundo Sobek II e Smalley (2010, p. 26):

O ciclo PDCA simplesmente segue os passos do método científico: Planejar é o desenvolvimento de uma hipótese e o projeto do experimento; executar é a condução do experimento; A Verificar é a coleta de medições; e agir é a interpretação dos resultados e a aplicação das ações adequadas (SOBEK II; SMALLEY, 2010, p. 26).

O entendimento do processo de execução de um PDCA, evidencia a importância do planejamento para a sua execução. Em média, o tempo gasto no planejamento de um ciclo PDCA deveria consumir em torno de 50% do tempo total (SOBEK II; SMALLEY, 2010).

Um fluxo de ações necessários à execução do PDCA é apresentado por Sobek II e Smalley (2010, p. 43), Figura 12, propondo a execução de 9 atividades para a execução de um PDCA, sendo as 5 primeiras relacionadas ao planejamento.

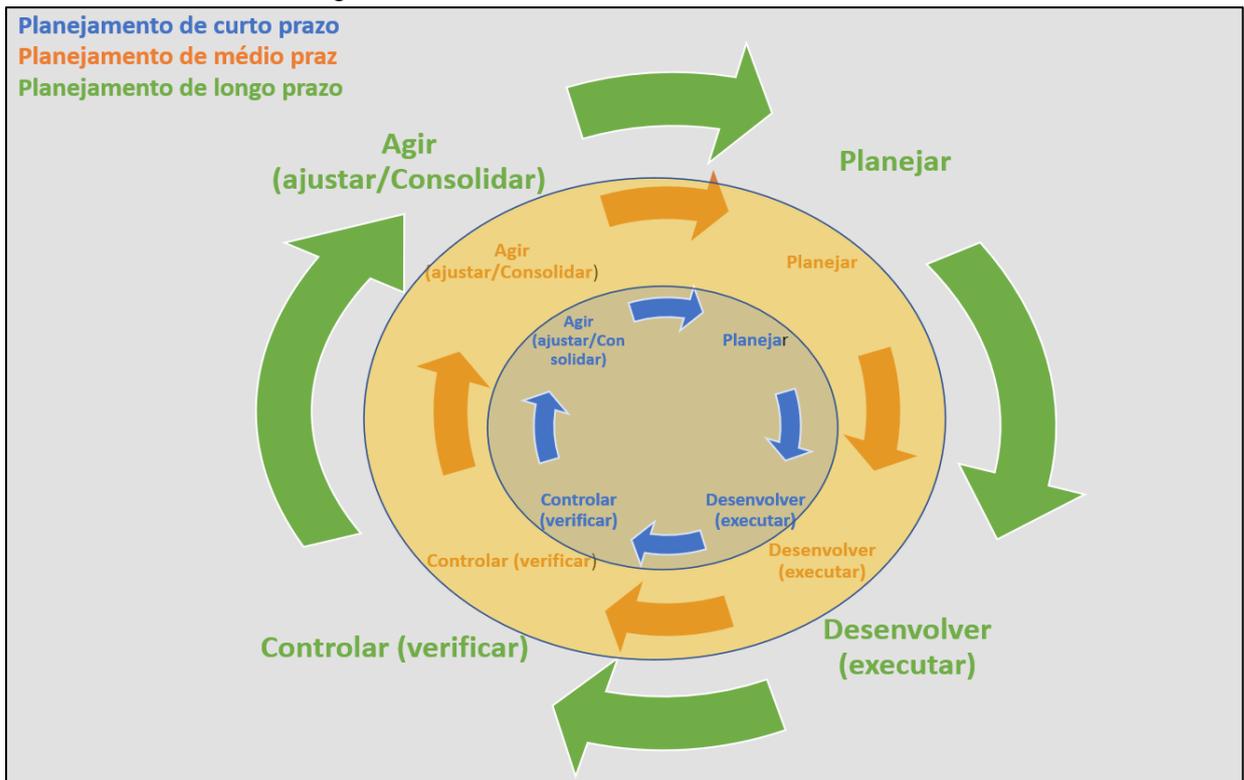
Figura 12 - Atividades para execução de um PDCA



Fonte: Adaptado de Sobek II e Smalley (2010, p. 43).

Relacionamentos entre as ferramentas *Lean* foram enfatizadas por Ballard, Tommelein (2016 apud RIBEIRO, 2018). Este é evidenciado na Figura 13, mostrando como o ciclo PDCA está presente nos planejamentos e controles de longo, médio e curto prazo do LPS.

Figura 13 - Relacionamento do LPS e ciclos PDCA



Fonte: O autor (2023).

Nota-se que a execução de cada um dos ciclos de planejamento e controle do PLS (longo, médio e curto), deverá ser trabalhado um ciclo PDCA, criando assim um processo contínuo de aprendizado.

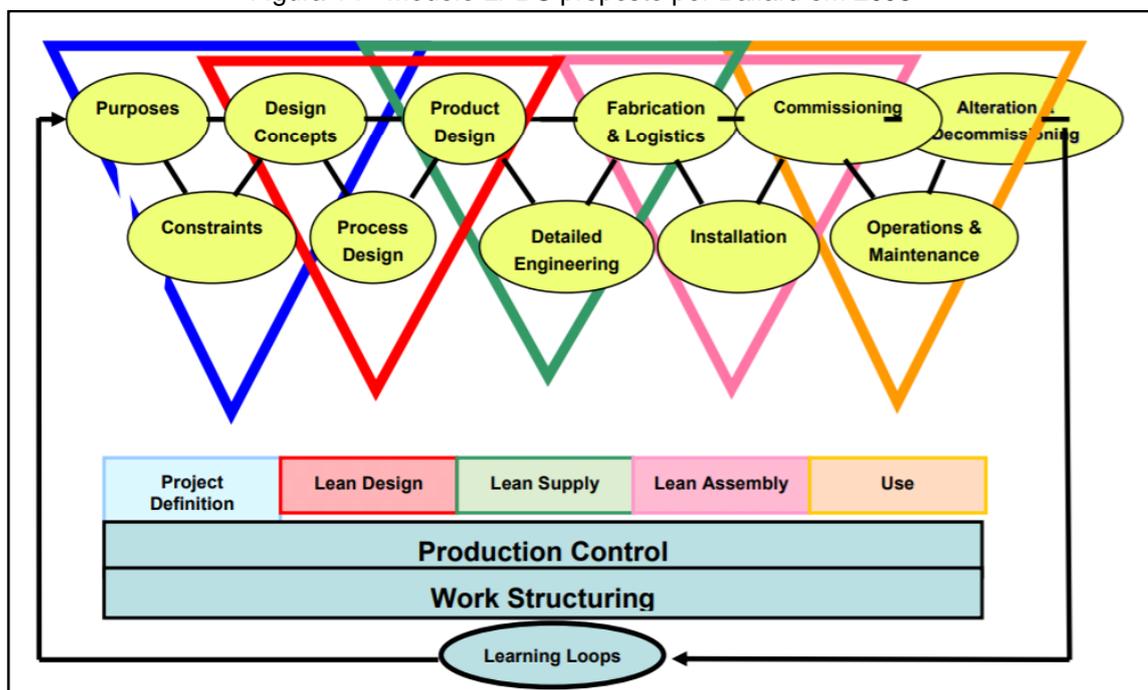
2.6.3 O Lean Project delivery System

A evolução do conceito *Lean Design*, atribuído a Ballard (2000), quando em um estudo publicado pelo *Lean Construction Institute* (LCI), propõe a aplicação dos conceitos *Lean* no desenvolvimento de projetos, como umas das fases do *Lean Project delivery System* (LPDS).

O LCI define como a missão do LPDS, apresentar um novo e melhor caminho para a realização dos projetos e construção dos empreendimentos. O LPDS consistia originalmente de 13 módulos, 9 deles organizados em 4 fases que inicia com a fase de definições do projeto (design) até a fase de construção, mais dois módulos de controle e outro relacionado a estruturação dos módulos e outro relacionado à avaliação/controlar de todo o processo LPDS.

Em 2008, Ballard propõe uma atualização do modelo incorporando uma nova fase e mais um módulo. A primeira fase na entrega do projeto (*Project Definition*) é a definição do projeto e consiste em três módulos (ver Figura 14): Propósitos (*Purpose*) visando determinar as necessidades e valores das partes interessadas, traduzindo esses propósitos em Critérios (*Constraints*) para design de produto e processo, e geração de Conceitos de Projeto (*Design Concepts*) contra às quais, os propósitos e critérios podem ser testados e desenvolvidos (BALLARD, 2008).

Figura 14 - Modelo LPDS proposto por Ballard em 2008



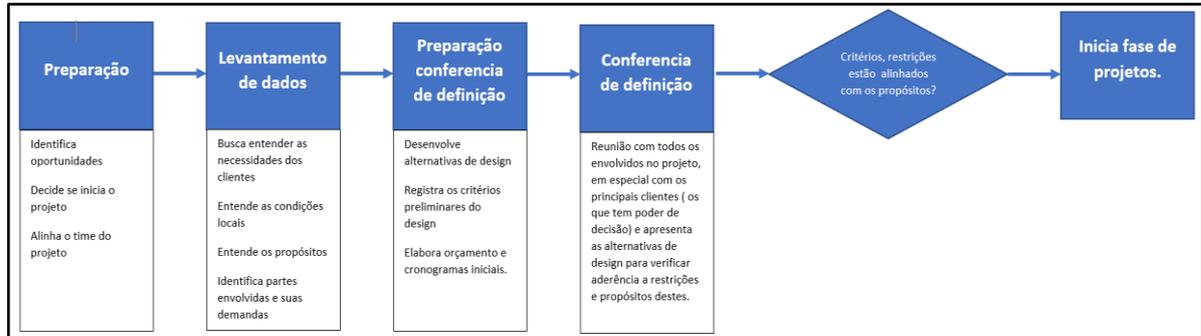
Fonte: BALLARD (2008).

As fases seguintes são encadeadas e iterativas (ver Figura 14):

- Lean Design* (Projeto Enxuto): Conceitos, Produto e Processo;
- Lean Supply* (Suprimento Enxuto): Produto, Detalhamento, Fabricação e Logística;
- Lean Assembly* (Montagem Enxuta): Fabricação e Logística, Instalação e Comissionamento; e
- Use*: Comissionamento, Operação e Manutenção, Alteração e/ou Descomissionamento.

Ballard e Zabelle (2008), apresentam um processo a ser seguido para a realização da fase de “*Project Definition*”, a Figura 15 apresenta as 5 tarefas que devem ser executadas nesta fase do projeto.

Figura 15 - Modelo das fases de um projeto proposto por Ballard e Zabelle

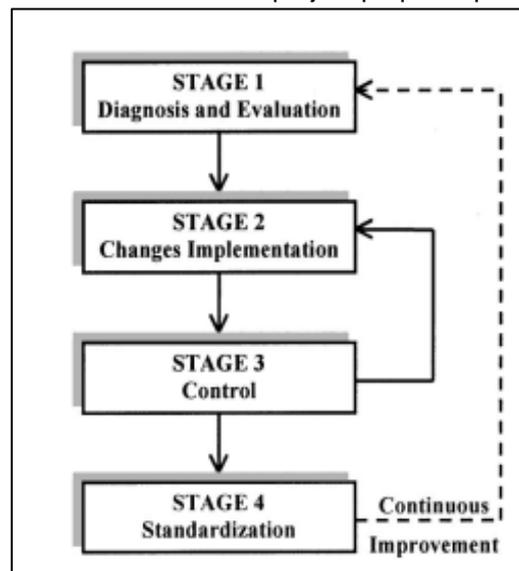


Fonte: Adaptado do modelo de Ballard e Zabelle (2000, p. 3).

2.6.4 As fases para implantação do Lean

Freire e Alarcón (2002), detalham 4 fases para a implementação do *Lean* em uma empresa de engenharia (Figura 16).

Figura 16 - Modelo das fases de um projeto proposto por Freire e Alarcón



Fonte: Freire e Alarcón (2002, p. 4).

Os objetivos apresentados por Freire e Alarcón (2002), para cada uma das fases, são:

- a) Diagnóstico e avaliação: O objetivo principal é determinar como o processo está funcionando de acordo com os conceitos de fluxo e valor. Basicamente, nesta etapa são utilizadas diversas ferramentas para a obtenção das categorias de resíduos no processo e suas respectivas causas, a distribuição de tempo utilizada no processo, o tempo de ciclo com suas respectivas categorias e diferentes indicadores de desempenho;
- b) Implementação de mudanças: Esta etapa considera os resultados da fase anterior para implementar diferentes mudanças de acordo com as categorias de resíduos e os problemas identificados, com as ferramentas de melhoria sugeridas. A metodologia possibilita que a implementação de mudanças seja baseada nas necessidades específicas de cada caso, garantindo flexibilidade em sua aplicação. Além disso, discrimina entre diversas áreas de melhoria, a fim de facilitar a implementação não só de acordo com a exigência técnica, mas também considerando a disponibilidade de recursos e estratégias específicas de cada empresa. As áreas de melhorias são as seguintes: C=cliente; A=administração; P=Projeto; R=recursos; I=informação (CAPRI);
- c) Controle: Esta fase consiste no controle e avaliação de alguns parâmetros para determinar mudanças de desempenho, controlando essencialmente medidas obtidas durante a fase de diagnóstico e avaliação, como os indicadores de distribuição de tempo e desempenho; e
- d) Padronização: O objetivo é introduzir melhorias permanentes nos métodos de trabalho que apoiem o processo de projeto. Além disso, a metodologia busca implementar a melhoria contínua do processo ao reiterar a metodologia.

Miranda (2019), apresenta uma “*Proposta de uma metodologia de implementação sustentável do Lean Healthcare*”, detalhando procedimentos para a implementação do *Lean* na área de saúde, em especial, em hospitais. Em seu trabalho Miranda (2019), apoderando-se do conceito de fases de implementação do *Lean Six Sigma*, chamada de DMAIC (abreviatura de cada fase da preposição para utilização

do *Lean Six Sigma*). O Quadro 2, apresenta um conjunto de fases para implementação do *Lean Healthcare*.

Quadro 2 - Definição das fases DMAIC

Fase	Descrição
<i>Define</i>	<ul style="list-style-type: none"> Definir qual atividade, processo ou setor será analisado Definir os critérios de priorização: Maior variabilidade dos tempos de processamentos, comparativos com plantões, identificação de fontes de variações ou maiores médias de tempos.
<i>Measure</i>	<ul style="list-style-type: none"> Coletar amostras dos tempos de processamentos para cada uma das atividades do processo. Caso seja de interesse, coletar a mesma quantidade de amostras dos tempos para a atividade em plantões diferentes ou em períodos específicos. Utilizar a abordagem estatística dos tempos para as amostras coletadas Plotar um gráfico com as atividades do processo analisado, juntamente com o <i>Takt Time</i> e seus limites.
<i>Analyze</i>	<ul style="list-style-type: none"> Identificar onde ocorrem as maiores variações, pelo gráfico e pelos parâmetros: amplitude do intervalo de confiança e limite máximo de variação. Desta análise deve-se desdobrar o processo de implementação das melhorias. O coeficiente de variação deve auxiliar na classificação da variabilidade.
<i>Improve</i>	<ul style="list-style-type: none"> A partir das maiores variações, preferencialmente aquelas que não atendem o <i>Takt Time</i> total ou parcialmente, podem ser utilizadas ferramentas do <i>Lean Healthcare</i>, tais como: <ul style="list-style-type: none"> Padronização do trabalho. Reprojeto do Trabalho Aplicar os conceitos, práticas e ferramentas do <i>Lean Healthcare</i>.
<i>Control</i>	<ul style="list-style-type: none"> Checar o comportamento da variabilidade, ou das metas inicialmente estabelecidas, após as implementações das ferramentas do <i>Lean Healthcare</i>. Verificar se a variabilidade foi reduzida ou se está dentro dos valores aceitáveis do hospital. Monitorar as variabilidades usando os parâmetros comparativos.

Fonte: Miranda (2019).

Santos (2010), por sua vez, apresenta uma proposta de etapas para a implementação do *Lean* em escritórios de consultoria, apresentando uma abordagem em 3 fases, descritas a seguir:

- a) Levantamento Inicial: tem o objetivo de detectar o produto, a filosofia de produção atual da empresa e sua cultura organizacional. Sobre o entendimento da importância do entendimento da cultura, Santos (2010, p. 15), declara que a cultura da empresa também deve ser entendida, os seus valores e a sua missão, assim como a sua estratégia de mercado e forma de comunicação interna, reduzindo-se deste modo o risco de tentar implementar ou propor ações que não se enquadrem na sua filosofia ou estratégia atual". Também nessa fase, propõe a identificação dos fluxos de valor atual (SANTOS, 2010, p. 15);

- b) Ações desenvolvidas: Nessa fase propõe a criação de ações de sensibilização dos envolvidos nos trabalhos, com realização de treinamentos, para logo depois realizar a implementação das mudanças identificadas nos processos de trabalho; e
- c) Avaliação de resultados: Sobre essa fase, Santos (2010, p. 16), descreve: de forma a classificar os desempenhos foram necessários estabelecer mecanismos de controle e avaliação, para tal elaboraram-se planos de auditorias, criando desse modo uns mecanismos disciplinador e de responsabilização dos funcionários. Foram também selecionados indicadores de avaliação, de modo a poderem ser analisados os resultados obtidos.

A descoberta destes trabalhos (MIRANDA, 2019; SANTOS, 2010; FREIRE; ALARCÓN, 2002) nas pesquisas bibliográficas, proporcionou o direcionamento para a criação de fases também para o método a ser proposto para a implementação do *Lean Design*, objeto desta pesquisa.

2.7 LEAN DESIGN

Por meio da revisão da literatura em *Lean Design* foi possível observar diversos trabalhos que vêm focando nos últimos anos o tema. Freire e Alarcón (2002), por exemplo, apresentam uma proposta de método de trabalho, composto de 4 fases, para a execução de mudanças nos processos de trabalho de uma construtora, envolvendo as atividades de projeto e construção. O autor desta pesquisa, identifica oportunidades de melhorias para o trabalho citado, como por exemplo: apresentar atividades relacionadas ao planejamento e acompanhamento/controle da implantação das mudanças; apresentar ações dentro do método que permita uma maior colaboração das partes interessadas; apresentar ações visando uma continuação dos trabalhos de melhoria contínua de forma orgânica na organização; apresentar um fluxo de trabalho visando a execução de cada uma das fases pois o trabalho destaca as ferramentas a serem utilizadas e não um passo-a-passo para a sua implantação nas organizações.

Orihuela e Ulloa (2011), propõem a utilização de um conjunto de ferramentas *Lean* nos processos de projeto. O autor desta pesquisa, identifica a apresentação de ferramentas a serem utilizados no *Lean Design* e seus resultados no trabalho, porém os autores não apresentaram um método de como realizar a implantação destas ferramentas.

Dantas Filho (2016), propõem melhorias no processo de projeto com a utilização do *Lean Design*. O autor deste trabalho, considera que uma contribuição do artefato a ser proposto por este trabalho para com o trabalho citado, é a apresentação de um método que possibilite os escritórios de arquitetura e engenharia, implantarem o *Lean Design* e conseguirem os objetivos definidos (DANTAS FILHO, 2016).

Fosse e Ballard (2016), apresentam um estudo do *Last Planner System* como ferramenta *Lean* no processo de projeto. Os autores ressaltam que o foco é o planejamento dos trabalhos e não uma melhoria nos processos de projetos.

Sacks *et al.* (2017), apresentam um caso de utilização do *Lean* em conjunto com BIM em uma construtora. O autor ressalta que no trabalho citado, não existe um foco na fase de projetos.

Mota *et al.* (2019), apresentam um caso de aplicação do *Lean Design* em uma empresa do Reino Unido. O trabalho não apresenta um fluxo de trabalho utilizado na implantação do *Lean Design* na organização e sim os resultados depois de implantado. O autor considera a relevância do trabalho, justificando inclusive a importância do método a ser proposto nesta pesquisa.

Sobre os trabalhos citados anteriormente, O autor destaca que em comum a todos, está o reconhecimento dos benefícios que o *Lean Design* traz quando da sua aplicação.

Já Herrera *et al.* (2021), analisam a associação de práticas de *Lean Design* em conjunto com o BIM nos processos de projetos.

Ballard (2000, 2008), propõe que as fases de definição e design dos projetos podem ser gerenciadas para entregar valor dentro das restrições e premissas estabelecidas, utilizando-se técnicas *Lean* dentro dos processos de projeto (processos de design).

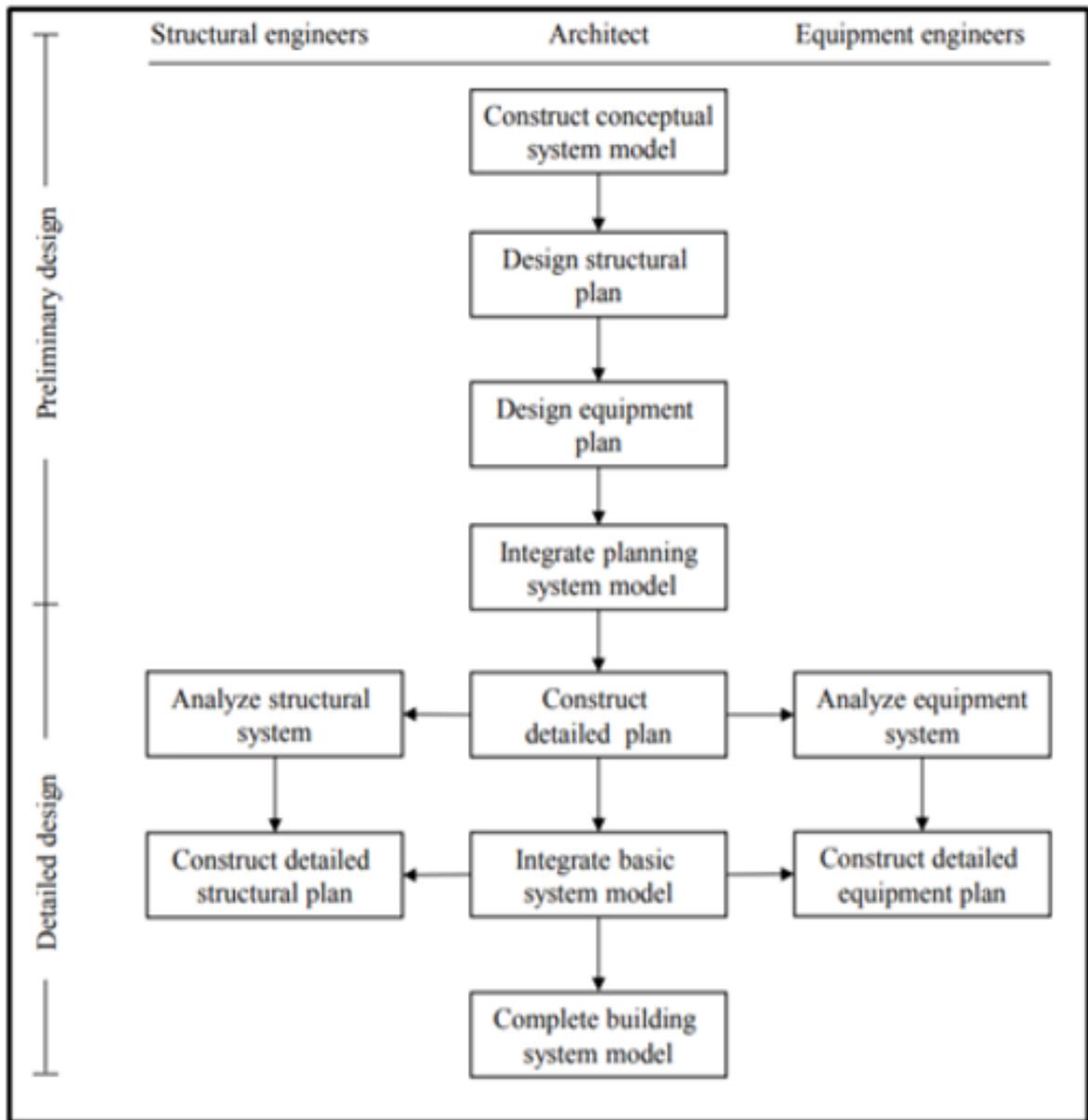
Contribuindo com Ballard (2000, 2008), Ko e Chung (2014) apresentam em seu artigo a diferença de abordagem *Lean* e não *Lean* (o que os autores consideram como tradicional), para o desenvolvimento de projetos.

Para Ko e Chung (2014), o modelo tradicional de desenvolvimento de projetos se constitui por 2 fases. Cada uma destas fases é concluída de forma independente pelos arquitetos. Os projetos preliminares são geralmente preparados para serem apresentados aos clientes, podendo-se existir mais de um projeto. Obtendo-se a aprovação do projeto preliminar, inicia-se a fase de projeto detalhado. Arquitetos fazem as revisões necessárias no plano de projeto aprovado de acordo com os requisitos do proprietário, enquanto os engenheiros estruturais geram desenhos mais detalhados para a construção.

Quando o plano estrutural é concluído, realiza-se uma verificação de compatibilização deste com o projeto arquitetônico, e caso ocorram necessidades de ajustes, estes são direcionados novamente aos envolvidos (arquitetos e demais projetistas) para que realizem os ajustes e, por fim, estes deverão ser assinados e aprovados.

Projetos de instalações e equipamentos são elaborados, e quando concluídos, todos os planos são novamente verificados quanto a erros entre si (compatibilização de projetos), podendo-se ocorrer ajustes em um ou mais documentos, similar ao processo ocorrido entre arquiteto e projetista estrutural. O arquiteto então integra as impressões obtidas a partir desses processos. A Figura 17 representa graficamente esse fluxo de trabalho e mostra a sequência de trabalho relatada acima.

Figura 17 - Representação do fluxo de trabalho tradicional proposto por Ko e Chung



Fonte: Ko e Chung (2014, p. 3).

Sobre esse fluxo de trabalho apresentado anteriormente, Ko e Chung (2014, p. 3), enfatizam:

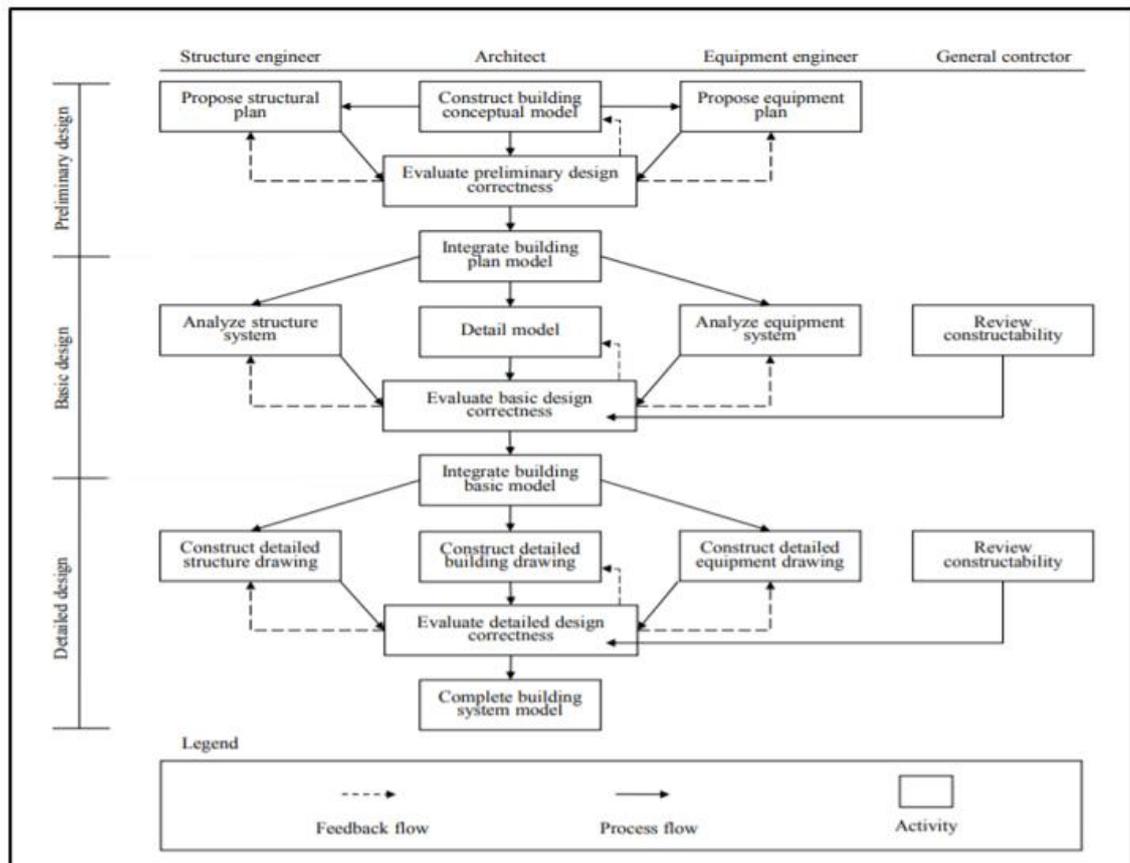
Este fluxo de trabalho de design pode parecer suave na superfície, mas na verdade esconde questões subjacentes. Deixar de descobrir esses problemas na fase de design, não apenas afeta o processo de design, mas também a construção real (KO; CHUNG, 2014, p. 3).

Já em um modelo de gestão utilizando-se as técnicas *Lean*, o *Lean Design*, complementa Ko e Chung (2014), passa-se o processo de desenvolvimento de

projetos a ser constituído por 3 etapas: *projeto preliminar*, *projeto básico* e *projeto detalhado*. Em cada etapa, os procedimentos de projeto são elaborados colaborativamente pelos envolvidos, no sentido de se reduzir erros de projeto e geração de retrabalhos desnecessários, aumentando-se a confiabilidade de todo o processo. Em paralelo a essas fases, ocorrerá a fase de controle e monitoramento, visando validar entre as equipes as soluções, antes de passar para a próxima etapa, sempre com a perspectiva de agregação de valor ao cliente.

A Figura 18, detalha esse fluxo de trabalho, apresentando para cada fase um fluxo de trabalho mais colaborativo. Do lado esquerdo estão as 3 fases e do lado direito o fluxo de trabalho presente em cada uma dessas fases.

Figura 18 - Representação do fluxo de trabalho *Lean* proposto por Ko e Chung



Fonte: Ko e Chung (2014, p. 6).

No *Lean Design*, diferentemente do modelo tradicional, passa-se a existir uma comunicação maior entre todos os envolvidos e de forma colaborativa na elaboração de cada um dos produtos. Como mostra a Figura 18, temos um “feedback” (linhas tracejadas), sobre os produtos em elaboração em cada uma das fases, pois eles

passam a ser feitos de forma colaborativa, e preferencialmente em paralelo, eliminando-se a necessidade da atividade de compatibilização, pois os ajustes já são realizados durante o próprio processo de elaboração dos projetos, em cada uma das fases (KO; CHUNG, 2014).

Assim, esses processos estão fortemente integrados e alinhados com três pontos importantes:

- a) Requisitos do cliente e das partes interessadas;
- b) Critérios de projeto do produto e dos processos e;
- c) Conceituação do projeto.

A fase de *Lean Design* é iniciada com a definição dos conceitos, devendo-se desenvolver de acordo com uma série de requisitos, restrições e regras legais definidas na etapa anterior. Este desenvolvimento é complexo, pela quantidade de informações circulantes, grande número de técnicos atuando nos processos de desenvolvimento do projeto e as muitas decisões que surgem durante este mesmo processo. As condições e pressupostos da filosofia devem ser analisados antes do início do processo de aplicação do sistema, informam Freire e Alarcón (2002), uma vez que os participantes que não entendem os princípios do *Lean Design* tendem a manter hábitos fundamentados no modelo tradicional (LIKER et al., 2013).

Fialho *et al.* (2015), ressaltam que a migração dos ambientes tradicionais de trabalho, para a utilização da filosofia do *Lean Design*, deve ser planejada e que não se espere um caminhar isento de problemas. Para isso metas devem ser entendidas pelos profissionais e o entendimento dos objetivos é importante para o sucesso da jornada e que sem estas preocupações o risco de insucesso aumenta.

No entendimento de Marvel e Strandridge (2009), a ausência de validação por meio de objetivos mensuráveis antes da implementação do sistema *Lean*, aumentam o risco de não se alcançar os resultados desejados, o que implica a repetição da implementação parcial ou de todo o processo o que compromete o envolvimento das pessoas. Sendo assim, logo nas primeiras fases ou estágios de implantação do *Lean Design*, os pontos chaves devem ser bem incorporadas pelos profissionais do setor (FIALHO et al., 2019, p. 6).

Para Pestana *et al.* (2014), o entendimento e transparência dos processos, ou novos processos de trabalho a serem adotados com a utilização do *Lean Design*, pode

comprometer todo o trabalho, pois a falta de transparência nos processos, devido à ausência de informações ou indicadores, pode levar os interessados a tomarem decisões que não atendem a uma realidade de fato presente, colocando-se em risco todo os objetivos *Lean*. Isso ocorre quando o “feedback” entre os envolvidos durante a elaboração dos produtos, sofre de inconsistências, e em alguns casos esse feedback termina não ocorrendo.

Reifi *et al.* (2013) reforçam que é essencial a correta identificação e apresentação dos requisitos dos clientes para os desenvolvedores do projeto na fase de desenho do projeto. Os benefícios obtidos com a utilização do *Lean Design* em escritórios de projetos de arquitetura e engenharia civil, são significativos, e já foram objetos de estudos de pesquisadores como Dantas Filho (2016).

2.7.1 Exemplos de ferramentas e técnicas Lean aplicadas no Lean Design

O *Lean Design* é apresentado e trabalhado na literatura através de muitos processos, métodos e tecnologias, sempre considerando como objetivos a serem perseguidos a redução de tempo, custos e aumento dos valores entregues aos clientes. Na revisão bibliográfica foram destacadas nos trabalhos relacionados à pesquisa, algumas ferramentas *Lean*, que são referenciadas a seguir.

2.7.1.1 Para o planejamento dos trabalhos

O planejamento dos trabalhos a serem realizados para a implementação do *Lean Design*, deve ser meticulosamente trabalhado, devendo o desenvolvimento deste planejamento ser realizado de forma colaborativa com toda a equipe envolvida. Em uma pesquisa realizada por Uusitalo *et al.* (2017), com a realização de 12 entrevistas nas regiões da Finlândia, Noruega e Estados Unidos (Califórnia), identificou a utilização do *Last Planner System* (LPS) (ver item 2.6.2.3 da revisão bibliográfica) como a ferramenta mais utilizada para o planejamento e acompanhamento dos trabalhos (UUSITALO *et al.*, 2017).

O LPS contribui para uma boa condução dos trabalhos planejados, trabalhando com horizontes temporais de planejamento (longo, médio e curto prazo) e para Emule e Saurim (2016 apud DANTAS FILHO, 2016), o *Last Planner system* contribui também

para a redução de desperdícios de projetos na medida que se propõe a estabilizar o fluxo de trabalho.

A prática do LPS, promove diferentes visões para modelar, analisar e compreender o processo de projeto, ajudando na identificação das melhores soluções (DANTAS FILHO, 2016). A estruturação de diversos cenários é uma alternativa a ser trabalhada, com foco em ações para a retirada de restrições, que podem provocar o surgimento de desperdícios. Comparações entre os cenários devem ser realizadas e a melhor solução adotada como a alternativa a ser trabalhada (UUSITALO et al., 2017).

2.7.1.2 Para o gerenciamento dos envolvidos nos trabalhos

Um conceito importante e que deve ser objeto de trabalho, está voltado para a criação de um ambiente colaborativo, com a participação do cliente e demais envolvidos, de forma ativa, em todas as fases do trabalho de criação dos projetos arquitetônicos e complementares. Essa filosofia, maximiza a entrega de valor, pois direciona para uma melhor identificação das necessidades e objetivos de todos os interessados, estimulando a realização simultânea do projeto do produto e do processo (engenharia simultânea), reduzindo retrabalhos e tarefas desnecessárias (HERRERA et al., 2019).

2.7.1.3 Para o redesenho dos processos

O mapeamento do fluxo de valor (MFV), ver item 2.6.2.1, é relacionada em trabalhos como o de Freire e Alarcón (2002) e Dantas Filho (2016), Dantas Filho *et al.* (2017), De Lima *et al.* (2016), como a ferramenta utilizada na identificação e redefinição dos processos presentes nos escritórios de arquitetura e complementares.

Esta descoberta não provocou surpresas, pois o MFV é apresentado por Rother e Shook (2003) como uma ferramenta vital nos trabalhos de transformação dos processos de produção em direção ao *Lean*. O MFV é usado para retratar o estado atual e futuro dos processos, e segundo Rother e Shook (2003), o método contribui para: Visualizar mais do que os processos de trabalho individuais; Identificação de

desperdícios; Junta conceitos e técnicas *Lean*; Mostra a relação entre fluxo de material e fluxo de informações.

Sobre a utilização do MFV como ferramenta de mapeamento e melhoria do fluxo de trabalho nos escritórios de arquitetura e complementares, a sua aplicação também é retratada no trabalho de Dantas Filho *et al.* (2017), como suporte e auxílio à implantação do BIM nestes locais de trabalho.

2.8 MODELAGEM DA INFORMAÇÃO DA CONSTRUÇÃO OU BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

O uso do CAD no processo de projeto de arquitetura é relatado por Alves (2009, p. 58) como tendo o foco de atuar nas “tarefas repetitivas, entrando no processo de produção do projeto após certo nível de definição, na maioria das vezes resolvida através de desenhos iniciais, concebidos a lápis ou a caneta”.

Com o surgimento do Projeto Assistido por Computador (CAD) o computador passou a ser cada vez mais usado ainda nas fases iniciais de concepção de projeto. Muito embora as transformações advindas com o computador na documentação e representação de projetos, pouco impactando nos processos de projeto, as transformações necessárias para o uso efetivo do BIM no projeto têm resultado na necessidade de mudanças significativas nos processos de projeto, podendo aparecer como um aliado importante na adoção do *Lean Design* (ALVES, 2009).

2.8.1 Definição do BIM

O *Building Information Modeling* (BIM), ou Modelagem da Informação da Construção, foi inicialmente concebido pelo professor Charles M. Eastman, do Instituto de Tecnologia da Geórgia. De acordo com Eastman *et al.* (2011), com o BIM é possível criar digitalmente um ou mais modelos virtuais precisos de uma construção. Este pode oferecer suporte ao projeto ao longo de suas fases, permitindo melhor análise e controle do que os processos manuais.

Interpretando o termo “edifício”, como um empreendimento, pois hoje a aplicação do BIM não se resume somente a esse tipo de projeto, recuperando a definição de

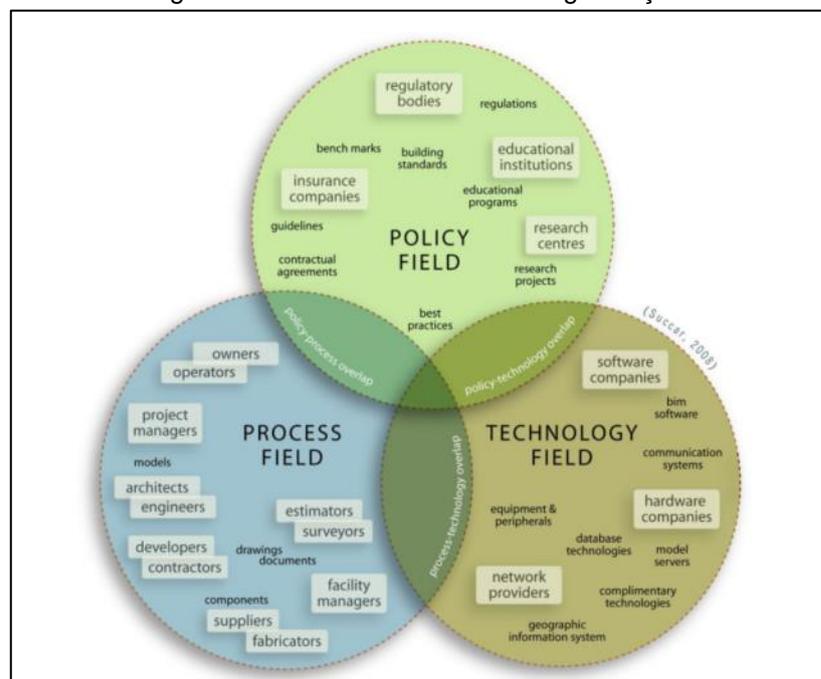
Van Nederveen, Beheshti e Gielingh (2010 apud MELHADO, 2013, p. 37), temos o BIM como:

Um modelo de informação sobre um edifício – ou o projeto de um edifício – que compreende informação completa e suficiente para dar suporte aos processos do ciclo de vida do edifício, e que pode ser interpretado diretamente por aplicativos de computador. O BIM visa gerenciar informações sobre o edifício e seus componentes e contém informações sobre propriedades como funções, forma, materiais e processos (VAN NEDERVEEN; BEHESHTI; GIELINGH, 2010 apud MELHADO, 2013, p. 1).

2.8.2 Os domínios do BIM

Succar (2010), destaca a importância da análise de três domínios dentro das organizações, inter-relacionados, para que o BIM opere de forma satisfatória, sendo estes três domínios as políticas organizacionais, as tecnologias e os processos presentes existentes dentro das organizações (Figura 19).

Figura 19 - Domínios dentro das organizações



Fonte: Bilal Succar (2010, p. 4).

O domínio da Tecnologia está diretamente relacionado ao conjunto de softwares, hardwares e sistemas de rede necessários para aumentar a eficiência, a produtividade e a lucratividade dos trabalhos dentro da organização. O domínio de

Políticas agrupa o conjunto de práticas e comportamentos presentes nas organizações, que desempenham um papel preparatório, regulatório e contratual fundamental no processo de projeto, construção e operação.

O domínio de Processos agrupa um conjunto de processos de trabalhos existentes dentro da organização, cujo objetivo é possibilitar a entrega dos produtos relacionados. Especificamente para os escritórios de projetos de arquitetura, os processos de trabalhos necessários para a entrega dos projetos de arquitetura e complementares.

Para este último domínio, o de processos, Manzione, Melhado e Nóbrega Junior (2021, p. 21), destacam que os processos devem ser entendidos

[...] Como um fluxo de informações, no qual sua melhoria consiste em potencializar o fluxo, reduzindo o desperdício de tempo em esperas e otimizando a troca de informações nos momentos certos”, e complementam que “O planejamento do processo de projeto eficaz requera a aplicação de técnicas que possam reproduzir e modelar a complexidade e não a linearidade de processo de projeto (MANZIONE; MELHADO; NÓBREGA JUNIOR, 2021, p. 22).

Quando não observados e ajustados, os processos de trabalho, mesmo com a utilização do BIM, produzem ciclos de retrocesso no fluxo de trabalho, e como estes ciclos são desestabilizadores e não planejados, terminam por provocar retrabalhos, desperdícios, e este é um dos principais fatores de aumento de custos e prazo (MANZIONE; MELHADO; NÓBREGA JUNIOR, 2021).

Lévardy e Tyson (2009 apud MANZIONE; MELHADO; NÓBREGA JUNIOR, 2021), levantaram as seguintes causas de retrabalho que podem ocorrer em um fluxo de informações dos processos de projeto:

- a) Acoplamento intrínseco entre atividades: quando as atividades são interdependentes e não podem ser executadas de forma repetitiva;
- b) Sequência deficiente das atividades: a criação de informações em momentos errados, normalmente depois do necessário;
- c) Atividades incompletas: quando se inicia uma atividade sem que a anterior tenha terminado por completo;
- d) Comunicação deficiente: quando a informação não é passada de forma clara, rápida e apropriada;

- e) Alteração nas entradas de informações: quando uma informação externa, usada por um determinado processo, é alterada posteriormente; e
- f) Erros: quando uma informação defeituosa é criada e não detectada, sendo utilizada por um processo posterior ao que criou.

Conclui-se que, para o BIM entregar todos os resultados e objetivos planejados, é importante primeiramente que se realize um repensar sobre os processos de projetos, verificando-se o que realmente muda ou deveria mudar, para que os velhos problemas, muitos relacionados a retrabalhos, sejam solucionados (BULHÕES, 2012).

Infelizmente devido à ausência de uma metodologia amadurecida de realinhamento de processos, os profissionais vêm desenvolvendo seus processos na maior parte das vezes de forma intuitiva (BULHÕES, 2012).

Um fato relevante para as organizações que buscam operacionalizar o BIM, é o entendimento de que, para a plena adoção do BIM em todo o ciclo de vida dos empreendimentos é necessário que modificações sejam adotadas em seus processos e fluxos de projeto.

Neste sentido, embora o BIM não seja o foco deste trabalho, ao apresentar um método para um realinhamento dos processos de projetos, sob o olhar do *Lean Design*, este pode servir de apoio quando dos levantamentos de processos atuais e futuros dos escritórios de arquitetura e engenharia, no trabalho de implantação e/ou amadurecimento do BIM nos escritórios de projetos. A importância do desenho dos processos atuais e futuros, quando da implantação do BIM é enfatizado por Manzione, Melhado e Nóbrega Junior (2021).

2.9 DA ENGENHARIA SIMULTÂNEA AO PROJETO SIMULTÂNEO

As indústrias, devido à grande concorrência e sob severas modificações, se olhadas à luz da globalização, sentiu a necessidade de investir na melhoria de seus processos produtivos, no sentido de melhorar o produto e o processo, focando na redução de custos e por consequência nos valores de venda (CUTRIM; SOUZA; DAHER, 2017).

O processo tradicional de execução dos produtos, baseado excessivamente em uma filosofia seriada, em que um processo só pode ser executado após o término do processo anterior, provoca o aparecimento de retrabalhos. Estes podem se dar provenientes de falhas de comunicação, pois o executor de um processo não tem a ideia sistêmica de todo o trabalho, como também, em função de retrabalhos provenientes de ajustes provocados no produto em um determinado ponto da cadeia de processos, forçando um retrocesso do trabalho em toda a cadeia produtiva até o ponto inicial (CUTRIM; SOUZA; DAHER, 2017).

Proveniente do desenvolvimento da qualidade desencadeado no Japão no século XX, surge a Engenharia Simultânea, que direciona a constituição de equipes multidisciplinares, a realização das fases de trabalhos o mais paralelamente possível, e uma forte orientação às necessidades do mercado (SOUZA FILHO; GOUVINHAS, 2003), contrapondo-se assim aos paradigmas de processo de trabalho tradicional, sequenciais.

Segundo Souza Filho e Gouvinhas (2003, p. 7), a primeira definição para a engenharia simultânea foi dada pelo *Institute for Defense Analysis* (IDA) do governo americano:

Engenharia Simultânea: uma abordagem sistêmica para integrar, simultaneamente, projeto do produto e seus processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Essa abordagem é buscada para mobilizar os desenvolvedores (projetistas), no início, para considerar todos os elementos do ciclo de vida da concepção até a disposição, incluindo controle da qualidade, custos, prazos e necessidades dos clientes (GOUVINHAS, 2003, p. 7).

Souza Filho e Gouvinhas (2003, p. 8), apresentam alguns elementos básicos da engenharia simultânea como sendo:

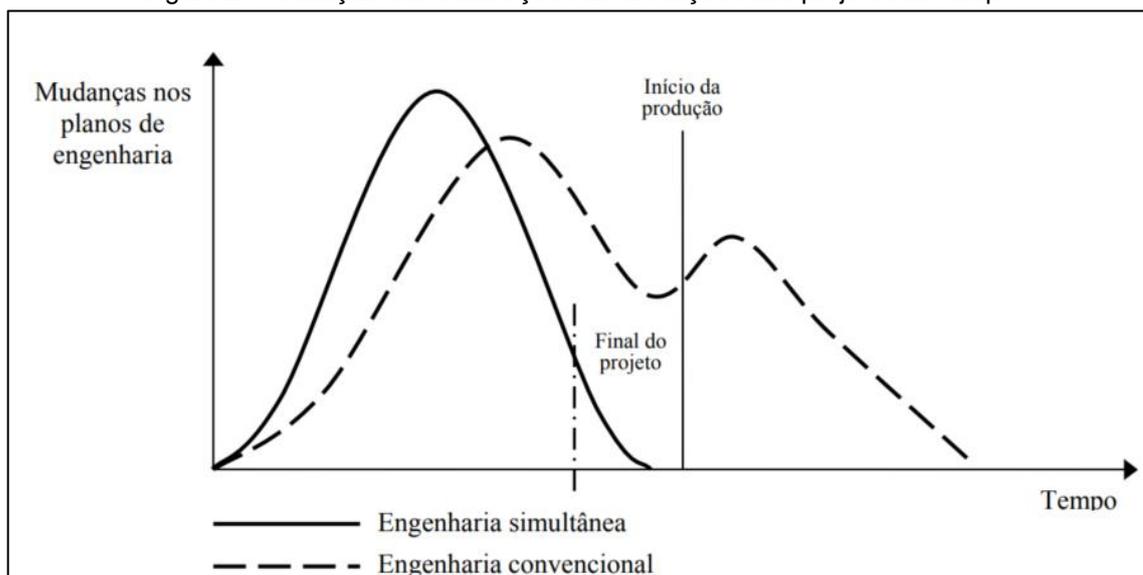
- a) Realização em paralelo das várias atividades do processo de desenvolvimento do produto e da produção;
- b) Estabelecimento de equipes multidisciplinares trabalhando ao longo de todo processo de desenvolvimento do projeto;
- c) Valorização do projeto desde as primeiras fases da concepção do produto, integrando produto e processo de desenvolvimento;
- d) A percepção do produto envolve todo seu ciclo de vida;

- e) Forte orientação para satisfação das demandas do cliente e do mercado; e
- f) Uso de ferramentas ou *softwares*.

Como resultado da aplicação da engenharia simultânea, ocorre a antecipação da descoberta de problemas durante o desenvolvimento dos trabalhos, evitando-se retrabalhos e por consequência, reduzindo-se os custos do desenvolvimento (SOUZA FILHO; GOUVINHAS, 2003).

Souza Filho e Gouvinhas (2003, p. 10) apresentam a Figura 20, que representa essa antecipação da identificação dos problemas para fases mais cedo do processo (linha contínua da Figura 20), quando comparando a utilização do modelo tradicional (linha tracejada da Figura 20) e sequencial de desenvolvimento de projetos com a engenharia simultânea.

Figura 20 - Relação das solicitações de alterações nos projetos no tempo



Fonte: Souza Filho e Gouvinhas (2003, p. 10).

Fabrizio (2002, p. 7), propõe que quando a engenharia simultânea for aplicada na fase de elaboração de projetos, esta seja identificada como “Projeto Simultâneo”, descrevendo:

As premissas da Engenharia Simultânea para o desenvolvimento de novos produtos e serviços são válidas para modernizar as práticas de gestão de projetos no setor de construção de edifícios; com base nestas premissas e na análise das características do processo de produção e do processo de projeto próprios da construção de edifícios pode-se postular um novo

paradigma de “Projeto Simultâneo” para gestão do processo de projeto de empreendimentos de edifícios (FABRÍCIO, 2002, p. 7).

Para Fabrício (2002, p.7) identifica-se uma série de premissas nas etapas parciais no desenvolvimento dos trabalhos, como sendo: colaboração intensa e precoce entre os agentes do projeto; alterações na estrutura organizacional dos empreendimentos; intensificação da utilização das novas tecnologias da informática e telecomunicações.

O entendimento de que as bases conceituais da engenharia simultânea, ou projeto simultâneo, se assemelham às mesmas bases conceituais do *Lean*, não pode ser encarada com surpresa, pois de acordo com Souza Filho e Gouvinhas (2003) a engenharia simultânea teve como berço de desenvolvimento o Japão, berço do *Lean*, e a identificação de premissas de desenvolvimento também parecidas com o preconizado pelo BIM, como colaboração intensa dos envolvidos nos projetos, utilização de novas tecnologias de informática, etc., proporcionou o direcionamento para a utilização de seus conceitos na metodologia a ser proposta para a implementação do *Lean Design*, objeto desta pesquisa.

2.10 INTERAÇÕES ENTRE O BIM E LEAN

O *Lean* e o BIM estão provocando mudanças significativas na indústria AEC. Apesar de serem conceitos diferentes, existe uma grande sinergia entre os dois, e sua aplicação conjunta proporciona ganhos substanciais, com reduções de desperdícios, seja relativo à fase de projetos ou construção. Contudo a sua adoção conjunta na prática da EAC ainda é pouco reconhecida e utilizada, embora diversos casos de sucessos já são descritos na literatura (SACKS et al., 2017).

O BIM apresenta características muito similares ao *Lean*, pois ambas estão diretamente ligadas com a eliminação de desperdício, tanto na fase de elaboração de projetos como também durante a construção e manutenção da edificação, fomentando assim uma aproximação entre seus fluxos de trabalho.

O *Lean Construction* e o BIM não dependem um do outro (ou seja, a construção enxuta pode ser adotada sem o BIM, e o BIM pode ser adotado sem a construção enxuta). No entanto, quando ocorre a utilização simultânea dos dois pode-se obter

ganhos potenciais na elaboração dos projetos e construção do edifício. (SACKS et al., 2017).

Sobre o uso associado do BIM e *Lean*, Sacks *et al.* (2017) analisaram as possíveis interações entre 24 princípios do *Lean Construction* e 18 funcionalidades do BIM, através de exames de muitos exemplos de estudos de caso de construção. Eles identificaram 54 pontos de interação direta, das quais 50 foram interações positivas (reforçam-se mutuamente) e apenas 4 foram negativas. Apresentadas na Figura 21.

Figura 21 - Matriz de relacionamento entre BIM e Lean

Lean Principles		BIM Functionality	
		1	2
A	Reduce Variability	1,2	1
B	Reduce cycle times	9	9
		10	12
C	Reduce batch sizes	1,2	1
		11	11
D	Increase flexibility	12	12
E	Select an appropriate production control approach	22	22
F	Standardize	(52)	53
G	Institute continuous improvement	31	31
H	Use visual management	33	33
I	Design the production system for flow and value	36	36
J	Ensure comprehensive requirements capture	37	37
K	Focus on concept selection	17	17
L	Ensure requirements flowdown	38	38
M	Verify and Validate	39	39
N	Go and see for yourself	40	40
O	Decide by consensus consider all options	40	40
P	Cultivate an extended network of partners	(41)	(41)
Q		40	40
R		(42)	(42)
S		(42)	(42)
T		43	43
U		44	44
V		44	44
W		45	45
X		47	47
		47	47
		48	48
		49	49
		49	49
		50	50

Fonte: Sacks *et al.* (2010).

Na Figura 21, quando os projetistas colaboram estreitamente usando o BIM (funcionalidades 9 e 10), o resultado é uma redução significativa no tempo de ciclo necessário para cada iteração do projeto (princípio C), resultando assim nas

integrações 23, 24 e 25. Com esse quadro, Sacks *et al.* (2010), promovem um profundo pensar na adaptação dos processos, tanto de projetos como de gestão da execução.

No escopo desse trabalho de dissertação, tratando da implementação do *Lean Design*, a tabela acima reforça a importância do entendimento de uma metodologia que não apenas mostre os resultados, porém que também mostre como implementar as ferramentas e adaptar os fluxos de trabalhos dos arquitetos, no sentido de obter os resultados previstos de redução de custos e prazos.

2.11 CONCLUSÕES

As pesquisas apresentadas neste capítulo permitiram entender o estado em que se encontra hoje a aplicação do *Lean*, e especificamente do *Lean Design*, além das técnicas de gerenciamento de projetos, projetos simultâneos e do BIM, presentes nos processos de projetos de arquitetura e engenharia.

O entendimento histórico do amadurecimento dos processos de projetos, iniciando os estudos no movimento dos métodos até a incorporação do BIM, evidenciou a importância de repensar os fluxos de trabalhos dos escritórios de projetos de arquitetura e engenharia.

O entendimento do *Lean* abrange não apenas o uso de ferramentas, como também de uma nova mentalidade de trabalho. Na sua instanciação nos processos de projetos, surge o *Lean Design*. A necessidade do planejamento de todo o processo de implantação do *Lean Design*, com base no *Last Planner System*, a incorporação de ferramentas de qualidade como o PDCA, assim como, a fomentação de trabalhos colaborativos propostos pela engenharia simultânea, base também do BIM, fundamentaram as bases do método proposto que será apresentado nos próximos capítulos dessa pesquisa.

Enfim, a constatação do interesse crescente no entendimento de como melhorar os processos de projeto, motivou a continuação dos trabalhos, mostrando que o campo de atuação do *Lean Design*, inclusive como ferramenta de apoio à implementação do BIM e sua utilização concomitantemente com as técnicas de projeto simultâneo, cria um relacionamento multidisciplinar que deve ser entendido e trabalhado.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA

A seleção de uma estratégia metodológica, deve responder o problema de pesquisa planteado, permitindo o uso de procedimentos que fortaleçam os resultados da investigação. Estes passos devem ser vistos como procedimentos necessários para assegurar a confiabilidade, o rigor do trabalho e a imparcialidade dos resultados (LACERDA et al., 2013 apud RODRIGUES, 2018).

Esta pesquisa possui uma abordagem qualitativa, exploratória e prescritiva, que procura identificar e propor um método que propicie aos escritórios de projeto de arquitetura e engenharia, o redesenho de seus processos de projeto sob a perspectiva do *Lean Design*.

Nestes aspectos e considerando como principal missão do trabalho, o desenvolvimento do conhecimento na confecção de um artefato, que poderá ser utilizado pelos arquitetos e urbanistas e na prática de escritórios de arquitetura e urbanismo e projetos complementares, a metodologia escolhida para a realização desta pesquisa foi a *Design Science Research (DSR)*.

Segundo Pimentel, Filippo e Santos (2020, p. 41) a DSR é:

[...] Uma abordagem que tem duplo objetivo: (1) desenvolver um artefato para resolver um problema prático num contexto específico e (2) gerar novos conhecimentos técnicos e científicos (PIMENTEL; FILIPPO; SANTOS, 2020, p. 41).

Dresch *et al.* (2015, p. 3) afirmam que “a design science research, por sua vez, permite que o pesquisador não só explore, descreva ou explique um determinado fenômeno, como também projete ou prescreva soluções para um dado problema”, e informam que:

Esse método de pesquisa tem como base epistemológica a *design science*, conceito que se diferencia das ciências tradicionais, por se ocupar do artificial, ou seja, tudo aquilo que foi projetado e concebido pelo homem. Ademais, a *design science* não está preocupada exclusivamente com o entendimento do problema, mas sim com as suas possíveis soluções (DRESCH et al., 2015, p. 9).

A área de atuação da pesquisa é a área de gestão de processos de projeto, e nessa área a DSR tem se mostrado como instrumento metodológico adequado para a realização da pesquisa, pois contribui diretamente para a diminuição da lacuna

existente entre a teoria e a prática (DRESCH et al., 2015). O DSR é um método que está relacionado à solução de problemas de interesse tanto das organizações, como da academia (DRESCH et al., 2015). Dresh *et al.* (2015) aborda cinco tipos de artefatos para a condução de pesquisas com DSR, a fim de atender o objetivo de desenvolver um artefato para a solução de um problema, podendo a pesquisa se utilizar de um mais destes tipos, conforme a na Figura 22.

Figura 22 - Tipos de artefatos

Artefato	Descrição
Constructos	Elementos conceituais que podem ser entendidos, no contexto da DSR como vocabulário de um domínio, usados para descrever os problemas dentro de um domínio e para especificar as respectivas soluções.
Modelos	Conjunto de proposições ou declarações que expressam as relações entre os constructos, sendo assim representações da realidade que apresentam variáveis de determinados sistemas e suas relações, podendo ser considerado, também, uma representação de como as coisas são e, assim, as relações entre os elementos do modelo precisam ser definidas de forma clara.
Métodos	Conjunto de passos necessários para realizar determinada tarefa, podendo ser representados graficamente ou encapsulados em heurísticas e algoritmos específicos, favorecendo a transformação dos sistemas em busca de sua melhoria
Instanciações	Refere-se a execução do artefato em seu ambiente, operacionalizando outros artefatos, visando demonstrar a viabilidade e a eficácia dos artefatos construídos e informando como implementar ou utilizar os artefatos e seus resultados no ambiente real.
<i>Design Propositions</i>	Contribuições teóricas que podem ser realizadas, através da aplicação da DSR, correspondendo a um modelo genérico que pode ser utilizado para o desenvolvimento de soluções de uma determinada classe de problemas, sendo uma generalização para esta classe e, portanto, podendo ser aplicado para situações similares.

Fonte: Machado (2020 apud DRESCH et al., 2015).

Para esta pesquisa, o artefato do tipo Método foi considerado como o mais adequado para apoiar o desenvolvimento do artefato proposto, método a ser apresentado para Implantação do *Lean Design* em escritórios de arquitetura e engenharia, pois o artefato a ser desenvolvido apresenta um conjunto de passos no

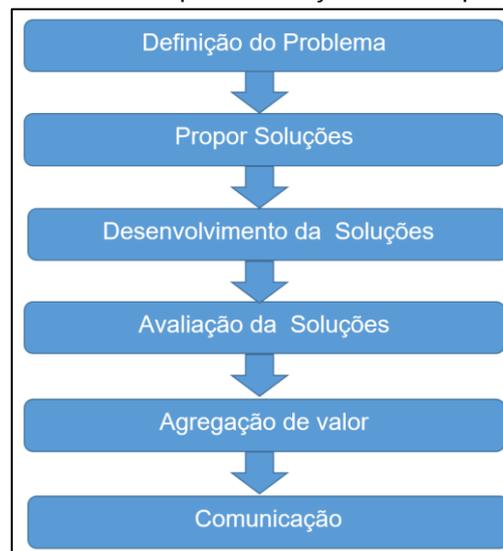
sentido de se utilizar o *Lean Design* nestes ambientes de trabalho, favorecendo estes no sentido de melhorias na elaboração de seus produtos.

Relevante considerar a compreensão dos constructos elaborados como: pesquisas do tipo *survey*; mapa de processos e fluxo de valor dos processos; estrutura de treinamentos; entre outros, e todos referenciados no modelo de execução do método proposto, criando-se assim um relacionamento destes constructos e possibilitando ao final a avaliação de toda a estrutura do método.

3.1 CONDUÇÃO DA DESIGN SCIENCE RESEARCH

Um esquema de condução de pesquisa utilizando o DSR (Figura 23), e que foi trabalhado nesta pesquisa, é apresentado por Dresch *et al.* (2015), com compilação e adaptação do modelo presente no livro “*Design Science in the Information Systems Discipline: An Introduction to the Special Issue on Design Science Research*”, de March e Storey (2008). Dresch *et al.* (2015), destacaram que ao utilizar o DSR os pesquisadores devem considerar alguns elementos essenciais. Esses elementos são: Problema, Solução, Desenvolvimento, Avaliação, Agregação de Valor e Comunicação (ver Figura 23 abaixo).

Figura 23 - Elementos essenciais para condução de uma pesquisa utilizando DSR



Fonte: Adaptado de Dresch *et al.* (2015, p. 1126).

Este modelo de condução começa pela fase de definição do problema, ocorrendo um esforço para a identificação e compreensão do problema a ser estudado. Nesta fase é importante que o pesquisador faça uma consulta em diferentes bases de conhecimento por meio do Mapeamento Sistemático da Literatura (MSL). Como resultado desta fase obtém-se a formalização de um problema que precisa ser solucionado (Fase 1). Ainda em relação à fase 1, Weber (2017, p. 28), ressalta que esta fase “ocorrer em mais de um momento devido aos loops resultantes da circunspeção da pesquisa. A Design Science Research não se limita a um processo linear de execução”.

Na fase 2, de proposição das soluções, procura-se a partir de um conhecimento ou de uma teoria, buscar a solução do problema identificado, selecionando-se uma a ser detalhada na fase de desenvolvimento da solução. Na fase de desenvolvimento da solução (Fase 3) é gerada uma proposta de implementação e solução ao problema proposto. Como saída desta fase deve-se ter o artefato a ser testado.

Em seguida, continua-se com a fase de avaliação (Fase 4) em que o artefato é testado para verificar seu funcionamento. Nesta fase são observados os desvios das expectativas em relação aos resultados obtidos, podendo-se ocorrer ajustes na própria solução testada.

Na fase de agregação de valor (Fase 5) deverá mostrar que a pesquisa agrega valor ao conhecimento teórico existente (contribuindo para o avanço do conhecimento geral). Finalmente a fase de Comunicação (Fase 5) indica a finalização da solução para o problema encontrado e proposto. O resultado desta fase é o conhecimento adquirido em todas as fases anteriores (KUECHLER et al., 2007).

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A seguir são detalhadas as ações realizadas na pesquisa, sob o olhar da DSR e dos elementos essenciais apresentados por Dresch *et al.* (2015).

3.2.1 Identificação do Problema

Segundo Dresch *et al.* (2015), esta etapa tem o objetivo de justificar a importância do problema a ser estudado. O problema necessita ser compreendido e definido claramente. No desenvolvimento desse trabalho, essa fase coincidiu com a realização da revisão da literatura sobre a utilização do *Lean* em ambientes de desenvolvimento de projetos de arquitetura, entendendo melhor a organização e etapas de produção deste artefato e o quanto já se trabalhou para implementação das técnicas *Lean*, focadas em eliminação de retrabalho.

Como resultado das pesquisas foi constatado a falta de trabalhos relacionados a fornecimento de métodos direcionados a implantação das técnicas *Lean* em escritórios de arquitetura. Trabalhos encontrados e que serviram de referencial para esta pesquisa, como os especificados no item 1.3 (justificativas), estão focados na exemplificação da eficácia de algumas ferramentas *Lean*, sem especificar métodos, com suas técnicas e ferramentas, necessárias à implantação destas ferramentas *Lean* nas organizações.

Para deixar mais claro as limitações dos trabalhos relacionados no item 1.3 (justificativa), pode-se traçar um paralelismo com o BIM, quando da existência de diversos trabalhos que mostram os sucessos que podem ser alcançados com a sua utilização, porém não especificam um caminho que as organizações devem percorrer para atingir estes benefícios.

3.2.2 Propor soluções

O segundo elemento trabalhado, foi realizado com pesquisas em bases de dados como a Scopus, Google Acadêmico, evidenciou que ainda não existem soluções adequadas para se resolver o problema (um método de trabalho a ser seguido pelas organizações para implementação do *Lean Design*). Como resultados das pesquisas identificadas na revisão da literatura e consequente definição do problema, buscou-se soluções para a solução deste problema. Soluções preliminares, como a utilização de um escritório de projetos direcionado somente a esse fim foi uma das soluções trabalhadas. Porém a solução mais adequada, foi a criação de um método, uma metodologia, a ser seguida pelos escritórios de arquitetura, para a obtenção dos

benefícios do *Lean*, conseguindo assim a sua implantação na organização de maneira sustentável e duradoura.

3.2.3 Desenvolvimento

Definindo-se o problema e uma solução preliminar, foram iniciadas buscas mais específicas ligadas em casos de implementação do *Lean* não somente na área de projeto de arquitetura e engenharia civil. O objetivo foi a construção de um passo-a-passo (método) para a implementação do *Lean* em escritórios de arquitetura. Devido à escassez de trabalhos focados nesse tema, foi considerada a própria estrutura do DSR como base metodológica para o artefato que seria desenvolvido. Nesse sentido, o trabalho de Horita, Neto, Santos, (2018), serviu como base de toda a metodologia, considerando-se inclusive a divisão do método proposto em etapas muito similares à da DSR.

3.2.4 Avaliação

Para a avaliação do método proposto, foram selecionados 3 (três) escritórios de projeto de arquitetura. A seleção destes três escritórios ocorreu a partir da apresentação do método a um grupo de 5 escritórios de desenvolvimento de projetos de arquitetura e complementares, onde 3 destes aceitaram a proposta de servirem como projetos pilotos. O autor optou por não realizar as aplicações de forma simultânea, tendo optado pela realização de um primeiro projeto piloto, avaliando-se uma primeira versão do método proposto e realizando-se possíveis ajustes. Realizando-se estes primeiros ajustes, estava prevista a execução dois outros dois projetos pilotos, que não ocorreram de forma totalmente paralela, ocorrendo um tempo de espera entre o início do 2º e 3º projeto piloto.

Após a elaboração de uma primeira versão do artefato, foi selecionado um escritório de projeto de arquitetura para a execução do método. Durante a aplicação de cada uma das fases do método proposto no trabalho na organização foram obtidas sugestões de melhorias apresentadas de forma espontânea pelos participantes. Ao final da aplicação do método na organização, foi escolhido para a avaliação final da eficácia da aplicação do método a realização de pesquisa “*survey*” (ver modelo da

pesquisa no Apêndice N) com os envolvidos na execução do método dentro da organização. Com os resultados obtidos na pesquisa, mais uma vez foi possível a identificação de melhorias no método.

Com um intervalo de 2 meses após o término da primeira prova de conceito, deu-se início a segunda prova de conceito, já com as melhorias incorporadas no método devido à realização da primeira organização. Porém assim como ocorreu na primeira organização, novos ajustes surgiram para o método, oriundas de intervenções espontâneas dos participantes do projeto piloto dentro da organização, como também da aplicação da avaliação final utilizando-se da pesquisa “survey”.

Uma terceira prova de conceito foi realizada em um novo escritório de projetos de arquitetura e projetos complementares, provocando novos ajustes no método, oriundas de intervenções espontâneas dos participantes do projeto piloto dentro da organização, como também da aplicação da avaliação através da pesquisa “survey”.

As melhorias realizadas no método devido à realização das provas de conceito, comprovou que a solução proposta poderá ser melhorada com a aplicação do método em novos escritórios, porém não este fato descaracterizar a validade do método proposto a seguir, pois segundo a própria DSR, a solução apresentada, não necessariamente será a melhor (DRESCH; LACERDA; MIGUEL, 2015)

3.2.5 Agregação de Valor

O quinto elemento deverá mostrar que a pesquisa deve agregar valor ao conhecimento teórico existente (contribuindo para o avanço do conhecimento geral): As análises dos resultados das 3 provas de conceitos realizadas, comprovou que o artefato poderá realmente produzir maior eficiência nos processos de trabalho, facilitando a implementação do *Lean Design* em escritórios de arquitetura.

As pesquisas do tipo *survey* realizadas com os participantes de cada prova de conceito, no sentido de se obter um feedback da eficiência do método, apresentaram resultados promissores. As pesquisas realizadas para a avaliação da agregação de valor em cada uma das organizações que serviu de projetos pilotos do método, estão apresentadas nos itens 5.1.7, 5.2.7, 5.3.7. O modelo da pesquisa *survey* também está descrito no item 8.14 (Apêndice N).

O objetivo desta pesquisa *survey* nas organizações, foi relacionar os objetivos específicos prepostos na pesquisa com os resultados alcançados na execução do método nas organizações, relacionando as perguntas aos objetivos como demonstrados no Quadro 2.

Quadro 3 - Relacionamento dos objetivos com os itens da pesquisa de avaliação

Objetivos da pesquisa	Item relacionado na pesquisa
Propor um método de implantação do Lean Design em escritórios de projeto de arquitetura e engenharia. OBJETIVO GERAL	O método permitiu a criação dos fluxos de valores atuais e futuros por parte da equipe?
	o método permitiu um entendimento do lean design?
Comprovar a eficácia do método proposto quanto a ações que permitam uma melhor consolidação das mudanças a serem propostas nos processos de projetos, pelas práticas de Lean Design, nos escritório de projeto. OBJETIVO ESPECÍFICO	O método permitiu a identificação de desperdícios nos trabalhos realizados na organização?
Comprovar a eficácia do método proposto quanto a criação de ciclos de melhoria contínua, em relação aos processos de projetos, visando a otimização do tempo de trabalho e redução de desperdícios de atividades que podem resultar em baixa produtividade e menor atenção ao ato projetual. OBJETIVO ESPECÍFICO	O método permite que a equipe continue o trabalho de desenho de novos fluxos e continuar com a eliminação de desperdícios no seu ambiente de trabalho?

Fonte: O autor (2023).

3.2.6 Comunicação

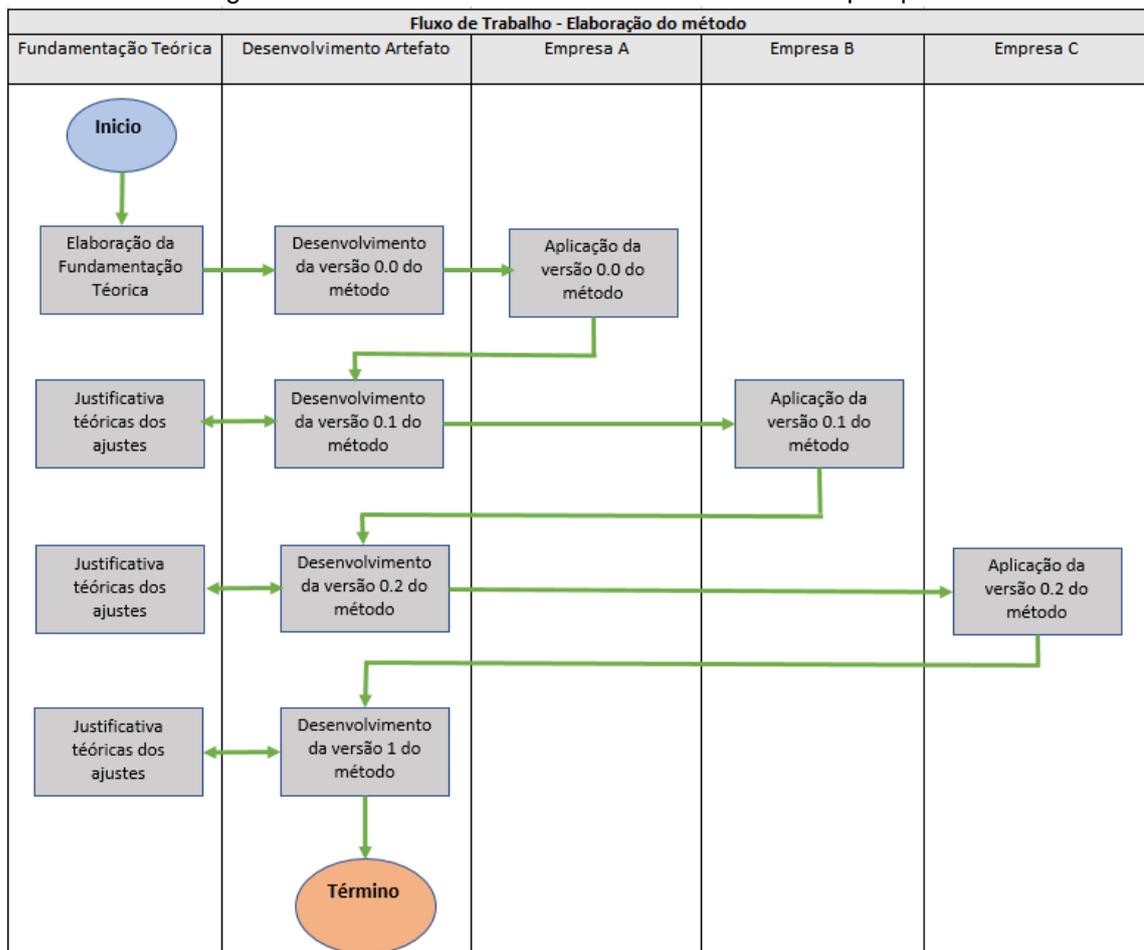
O sexto elemento, relacionado a apresentação das implicações dos resultados para o campo prático, será realizado após o término da pesquisa e sua publicação.

3.3 FLUXO DE TRABALHO

O fluxo de trabalho realizado para a conclusão da pesquisa compreendeu pesquisas teóricas, desenvolvimento do artefato, provas de conceito. Versões do artefato foram criadas à medida que a pesquisa evoluiu. A solução aqui proposta não pode ser considerada como a última, pois melhorias contínuas devem ser realizadas (DRESH et al., 2015).

A Figura 24 apresenta na vertical a divisão do trabalho da pesquisa sendo dividido em 4 fases, e como cada uma destas fases foi realizada.

Figura 24 - Fluxo de Trabalho no desenvolvimento da pesquisa



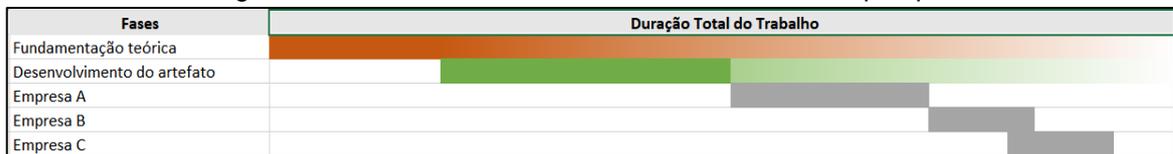
Fonte: O autor (2023).

Evidenciando-se um ciclo de melhorias no desenvolvimento do artefato a cada realização de projetos pilotos (testes em organizações), o que também direcionou

para a realização de pesquisas que pudessem consolidar uma fundamentação teórica para os ajustes realizados.

Embora na Figura 24 as fases induzam a um pensamento de realização linear, elas ocorreram de forma paralela como mostra a Figura 25, onde destaca-se que a fundamentação teórica ocorreu durante todo o desenvolvimento da pesquisa, com mais intensidade no início, porém com o amadurecimento do artefato se fez necessário a realização de novas pesquisas bibliográficas. O desenvolvimento do artefato teve um momento de definição inicial, porém com os experimentos nas 3 organizações se fez necessário a realização de ajustes.

Figura 25 - Fases de Trabalho no desenvolvimento da pesquisa



Fonte: O autor (2023).

4 UM MÉTODO PARA IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN DESIGN

Este capítulo apresenta o método (artefato) proposto por essa pesquisa. Este detalha os processos, procedimentos, técnicas e ferramentas propostas e que serão usadas para a implementação do *Lean Design* em ambientes de desenvolvimento de projetos de arquitetura e de engenharia³, e que serão descritos neste capítulo.

A base conceitual do método proposto aqui foi descrita no capítulo 2 desta pesquisa, e será, durante a descrição do método, referenciado. O método está estruturado na criação de ações visando a utilização do *Lean Design* em escritórios de projeto de arquitetura e engenharia.

É importante destacar que para que se usufrua dos benefícios do *Lean*, é necessário entender que, ao mesmo tempo em que o *Lean* interfere no sistema de produção, tem impacto direto na gestão dos processos, sendo esta (gestão) fundamental para garantir um bom sistema de implantação do *Lean*. Nesse sentido, cabe destacar que a transformação dos processos de produção baseados no *Lean* devem ser a base para sustentação dos ganhos de sua implementação em uma organização (MANN, 2005). Nesse sentido, Mann (2015, p. 11) destaca que:

Os conceitos chaves do *Lean* são facilmente compreendidos e, com relação à maioria dos projetos de engenharia técnicas, os designs *Lean* são facilmente implementados. Ainda, a maioria das tentativas de implementação a produção *Lean* acabam em resultados decepcionantes, e declarações do tipo “o *Lean* não funciona aqui”, ou “com as nossas pessoas”, ou “na nossa indústria”, ou “com nosso produto/processo”, são comuns para justificar os fracassos. (...) Então por que, quando parece tão simples, as implementações *Lean* bem sucedidas são tão difíceis de alcançar? A resposta é um aspecto ignorado, mais crucial do *Lean*. Ele requer uma abordagem totalmente diferente no gerenciamento do dia a dia e hora a hora, em comparação a qualquer coisa com a qual os líderes em ambientes convencionais de ‘filas e lotes’ estão familiarizados ou se sentem confortáveis (MANN, 2005, p. 11).

É com base nessa abordagem do problema descrito por Mann (2005) que o método proposto (artefato) foi pensado e desenvolvido neste trabalho. O método

³ Projetos de arquitetura e engenharia; projeto de arquitetura, projeto de estrutura, projeto de instalações elétricas e hidráulicas, projeto de fundações, projetos de incêndio, etc.

aborda o problema descrito por Mann (2005), quanto a falta de uma visão de gerenciamento do trabalho a ser executado para a implantação do *Lean Design*.

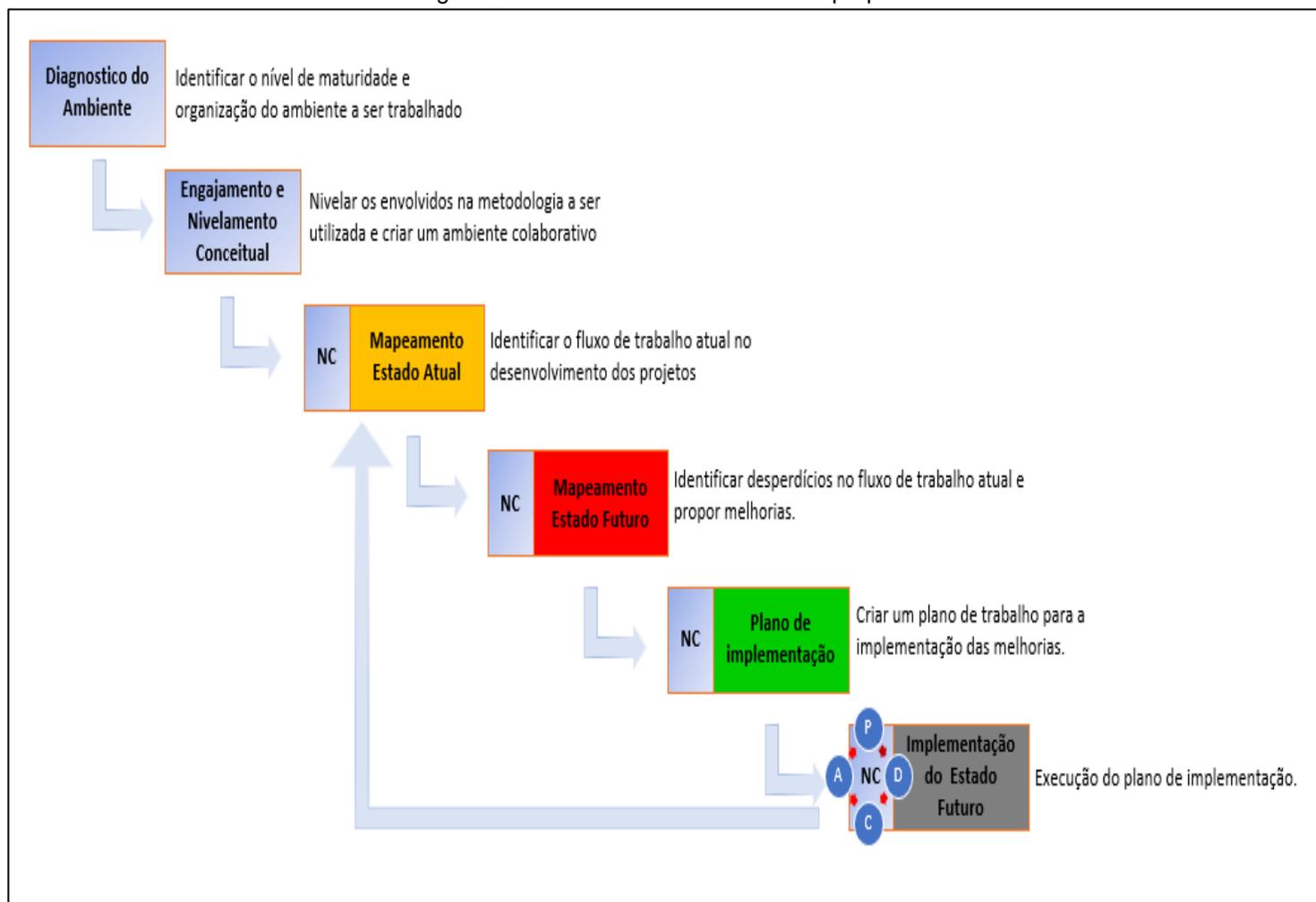
Apoderando-se da definição de fases de execução de um projeto *Lean*, apresentada no tópico 2.3.5 da revisão da literatura, assim como, do processo metodológico para utilização do DSR, no qual está baseado esse trabalho (DRESCH et al., 2015), foi desenvolvido um método de implementação do *Lean Design* nos escritórios de projeto de arquitetura e engenharia. Este prevê a execução do método (artefato) em fases, a serem trabalhadas preferencialmente de forma sequenciada inicialmente, porém cíclica em sua continuidade.

O método (artefato), proposto por esse trabalho, é composto de 6 fases, cada uma das quais com objetivos bem definidos. As Figuras 26 e 27, apresentam as 6 fases do método proposto e a sequência de sua execução. Cada fase tem objetivos definidos, sendo:

- a) **Fase de diagnóstico do ambiente:** Tem o objetivo de compreender a organização atual do ambiente que irá sofrer a interferência da implementação do *Lean Design*, não somente quanto à existência de processos e conhecimentos de *Lean* por parte dos integrantes da equipe, como também de métodos, técnicas e ferramentas hoje presentes no ambiente, ação enfatizada por Mann (2005) como crítica para se iniciar uma jornada *Lean* e ratificada no PMBOK (2021), como importante para a execução de qualquer projeto;
- b) **Fase de engajamento e Nivelamento conceitual:** Tem o objetivo de promover uma participação mais efetiva de todas as pessoas da equipe envolvida nos trabalhos a serem desenvolvidos, além do entendimento de toda a equipe quanto às fases futuras dos trabalhos. Segundo Mann (2005) e Liker (2005), esta ação é a base para a criação de uma consciência colaborativa de toda a equipe;
- c) **Fase de Mapeamento do Estado Atual:** Tem o objetivo de documentar os processos atualmente realizados no ambiente da organização. Essa documentação será a base das análises de melhorias da fase seguinte. Segundo Rother e Shook (2012) e Tapping e Shuker (2010), a falta da realização desta documentação é impeditiva a execução da implantação de uma jornada *Lean* nas organizações;

- d) **Fase de Mapeamento do estado Futuro:** Tem o objetivo de analisar os processos atualmente em execução na organização, descobrir desperdícios e propor melhorias a serem implementadas. Ação subsequente à elaboração do Mapeamento do Estado Atual, segundo Rother e Shook (2012) e Tapping e Shuker (2010);
- e) **Fase de Plano de Implementação:** Tem o objetivo de criar um planejamento para a implementação das melhorias identificadas na fase anterior. O método proposto tem como base o entendimento de uma jornada *Lean*, como a realização de um projeto e sem este planejamento, coloca-se em risco todos os frutos das fases anteriores. O PMBOK (2021), LCI (2007) com ênfase no *last planner system*, e (MANN, 2005), retratam a importância da execução deste planejamento e a sua falta como um risco ao atingimento dos objetivos propostos; e
- f) **Fase de Implementação do Estado Futuro:** Tem o objetivo de implementar, com base no plano da fase anterior, as melhorias identificadas e verificar se os objetivos propostos foram alcançados, realizando-se caso necessário, ajustes nas proposições. Essa fase é a mais longa do método e pode ter ciclos de repetição de execução como o proposto pelo PMBOK (2021) quando se referindo a fase de programas, ou o LCI (2007) quando trabalhando com *Last Planner System*. Para cada mudança proposta quando colocada em execução, um ciclo PDCA's deve ser criado.

Figura 26 - Visão das fases do método proposto



Fonte: O autor (2023).

Figura 27 - Visão das fases do método proposto

	DIAGNOSTICO DO AMBIENTE	ENGAJAMENTO E NIVELAMENTO CONCEITUAL	MAPEAMENTO ESTADO ATUAL	MAPEAMENTO ESTADO FUTURO	PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO	IMPLEMENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO
Objetivo da Fase	Identificar o nível de maturidade e organização do ambiente a ser trabalhado	Nivelar os envolvidos na metodologia a ser utilizada e criar um ambiente colaborativo	Identificar o fluxo de trabalho atual no desenvolvimento dos projetos	Identificar desperdícios no fluxo de trabalho atual e propor melhorias	Criar um plano de trabalho para a implementação das melhorias	Execução do plano de implementação
Processos da Fase	<ul style="list-style-type: none"> • Coleta de dados através de Questionários individuais ou entrevistas • Consolidação e análise dos dados • Fechamento da fase de Diagnóstico 	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento de nivelamento conceitual • Apresentação do método de trabalho • Treinamento em Last Planner System • Planejamento dos Trabalhos • Apresentação do Modelo de acompanhamento • Fechamento da fase de Engajamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento nas ferramentas • Levantamento do estado atual • Apresentação do estado atual • Fechamento da fase 	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento nas ferramentas (Identificação de desperdícios) • Análise de Melhoria no estado Atual • Redesenho dos Processos • Validação dos processos • Fechamento da fase 	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamento de planejamento • Definição das implementações • Planejamento das implementações 	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboração do Planejamento semanal • Execução do Planejamento Semanal • Avaliação do Trabalho semanal
Ferramentas utilizadas na Fase	<ul style="list-style-type: none"> • Questionários Survey; • Entrevistas 	<ul style="list-style-type: none"> • Treinamentos em; <ul style="list-style-type: none"> o Lean design; o Last Planner system. 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica de Mapeamento do fluxo de valor atual. 	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica de Mapeamento do fluxo de valor futuro 	<ul style="list-style-type: none"> • Last Planner System 	<ul style="list-style-type: none"> • Last Planner System
Produtos entregues na Fase	Diagnostico do ambiente no qual se irá trabalhar	Treinamento de nivelamento concluídos	Mapa de fluxo de valor atual do fluxo a ser trabalhado	Identificação de desperdícios e mapa de fluxo de valor futuro	Planejamento da implementação do mapa de fluxo de valor futuro	Acompanhamento do planejamento semanal para concretização do planejamento geral.

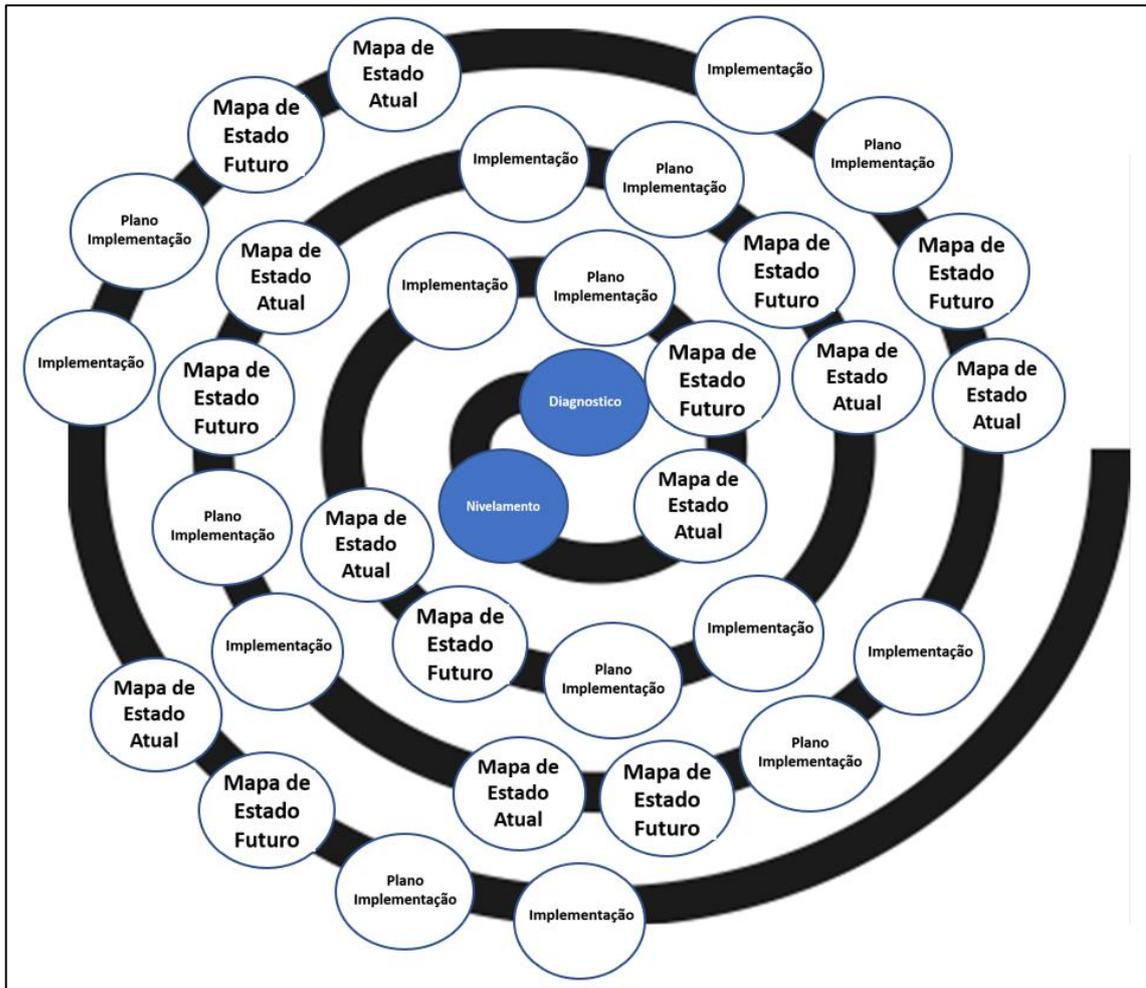
Fonte: O autor (2023).

É possível observar nessas figuras um retorno da fase de Implementação do Estado Futuro, para a fase de Mapeamento do Estado Atual. Este entendimento é importante para a efetividade do método e continuidade das melhorias do ambiente no qual este está sendo executado. O *Lean* tem como base a busca constante da melhoria, e uma das principais ferramentas utilizadas pela própria Toyota na busca do aperfeiçoamento de seus processos de trabalhos, é o PDCA (ver item 2.6.2.4 da revisão bibliográfica).

Apoderando-se dos fundamentos da Toyota, quanto a busca incessante da melhoria de seus processos de trabalho, com base no ciclo PDCA (SOBEK II; SMALLEY, 2010), concluído um ciclo de execução das 6 fases, novos ciclos de buscas e identificação de desperdícios devem ocorrer, com a execução cíclica do método a partir da fase 3, não sendo necessário a execução das duas primeiras fases, quando o trabalho ocorrer com a mesma equipe de trabalho.

Um detalhamento melhor do ciclo PDCA, relacionado ao método proposto, encontra-se na Figura 28, que representa de forma esquemática ciclos PDCA's sendo executados de forma sucessivas. Os dois processos em azul no centro da figura, representa os processos de diagnóstico e nivelamento conceitual, que considerando a realização dos trabalhos pela mesma equipe, só necessitam ser executados uma única vez, e a partir daí a execução das fases seguintes, sucessivamente, buscando-se sempre a identificação de novos ajustes no sentido de melhorar os resultados do escritório em seus processos de projeto.

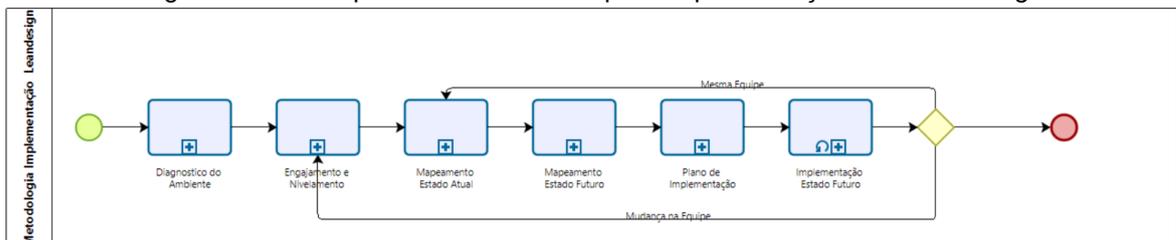
Figura 28 - Similaridade do método proposto com o ciclo PDCA



Fonte: O autor (2023).

Outro olhar da visão esquemática do método, agora com uma perspectiva de BPMN é apresentado na Figura 29.

Figura 29 - Macroprocesso do Método para Implementação do *Lean Design*



Fonte: O autor (2023).

Nesta, é possível ver claramente a ideia do macroprocesso do método proposto, onde cada uma das fases deve ser executada na sequência apresentada.

Exceções podem ocorrer quando da aplicação do método de forma repetida na organização, onde fases e processos podem não ser necessários. Um exemplo desta ocorrência está na não necessidade de execução das duas primeiras fases quando da segunda, ou mais, execução do método dentro da organização onde a equipe envolvida seja a mesma.

Na Figura 29, destaca-se que para a execução do método por uma mesma equipe da organização, poderá ser iniciado o mesmo na 3 fase, porém ocorrendo-se mudanças na equipe envolvida, o método sugere o início dos trabalhos na 2 fase.

Para uma compreensão melhor do método proposto, será apresentado a seguir um detalhamento de cada uma das suas fases, subfases, ou subprocessos existentes, assim como, propostas de técnicas e ferramentas associadas ao método, como modelos de questionários, roteiros de entrevistas, estruturas de treinamentos etc., além dos produtos a serem gerados ao término das fases. Ressalta-se, porém, que as técnicas e ferramentas apresentadas, não são de uso obrigatório no método proposto. Embora usadas para estruturação do método proposto, outras técnicas e ferramentas não descritas podem também ser empregadas, podendo ser mais bem estruturadas em função do perfil da equipe que esteja utilizando o método proposto.

4.1 DIAGNÓSTICO DO AMBIENTE DE TRABALHO

A base de todo o trabalho *Lean* se encontra em quatro elementos básicos de gerenciamento: padronização dos processos de trabalho; utilização de controles visuais; comprometimento pelos trabalhos diários (por parte da equipe); e disciplina da liderança (MANN, 2005). Liker e Hoseus (2009) enfatizam que um outro pilar de sustentação do *Lean* nas organizações é a existência de um profundo respeito pelas pessoas, com o respeito às suas ideias e a construção de uma cultura de confiança mútua.

Assim, antes de se iniciar a jornada pela implementação do *Lean* em qualquer organização, torna-se necessário o entendimento do nível de maturidade do ambiente produtivo quanto aos elementos relacionados acima (MANN, 2005; LIKER; HOSEUS, 2009), sendo isso um dos objetivos desta fase, além da busca de evidências sobre a existência de trabalhos anteriormente realizados sobre registro de processos de

trabalho, e um entendimento do nível de conhecimento da equipe da organização quanto aos conceitos de *Lean* e engenharia simultânea.

Para a coleta de dados necessária para a execução desta fase do método, foi priorizado o método de pesquisa Teórica-Empírica-metodologia-prática, devido à necessidade da mesma ser, segundo Fantinato (2015, p. 5-7):

Teórica, Dedicada a (re) construir teoria, conceitos, ideias, ideologias, polêmicas, tendo em vista, em termos imediatos, aprimorar fundamentos teóricos. Não implica intervenção na realidade, mas cria condições para tal intervenção; Empírica, segundo, recolhimento de dados a partir de fontes diretas (pessoas) que conhecem, vivenciaram ou tem conhecimento sobre o tema, fato ou situação e que, podem causar diferenciação na abordagem e entendimento dos mesmos; Metodológica, voltada para a inquirição de métodos e procedimentos adotados como científicos; Prática, que segundo trata-se da pesquisa ligada à prática de conhecimento científico para fins explícitos de intervenção na realidade, mas sem perder o rigor metodológico FANTINATO, 2015, p. 5-7).

O procedimento escolhido foi o de pesquisa com survey, pois de acordo com Fantinato (2015, p. 24), “é a pesquisa que busca informação diretamente com um grupo de interesse a respeito dos dados que se deseja obter [...] nesse tipo de pesquisa, o respondente não é identificável, portanto, o sigilo é garantido”.

Segundo Freitas *et al.* (2000, p. 105):

O método survey é apropriado como método de pesquisa quando se deseja responder a questões do tipo “o quê?”, “por que?”, “como?”, “quanto?”, ou seja, quando o foco de interesse é sobre “o que está acontecendo” ou “como e por que isso está acontecendo (FREITAS *et al.*, 2000, p. 105).

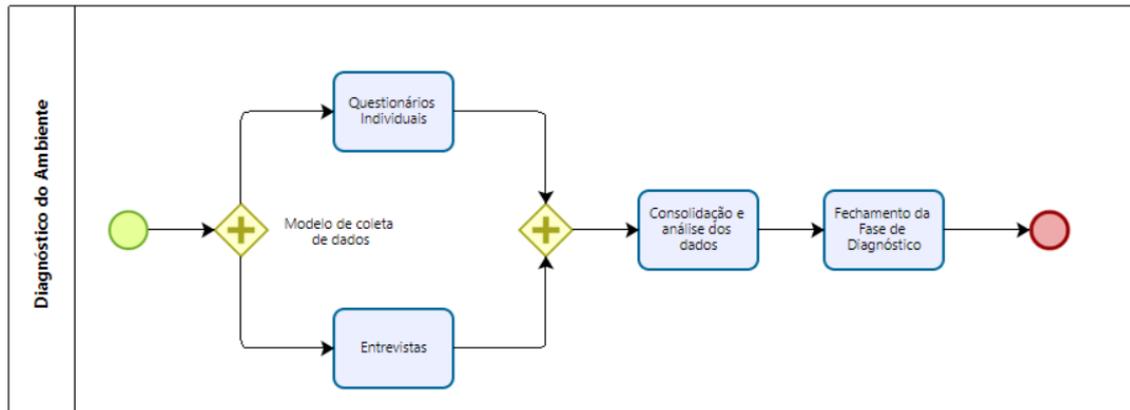
Para a realização de adaptações do método à realidade da organização (escritório de arquitetura) na qual se intervirá, poderá ocorrer a escolha de outros métodos de coleta dos dados, como por exemplo:

- a) Entrevistas semiestruturadas com as pessoas envolvidas (COELHO, 2017);
- b) Entrevistas estruturadas, com a aplicação de questionários e visando constatar as informações fornecidas, realização de entrevistas (COELHO, 2017); e
- c) Análise documental, com a análise de documentos disponíveis no ambiente de trabalho (COELHO, 2017).

Uma decisão deverá ser feita quanto ao modo de como essa coleta de dados deverá ser realizada, definindo-se qual o modelo a ser utilizado, podendo-se inclusive realizar o levantamento com a utilização de mais de uma forma (COELHO, 2017).

A ordem de execução dos processos dessa fase do método está representada na Figura 30, e o detalhamento de cada um destes processos é realizado a seguir.

Figura 30 - Processo de Diagnóstico do Ambiente que irá sofrer a Implementação do *Lean Design*



Fonte: O autor (2023).

4.1.1 Questionários

Uma ferramenta para a realização do processo de levantamento de dados, poderá ser através de questionários, utilizando-se o procedimento *survey*, priorizando-se o anonimato das respostas. Um modelo de questionário se encontra no Apêndice A.

A equipe não poderá se restringir somente aos membros envolvidos diretamente com a elaboração dos projetos arquitetônicos. Os líderes envolvidos também deverão ser entrevistados, para que dessa forma participem ativamente do processo (PMBOK, 2021; MANN, 2015).

4.1.2 Entrevistas

Entrevistas, com os membros da equipe que participarão do trabalho de implementação do *Lean*, também poderão ser utilizadas neste processo de levantamento de dados (COELHO, 2017).

Ele alerta feito com realização dos questionários é válido para essa ferramenta, no que se refere ao fato do público não pode se restringir somente aos membros envolvidos diretamente com a elaboração dos projetos arquitetônicos e de engenharia. Um roteiro para a realização destas entrevistas se encontra no Apêndice B.

4.1.3 Consolidação dos dados e análise dos dados

Após a realização das entrevistas e/ou recolhimentos dos questionários, um processo de consolidação dos dados levantados deverá ser realizado, não sendo realizado nenhum diagnóstico, pois esta ação será realizada no processo seguinte e de forma colaborativa com toda a equipe.

4.1.4 Fechamento da fase de Diagnóstico

A devolução das informações quanto ao estudo diagnóstico do ambiente deverá ser repassada para a equipe, visando a criação de um entendimento comum quanto à realidade do ambiente produtivo da organização e a realização colaborativa de um diagnóstico do ambiente. Esse repasse poderá ser realizado através de um seminário com a participação de toda a equipe. O término dessa fase se concretiza com a realização de um planejamento para a realização da fase seguinte.

4.2 FASE DE NIVELAMENTO CONCEITUAL

Considerando que o foco do método proposto é, em última análise, a implementação do *Lean Design* na organização, nada mais correto e coerente do que fazer-se uso dos conceitos do *Lean* (ver item 2.6.1 da revisão da literatura), com relação a seu planejamento e execução.

Assim os elementos básicos do *Lean* (padronização dos processos de trabalho, utilização de controles visuais, comprometimento da equipe, disciplina da liderança e busca pela melhoria contínua), deverão ser trabalhados na execução do método proposto. Essa ação promoverá uma retroalimentação do *Lean* na organização, colocando-se em uso, já no trabalho de implantação do *Lean Design*, práticas de

trabalho que deverão também ser utilizadas nos processos de trabalho da própria organização, no sentido de manter os resultados alcançados. Relembrando que a base de todo o trabalho *Lean*, é a melhoria contínua do ambiente produtivo, com a padronização e estabilidade dos processos (MANN, 2005).

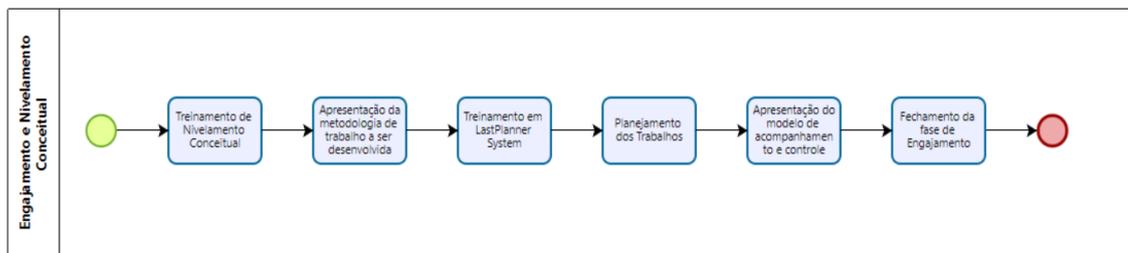
Ao final dessa fase a equipe envolvida deverá ter o entendimento de todo o método a ser trabalhado, desde o planejamento dos trabalhos a serem realizados até a compreensão de como serão realizadas as fases seguintes.

Reconhecendo-se a natureza diversa das organizações, mesmo estando todas relacionadas a produção de um mesmo tipo de produto (projetos de uma edificação), não pode-se imaginar aqui a entrega de um modelo padrão de planejamento (Relação de atividades, duração das atividades, etc.) a ser executado por todos os ambientes produtivos de um ou vários escritórios de projeto de um edifício, devendo aos participantes, a tarefa de elaboração dos mesmos, considerando todas as particularidades das suas organizações.

Um dos principais erros que pode ocorrer no trabalho de implementação das técnicas *Lean* em uma organização é tentar copiar as ações realizadas por outra organização, mesmo que estas tenham se demonstrado satisfatórias e direcionado aos objetivos previstos. Toda organização é única em seu contexto organizacional e as técnicas e atividades necessárias à implementação do *Lean*, deverão ser pensadas e adaptadas à sua cultura e organização (LIKER; CONVIS, 2013).

Os processos dessa fase do método estão presentes na Figura 31, onde se encontram representados os 6 processos e a ordem que devem ser executados para a completude da fase. O detalhamento de cada um dos processos é realizado a seguir.

Figura 31 - Processo engajamento e Nivelamento Conceitual



Fonte: O autor (2023).

4.2.1 Treinamento de Nivelamento Conceitual

Os treinamentos nada mais são do que uma preparação dos integrantes de uma organização, para a realização das suas rotinas de trabalho, objetivando-se uma melhora dos seus desempenhos e qualidades, focando-se acima de tudo em um aumento da sua motivação pessoal, e com isso um aumento de seu rendimento (ALMEIDA et al., 2016).

O *Lean*, ao ter como meta as melhorias contínuas dos resultados dos trabalhos, também se baseia na melhoria dos processos. Um dos principais pressupostos para que isso venha a ocorrer é a existência de treinamentos. A melhoria nos processos só irá ocorrer, caso os envolvidos na sua execução recebam os treinamentos necessários (LIKER; CONVIS, 2013).

Uma das bases de melhoria contínua presente no método proposto por esta pesquisa, é a existência de treinamentos, não somente nessa fase, como também no início de todas as fases seguintes. Estes visam preparar os participantes para a operacionalização das ferramentas e técnicas necessárias para os processos/atividades propostos. Um roteiro para a realização do treinamento de Nivelamento Conceitual desenvolvido por esta pesquisa está presente no Apêndice C.

4.2.2 Apresentação do método de trabalho para a execução da implantação do Lean Design na organização

O método que está sendo proposto para a implantação do *Lean Design* nos escritórios de projeto de arquitetura e engenharia é baseado em fases e processos de trabalho. Não se deve considerar esse método como algo “engessado”, pois como o próprio *Lean* prega, melhorias contínuas deverão ser incorporadas aos processos e procedimentos que aqui estão sendo apresentados, assim como a cultura e métodos de trabalho particulares de cada um dos escritórios de projeto devem ser considerados.

Considerando a necessidade do conhecimento dos processos e procedimentos de trabalho presentes no método proposto por toda a equipe envolvida, deverá ser realizado um treinamento de apresentação do próprio método. Este tem como objetivo

que todos os integrantes entendam o trabalho a ser realizado e, assim possam, de maneira conjunta, elaborar um plano de trabalho para a sua execução.

Deve-se ressaltar que na execução desse treinamento, o próprio método e ferramentas *Lean* já se encontram em execução e isso deverá ser entendido pelos participantes, retroalimentando assim o processo de melhoria. Um roteiro desenvolvido para a realização do treinamento de apresentação do método está presente no Apêndice D.

4.2.3 Treinamento da equipe em Last Planner System

Os modelos tradicionais de planejamento podem não ser os mais adequados ao planejamento de um trabalho baseado no *Lean Design*. Uma metodologia específica para a realização do planejamento e do controle da execução é apresentada pelo *Lean Institute*, o *Last Planner System* (LPS). Para maiores detalhes do LPS, ver o item 2.6.2.3 da revisão da literatura.

Um treinamento de nivelamento conceitual da equipe em LPS, deverá ser realizado. Neste, toda a equipe participará ativamente do planejamento dos trabalhos a serem realizados e deverão ter ciência de como a execução do projeto será controlada. Um roteiro para a realização do treinamento de LPS, desenvolvido por este trabalho está presente no Apêndice E.

4.2.4 Planejamento dos trabalhos a serem desenvolvidos

Tendo a equipe participado do treinamento em LPS, deverá ser definido um planejamento para a realização dos trabalhos, objetivando-se a conclusão das fases seguintes do método proposto.

Ao final desse processo a equipe deverá ter:

- a) Tomado ciência do cronograma de longo prazo, realizando uma validação do mesmo. Ver modelo no Apêndice F;
- b) Realizar um primeiro detalhamento do cronograma de médio prazo, definindo-se quais são as próximas atividades a serem realizadas em um horizonte de 1 a 2 meses. Ver modelo no Apêndice G; e

- c) Realizar o fechamento da primeira programação semanal, com as atividades a serem realizadas para a primeira semana de trabalho. Um modelo de programação semanal é apresentado no Apêndice H.

Também faz parte dos objetivos dessa fase do método, a definição dos modelos de comunicação a serem adotados para divulgação dos documentos gerados na execução do todo o método. A transparência e visibilidade desses documentos são fatores de grande importância para o comprometimento da equipe e promove um acompanhamento de todos.

Como ferramenta de comunicação e controle do planejamento semanal, um quadro *Kanban* poderá ser utilizado, conforme modelo apresentado no Apêndice A. Ver item 2.6.2.2 da revisão bibliográfica. Outras ferramentas de comunicação poderão ser definidas e utilizadas, como por exemplo *softwares* específicos e já utilizados pela organização.

4.2.5 Apresentação do modelo de acompanhamento e controle dos trabalhos planejados

O *Lean* se caracteriza por ser um modelo de gestão baseado no aprendizado constante e busca de melhorias contínuas nos processos (MANN, 2005). Para que isso se torne realidade, torna-se obrigatória realização de procedimentos de análise e verificações de desvios, nos planejamentos realizados.

O modelo de acompanhamento e controle da execução das tarefas previstas no planejamento deve ser de conhecimento de toda a equipe. O LPS preconiza que essa rotina de trabalho deve ser realizada periodicamente, sendo muito utilizado o espaço temporal de uma semana, realizando-se uma reunião com a participação de toda a equipe. Nessa reunião são verificados se todos os trabalhos previstos para o período foram realizados e caso tenham ocorridos desvios, uma análise dos motivos que causaram esses desvios e a criação de ações no sentido de evitar novamente a sua ocorrência deverão ser realizadas (LCI, 2007).

Os procedimentos de acompanhamento e controle dos planejamentos realizados deverão ser definidos e de conhecimento de todos (MANN, 2005). O treinamento

sobre esses procedimentos, está presente no treinamento de *Last Planner System*, tópico 4.2.3.

Outro aspecto a ser trabalhado, e embora esteja descrito aqui, poderá ser objeto de atenção durante toda a fase de nivelamento conceitual, é a identificação de conflitos de interesse por parte dos membros da equipe que irá participar dos trabalhos. A pessoa que esteja conduzindo os trabalhos, deverá ter especial atenção a esta identificação, resolvendo-os colaborativamente e criando definições de objetivos aceitos por todos os integrantes.

4.2.6 Fechamento da fase de Engajamento

O término dessa fase se concretiza com a realização de um planejamento para a realização da fase seguinte.

4.3 LEVANTAMENTO DO ESTADO ATUAL

Essa fase tem a finalidade do entendimento e documentação dos processos atuais presentes no ambiente que está sendo trabalhado para a implementação do *Lean*. Segundo Dantas Filho (2016, p. 43):

Visualizar o projeto apenas como um modelo de conversão é a perspectiva tradicional na qual ele é dividido em subprocessos e cada um deles é realizado por um especialista que transforma as suas percepções sobre os requisitos do cliente em decisões de projeto (DANTAS FILHO, 2016, p. 43).

O *Lean*, e nesse caso o *Lean Design*, permite que o processo de elaboração de projetos de edifícios, seja visto de outra perspectiva, não só como um modelo tradicionalmente de conversão, mas sim como um modelo de fluxo de informações e valor, o que permite descobrir e analisar aspectos comumente desconsiderados (FREIRE; ALARCÓN, 2002).

O *Lean Design* se concentra na descoberta e prevenção de atividades que não agregam valor ao resultado dos trabalhos, assim como, ocorrências de retrabalho. Porém não se resume somente a isto, pois todos os 7 tipos de desperdícios deverão ser analisados. Para a descobertas de atividades que não agregam valor, busca-se analisar a real necessidade da existência de cada uma das tarefas e comunicações

que estão presentes nos fluxos de processos, com a eliminação daqueles itens que não agregam valor ao produto. Porém deve-se ter ciência que podem existir atividades que não agregam valor ao trabalho final, porém são necessárias a conclusão destes mesmos trabalhos, e, nesses casos, essas atividades não podem ser eliminadas (WOMACK; JONES, 1996).

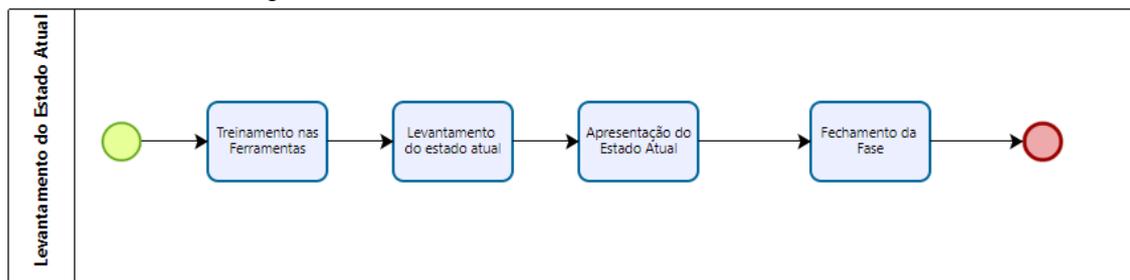
Atividades que não agregam valor ao produto, porém são essenciais à boa condução dos trabalhos, são as relacionadas à elaboração e controle de cronogramas. Já para escritórios de projetos, temos a atividade de compatibilização dos projetos, cuja finalidade é encontrar conflitos entre os projetos e que, quando ocorre, direciona para um retrabalho por parte dos projetistas envolvidos. Através de um trabalho colaborativo e com utilização do BIM, muitos destes erros encontrados no processo de compatibilização poderiam ser evitados, o que é definido como Clash Avoidance (AKPONEWARE; ADAMU, 2017).

Para a avaliação crítica dos processos de projeto, podem ser utilizadas um conjunto de ferramentas *Lean* como; Gemba (vá-ver), Mapa e Fluxo de Valor Atual, Benchmarking, diagramas de raias (*swim-lane*). Ver item 2.6.2 desta dissertação.

O produto dessa fase é o levantamento e documentação dos processos de trabalho atuais do ambiente onde será realizada a implementação do *Lean Design*.

O fluxo de trabalho para a realização da fase é apresentado na Figura 32. Nesta visualizam-se os 4 processos que devem ser realizados na sequência apresentada.

Figura 32 - Processo de Levantamento do Estado Atual



Fonte: O autor (2023).

4.3.1 Treinamento nas ferramentas

Para a execução desta fase, deverá ser inicialmente realizado um treinamento da equipe nas ferramentas *Lean* a serem utilizadas. O método proposto prevê o uso de duas ferramentas: Diagrama de raias (*Swimlanes*) e Mapa Fluxo de Valor Atual. Um detalhamento de cada uma dessas ferramentas foi apresentado no item 2.5.1 e 2.6.2 da revisão de literatura. Um roteiro para a elaboração desse treinamento é apresentado no Apêndice J.

4.3.2 Levantamento do estado atual

A equipe, já com o conhecimento das técnicas e ferramentas a serem utilizadas, deverá realizar um levantamento e documentação de suas rotinas de trabalho atuais. O produto dessa fase é chamado de “Fluxo de valor atual” (ROTHER; SHOOK, 2012).

Um roteiro que a equipe poderá seguir para a realização desse trabalho é apresentado a seguir (ROTHER; SHOOK, 2012; DANTAS FILHO, 2016):

- a) Realizar um levantamento do Mapa de Fluxo de Valor Atual;
- b) Realizar reuniões com a equipe para apresentação e análise do Mapa de Fluxo de Valor Atual elaborado, no sentido de encontrar inconsistência nos mesmos; e
- c) Realizar ajustes no Mapa de Fluxo de Valor e voltar ao passo anterior até que a equipe entenda que o fluxo desenhado reflete realmente os procedimentos adotados na organização para a realização do trabalho.

Nessa etapa dos trabalhos não se faz obrigatoriamente presente os líderes da organização. Esse processo só deverá ser considerado concluído, quando ocorrer a concordância, por parte de toda a equipe, sobre o conteúdo dos documentos gerados.

4.3.3 Apresentação do estado atual

O levantamento dos processos atuais de trabalho, através do Mapa de Fluxo de Valor, deverá ser apresentado para toda a equipe e para os seus líderes, para que, mais uma vez, sejam avaliados e aprovados. Essa apresentação difere da realizada no item anterior, devido à presença obrigatória dos líderes da organização. Durante a apresentação e validação dos documentos, poderão ocorrer necessidades de ajustes nos mesmos. Caso ocorra, estes deverão ser ajustados imediatamente para que possam novamente ser avaliados.

4.3.4 Fechamento da fase

Ocorrendo a aceitação dos documentos com relação aos documentos produzidos nessa fase do método proposto, deverá ser analisado se a execução dos trabalhos ocorreu de acordo com o planejamento anteriormente elaborado. Ocorrendo-se desvios, estes deverão ser registrados e suas causas analisadas, para que em trabalhos futuros possam ser evitados (PMBOK, 2021; LCI, 2007). O término dessa fase se concretiza com a realização de um planejamento para a fase seguinte.

4.4 MAPEAMENTO DO ESTADO FUTURO

Essa fase tem a finalidade de promover uma análise nos processos de projetos identificados na fase anterior e registrados no Mapa de Fluxo de valor Atual, para a descoberta de fontes de desperdícios, proporcionando melhorias em todo o fluxo identificado (ROTHER; SHOOK, 2012), e posterior elaboração do novo mapa de processos, intitulado de Mapeamento do Estado Futuro.

Desperdícios na execução dos trabalhos de elaboração de projetos arquitetônicos e de engenharia, podem estar relacionados a ocorrências descritas abaixo, porém não se limitando somente a:

- a) Registro de informações em excesso nos projetos, ou em fases de desenvolvimento do projeto, como por exemplo um alto nível de

detalhamento das informações, sem que se valide a real necessidade destas na fase atual ou para a fase seguinte;

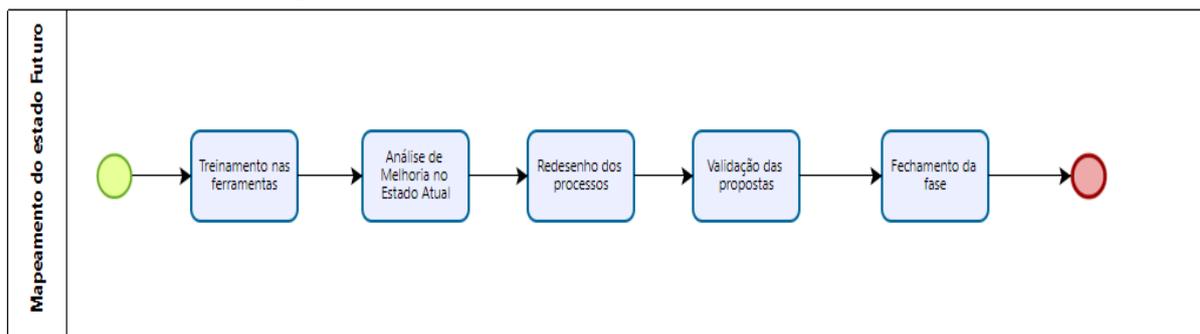
- b) O contrário do item anterior caracterizado como um baixo nível de detalhamento das informações necessárias no projeto, o que provocará a necessidade de retrabalho futuro, devido ao risco de alterações nos projetos, quando da disponibilização das informações faltantes;
- c) Paralisação dos trabalhos pelos membros da equipe, devido à espera de informações solicitadas;
- d) Retrabalhos provocados pela necessidade de ajustes nos projetos devido a elaboração deles com base em informações não validadas anteriormente, ou premissas assumidas pela equipe sem a devida validação com o cliente;
- e) Falta de colaboração da equipe quanto a execução dos trabalhos; e
- f) Falta de treinamento nas ferramentas utilizadas.

Lévárdy e Tyson (2009 apud MAZIONE et al., 2021), relacionaram as seguintes causas como de retrabalho no fluxo de informações do processo de projeto:

- a) Acoplamento intrínseco entre as atividades, por serem as atividades estruturalmente interdependentes e não podem ser executadas sem assumir, trocar, verificar e atualizar as informações;
- b) Sequência deficiente de atividades, quando a informação é gerada demasiadamente tarde, o que obriga outras atividades a esperar ou a fazer suposições que podem não se confirmar depois;
- c) Atividades incompletas, quando a informação para a atividade posterior não está totalmente disponível, mesmo que a atividade posterior tenha começado;
- d) Comunicação deficiente, quando a informação não é transmitida de forma clara, rápida e apropriada;
- e) Alterações na entrada de informações, quando a informação externa utilizada e posteriormente alterada, provocando retrabalho de parte ou da totalidade do processo; e
- f) Erros, quando uma informação defeituosa é criada inadvertidamente e posteriormente identificada como errada.

O fluxo de trabalho para a realização da fase é apresentado na Figura 33, onde visualiza-se os 5 processos que devem ser realizados na sequência informada. O detalhamento de cada um dos subprocessos é realizado a seguir.

Figura 33 - Processo de Levantamento do Estado Futuro



Fonte: O autor (2023).

4.4.1 Treinamento nas ferramentas

As ferramentas a serem utilizadas nessa fase do método são as mesmas da fase anterior, porém os objetivos agora serão diferentes. Na fase anterior buscou-se o entendimento de como estão sendo realizados os trabalhos dentro do ambiente de desenvolvimento de projetos que está sendo trabalhado. Nessa fase, utiliza-se os documentos anteriormente desenvolvidos, porém busca-se a identificação dos desperdícios presentes na execução dos processos.

Para um entendimento dos tipos de desperdícios que podem ocorrer em um ambiente produtivo, ver item 2.6.1 da revisão de literatura dessa dissertação. Um treinamento para a equipe sobre como deverão ser identificados e documentados esses desperdícios deverá ser realizado. Um roteiro para a elaboração desse treinamento é apresentado no Apêndice K.

4.4.2 Análise de Melhoria do Estado Atual

A equipe, já com conhecimentos das técnicas e ferramentas a serem utilizadas para a identificação dos desperdícios que podem estar presentes nas rotinas de trabalho registradas no Mapa de Fluxo de Valor atual, realiza a identificação de fontes de desperdícios e identifica os ajustes nos processos no sentido de mitigar os desperdícios identificados. Os ajustes deverão ser registrados ainda no Mapa de Fluxo de Valor Atual. Normalmente estes registros são feitos com a inserção de estrelas no mapa, indicando a necessidade de eventos *Kaisen* (ver item 2.6.2.1.2).

4.4.3 Redesenho dos processos

Uma nova documentação dos processos deverá ser realizada, incorporando agora as melhorias propostas. O novo mapa, nomeado neste momento de Mapa de Estado Futuro, deverá ser apresentado para toda a equipe. O redesenho dos processos só deverá ser considerado concluído quando ocorrer a aceitação dos ajustes por parte de toda a equipe.

4.4.4 Validação das propostas

As propostas de melhoria nos processos, deverão ser apresentadas para toda a equipe e aos seus líderes, para que possam ser assim avaliadas e aprovadas. Durante a apresentação para a equipe e líderes, poderão ocorrer registros de modificações nos documentos. Estes deverão ser realizados imediatamente para que possam ser novamente avaliados e aprovados.

4.4.5 Fechamento da fase

Ocorrendo a aceitação das propostas de modificações no Mapa de Fluxo de valor atual, geradas nessa fase do método, deverá ser analisado se a execução dos trabalhos nesta fase do método, ocorreu de acordo com o planejamento anteriormente elaborado. Ocorrendo-se desvios, estes deverão ser registrados e suas causas

analisadas. O término dessa fase se concretiza com a realização de um planejamento para a realização da fase seguinte.

4.5 PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO

Na fase anterior, criação do “Mapa do Estado Futuro”, são identificados um conjunto de melhorias que podem ser implementadas nos processos de trabalhos com o intuito de eliminar os desperdícios identificados.

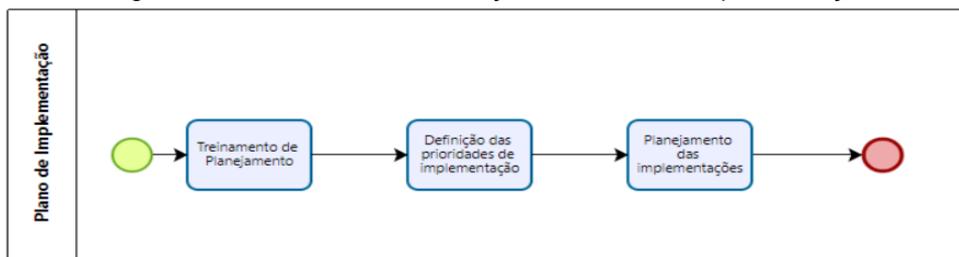
Esse conjunto de melhorias deve ser analisado pela equipe, quanto a viabilidade de implementação simultânea ou não. O volume de ajustes poderá ser alto e um trabalho de priorização poderá ser necessário, podendo-se optar pela criação de “lotes” de ajustes e esses serem realizados em mais de uma etapa.

O trabalho de priorização das implementações deverá ser realizado em conjunto com os líderes da organização. O objetivo dessa fase é a definição do planejamento das implementações das sugestões de melhorias aprovadas anteriormente, obedecendo-se às prioridades estabelecidas, podendo-se todo o conjunto de melhorias ser dividido em blocos de implementações.

O fluxo de trabalho para a realização da fase é apresentado na Figura 34, onde visualiza-se os 3 processos que devem ser realizados na sequência informada.

O detalhamento de cada um dos subprocessos é realizado a seguir.

Figura 34 - Processo de elaboração do Plano de Implementação



Fonte: O autor (2023).

4.5.1 Treinamento de planejamento

O planejamento utilizando *Lean*, não foca somente na elaboração de um único cronograma, como enfatizado pelo LPS. No método proposto, poderá ocorrer a

necessidade de um planejamento para se trabalhar mais de um bloco de implementações. Para cada um desses blocos, necessita-se de um planejamento mais detalhado. Como modelo para esse planejamento, poderá ser utilizado as seguintes atividades:

- a) Apresentação da situação atual dos processos e propostas de mudanças;
- b) Treinamento da equipe para a execução dos novos processos de trabalhos;
- e
- c) Acompanhamento da equipe na execução das mudanças durante um período a ser estabelecido.

Tem-se então presente no método proposto uma possível existência de dois planejamentos: um englobando um horizonte de tempo maior e que corresponde a implementação de todos os blocos de modificações; e, um outro, de horizonte de tempo menor, correspondendo às tarefas relacionadas a implementação de um determinado bloco. O treinamento para a realização do planejamento em *Lean* foi trabalhado no item 4.2, devendo neste momento ocorrer apenas uma revisão do mesmo.

4.5.2 Definição das prioridades de implementação

De posse da relação de melhorias identificadas, deverá ser realizada uma priorização para as suas implementações, podendo-se criar blocos de implementações. Modelo para a implementação do planejamento está descrito no Apêndice G.

4.5.3 Planejamento das implementações

De posse do volume e priorização dos ajustes a serem implementados (blocos de implementações), poderá ser necessário a elaboração de um planejamento de alguns meses de trabalho. O método proposto direciona para que cada conjunto de implementações deva se dar em um prazo médio de 1 a 2 meses. Assim, dá-se tempo

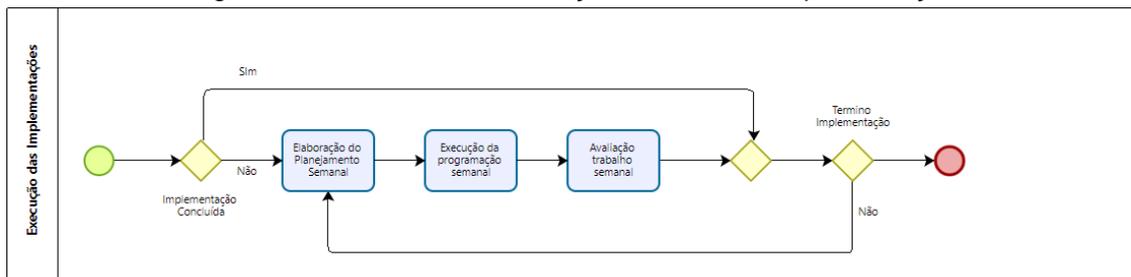
para que as novas rotinas de trabalho possam ser assimiladas como novos hábitos naturais na equipe.

4.6 IMPLEMENTAÇÃO DO ESTADO FUTURO

Na fase anterior foi estabelecido um planejamento para a realização das implementações prioritizadas. O objetivo dessa fase é promover a execução desse planejamento. O fluxo de trabalho para a realização da fase é apresentado na Figura 35, onde visualiza-se a existência de um loop de repetição dos 3 processos presentes nesta fase. A repetição da execução só é encerrada quando a implementação das mudanças propostas e aceitas são consideradas como concluídas.

O detalhamento de cada um dos processos é realizado a seguir.

Figura 35 - Processo de elaboração do Plano de Implementação



Fonte: O autor (2023).

4.6.1 Elaboração do Planejamento Semanal

Dependendo do volume de implementações prioritizadas que se tenha que realizar, pode ser necessário um tempo maior que uma semana para a conclusão dos trabalhos. Nesses casos, mais de uma programação semanal de trabalho deverá ser realizada.

O objetivo do planejamento semanal é o desenvolvimento de metas a serem alcançadas por todos durante a semana. No processo de criação da programação semanal, deverão estar presentes todos os envolvidos nos trabalhos e o seu líder imediato. Um modelo de comunicação que poderá ser utilizado é apresentado no Apêndice H.

4.6.2 Execução do Planejamento Semanal

Durante a semana de trabalho, as atividades previstas deverão ser realizadas. Datas de início e término deverão ser documentadas, assim como, problemas ocorridos durante a sua execução.

4.6.3 Avaliação da execução do Planejamento Semanal

No último período de trabalho, a equipe envolvida deverá realizar uma avaliação dos trabalhos realizados e identificar se ocorreram problemas e desvios do planejamento semanal previsto (LCI, 2007) (PMBOK, 2021). Essa avaliação deverá ser trabalhada como um período de aprendizagem. A identificação de ocorrências de problemas, deverá ser realizada, suas causas descobertas e esse conhecimento utilizado na elaboração das próximas programações semanais.

4.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO PROPOSTO

O método proposto por essa pesquisa e detalhado neste capítulo é composto de 6 fases. Cada uma dessas fases é trabalhada em processos. O método proposto tem como objetivo:

- a) Permitir que os escritórios de projeto de arquitetura e engenharia, melhorarem os seus processos de trabalho, através da adoção do *Lean Design*;
- b) Apresentar as etapas constituintes do método proposto e que são apoiados em práticas de *Lean Design*; e
- c) Promover a adoção de um ciclo de melhoria contínua, em relação aos processos de trabalho, dentro dos escritórios de projeto de arquitetura e engenharia.

A implementação do *Lean Design*, quando baseado no método proposto, deve respeitar a execução de cada uma das fases de forma sequenciada, pois as saídas

de uma fase coincidem com os documentos necessários para a execução da fase seguinte.

Nota-se que poderá ocorrer um “loop” entre as fases de “Mapeamento do Estado Futuro” e a de “Implementação do Estado Futuro” (Figura 35), criando-se assim um ciclo PDCA de melhoria contínua. Isso ocorre devido ao fato de que quando da implementação das mudanças sugeridas e planejadas, irão ocorrer novas descobertas de desperdícios.

Sob o olhar do DSR, o próximo capítulo do trabalho apresenta a validação do método em 3 escritórios de projeto e as avaliações da sua implementação.

5 APLICAÇÃO DO MÉTODO EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA

Após a proposição do Método, foi necessário testar a sua eficácia em escritórios de projeto de arquitetura e engenharia. A etapa de avaliação do método (artefato), presente na abordagem metodológica deste trabalho, consiste em aplicá-lo em escritórios de projetos de arquitetura e engenharia, e posteriormente avaliando os resultados de sua aplicação, com possíveis benefícios obtidos devido a sua utilização.

Para o teste do artefato, foram realizadas provas de conceitos (projetos piloto) em três escritórios de projeto. Os resultados obtidos contribuíram para verificar a aplicabilidade do método proposto. Além do mais, com a avaliação foi possível se ter um “feedback” e consequentes ajustes no método visando o seu amadurecimento.

Na execução das provas de conceitos, foram priorizadas as aplicações de todos os documentos apresentados nos apêndices deste trabalho. Porém não necessariamente todos foram aplicados de forma integral, ocorrendo-se ajustes por parte da equipe envolvida nas organizações, para que melhor se adequassem aos ambientes de trabalho.

Ressalta-se que para a elaboração do mapeamento de fluxo de valor, cada escritório escolheu uma ferramenta e modelos aderentes ao método. Na apresentação destes documentos, foram mantidos os layouts originais entregues pelas equipes, não tendo sido realizado nenhum ajuste. O objetivo foi apresentar o nível de amadurecimento das organizações no método e ferramentas utilizadas.

Um detalhamento de como se realizou as provas de conceito e os resultados obtidos em cada uma destas, serão apresentados nas próximas seções deste trabalho. Para evitar a exposição dos escritórios onde o método foi implementado, estes três escritórios foram apresentados aqui de maneira anônima, sendo denominados de: Empresa A, Empresa B e Empresa C.

5.1 APLICAÇÃO DO ARTEFATO EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA E ENGENHARIA: EMPRESA A - CIDADE DE SÃO PAULO

A empresa A, primeira organização trabalhada com o método, foi fundada há mais de 7 (sete) anos e conta com a direção de profissional de engenharia com mais de 20 (vinte) anos de experiência. Seu campo de atuação inclui elaboração de projetos

de arquitetura e de projetos complementares nas áreas residenciais e comerciais. Até o momento da pesquisa, tinham executados mais de 500.000m² (quinhentos mil metros quadrados) de área projetada.

A equipe de projetos de arquitetura e engenharia, inclui profissionais no cargo de gerente de projetos, coordenador de projetos, arquitetos especialistas para elaboração de estudo de viabilidade, elaboração de anteprojetos e projetos executivos de arquitetura, engenheiros especialistas para elaboração de anteprojetos estruturais e de instalações, além de engenheiro especializado em compatibilização de projetos.

A apresentação do método na empresa A seguiu as 6 fases apresentadas no capítulo anterior. Para essa empresa, toda a realização da aplicação do método foi feita de forma remota e durou 5 meses, sendo o período de trabalho realizado entre os meses de julho/2021 e novembro/2021.

5.1.1 Diagnóstico do ambiente

Para a realização do diagnóstico do ambiente, foram realizadas pesquisas com os colaboradores, utilizando o formulário descrito no Apêndice A, de maneira não identificada (respostas anônimas). Os resultados do formulário mostraram que a Empresa A nunca havia desenvolvido qualquer tentativa de implantação do *Lean Design* na estrutura de trabalho. Além do mais, a equipe apresentava um baixo conhecimento sobre técnicas e ferramentas *Lean*. Trabalhos relacionados a mapeamento de processos já haviam sido realizados.

5.1.2 Engajamento e nivelamento conceitual

Foi promovida uma reunião em que ocorreu a devolução das pesquisas realizadas e uma análise das respostas foi realizada de forma conjunta. Também foi realizada a apresentação dos objetivos do trabalho que estava sendo proposto. O treinamento seguiu o modelo descrito no Apêndice C.

No treinamento de nivelamento conceitual, foi enfatizada as diferenças entre uma intervenção *Lean* e uma tradicional. Diferente das intervenções tradicionais, todo ajuste futuro nos processos de trabalho deveria partir do grupo envolvido no trabalho,

estando o “consultor” somente no papel de organizador dos trabalhos, ressaltando-se assim a importância do envolvimento de todos.

O treinamento foi concluído com a apresentação do método proposto para implementação do *Lean Design* (artefato dessa pesquisa). Neste momento também foi realizado um primeiro planejamento de trabalho para as fases seguintes, porém devido a indisponibilidade da equipe, não foi possível a definição de uma agenda fixa de trabalho. Essa falta desta agenda fixa de trabalho, se mostrou um problema para a execução das fases seguintes e ocorreram sucessivos atrasos nas atividades, servindo de lição aprendida para a realização dos próximos pilotos (empresa B e C).

5.1.3 Levantamento do fluxo atual

Para o início dessa fase, ocorreu um treinamento de nivelamento, mais detalhado, sobre a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor Atual, conforme previsto no método proposto.

Para a continuação dos trabalhos, foi definido que o fluxo de valor que seria trabalhado era o relacionado à *elaboração de projetos de médio/pequeno porte com projetos próprios*⁴. Neste fluxo de valor, todos os projetos são executados internamente na organização.

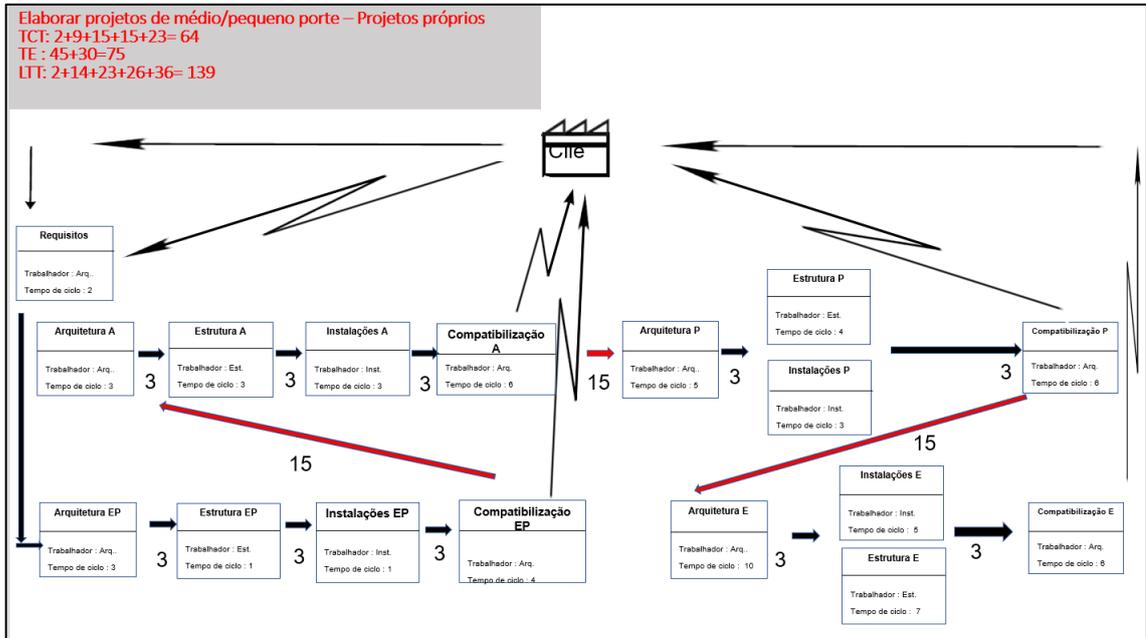
Na elaboração do fluxo de valor atual, a equipe registrou que os projetos eram executados em 4 fases: Fase de elaboração dos projetos de Estudos Preliminares (EP), Fase de projetos Executivos (E), Fase de elaboração de Projetos (P), Fase de elaboração de Anteprojetos (A). Observou-se que as fases e nomenclatura não se encontravam de acordo com a NBR 16636, porém para manter o registro com a cultura organizacional, nada foi alterado nos documentos gerados pela equipe do projeto.

O resultado do levantamento do Mapa do Fluxo Atual, apresentou um tempo total de desenvolvimento de 139 dias, em média, (LTT). Dessa duração total média, foi identificado um tempo de espera total médio de 75 dias (TET) e um tempo de ciclo total médio de 64 dias (TCT), como apresentado na Figura 36.

⁴ A organização trabalha com projetos de pequeno/médio e grande porte (critérios de classificação próprios), e estes podem ter partes do seu desenvolvimento terceirizados com outras organizações. Cada um destes tipos de serviços caracteriza-se como um fluxo de valor dentro da organização.

Na Figura 36, tem-se o mapa de fluxo de valor atual da organização. Neste pode-se visualizar as 4 fases dos projetos (EP-Estudo Preliminar, A-Anteprojeto, P-Projeto, E-Projeto Executivo).

Figura 36 - Fluxo de valor atual do processo



Fonte: O autor (2023).

A existência de uma troca de informações eletrônica (e-mail) com o cliente somente nos processos de Requisitos e compatibilização. A sequência de execução das fases também é vista. Como já informado, foram preservados a terminologia das fases utilizadas pela equipe.

O entendimento desse fluxo de valor criou de imediato nos participantes uma preocupação relacionada à quantidade de dias de espera existente na execução dos contratos, em especial entre as fases (15 dias de espera), o que foi destacado pela equipe em vermelho, provocado pela demora das respostas dos clientes quanto ao aceite dos documentos.

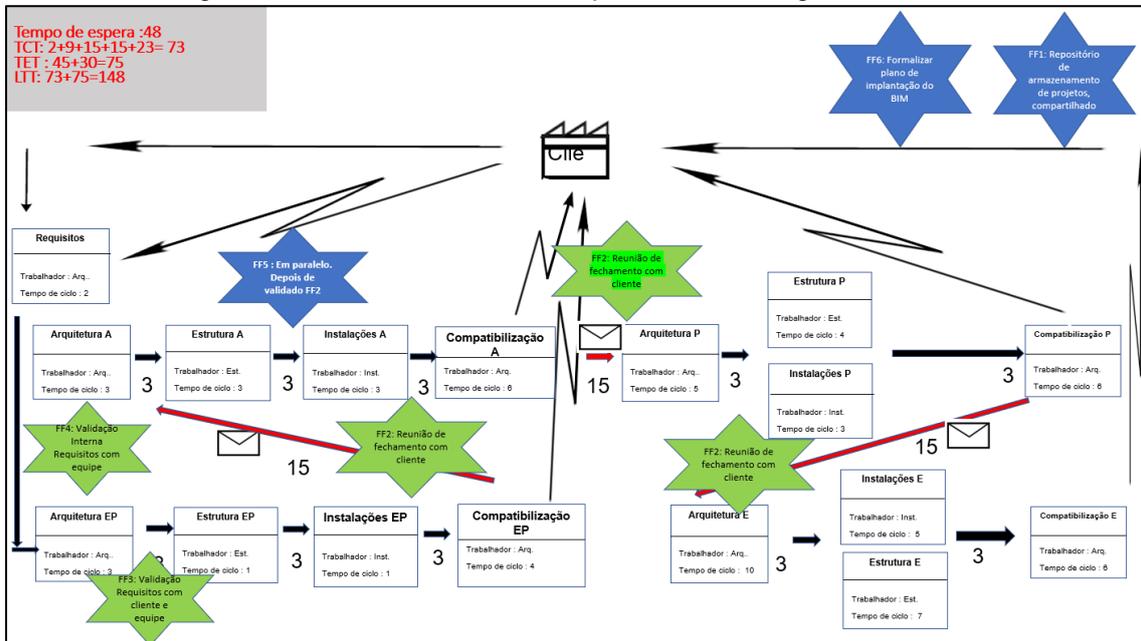
Esta descoberta da equipe, ficou alinhada com as proposições apresentadas por Tapping e Shuker (2010), sobre onde mais ocorre desperdícios em escritórios.

5.1.4 Mapeamento do estado Futuro

Para o início dessa fase, ocorreu um treinamento de nivelamento sobre a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro. A identificação, por parte da equipe, dos desperdícios presentes no fluxo de trabalho atual, ocorreu através de formulário individual e anônimo. O resultado foi a identificação de 16 fontes de desperdícios no fluxo de trabalho atual, relacionadas integralmente no Apêndice L.

Após a consolidação do levantamento dos desperdícios, foi registrado no fluxo de valor atual, as propostas de ajustes, no sentido de mitigar a ocorrência dos desperdícios. A Figura 37 traz os registros das sugestões de melhorias, onde observa-se o registro de 8 propostas de ajustes (estrelas verdes e azuis). As sugestões de ajustes (estrelas) estão registradas perto dos processos às quais elas estão relacionadas. Neste caso visualiza-se a existência de 2 (duas) sugestões no canto superior direito, que não estão relacionadas a um processo específico, porém a sua implantação afetará a execução do todo o fluxo, como na Figura 37.

Figura 37 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias



Fonte: O autor (2023).

As sugestões de modificações sugeridas pelos participantes, estão detalhados a seguir. Para abreviatura da proposta no Fluxo de Valor foi usado FF:

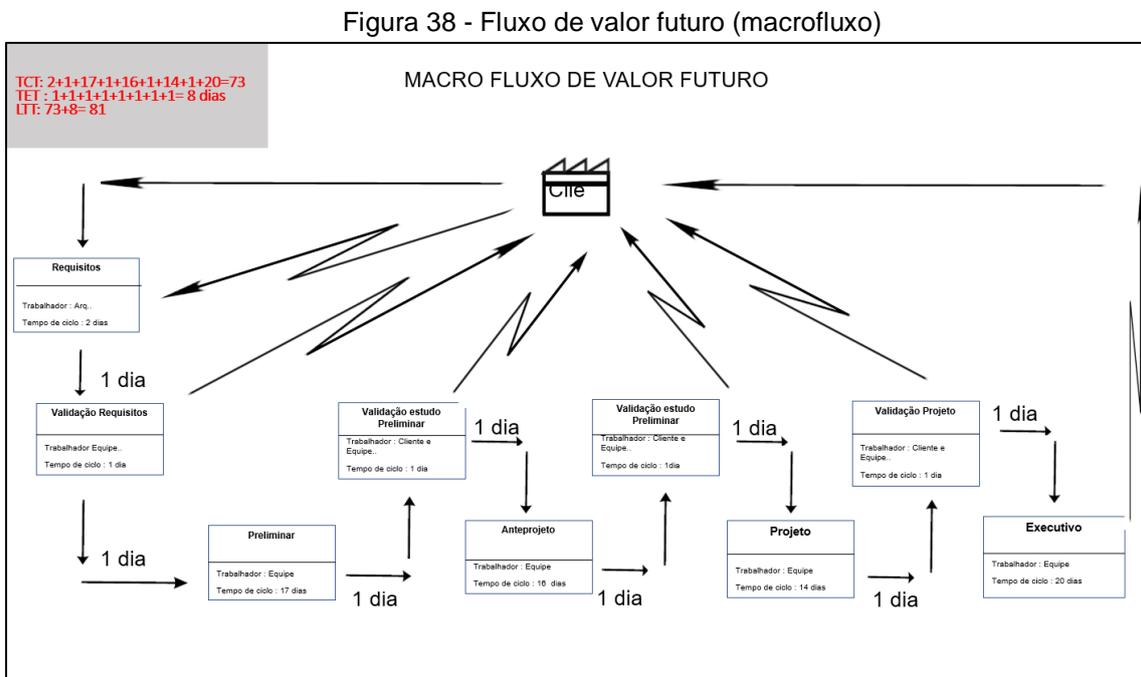
- a) FF1: O repositório de informações do projeto, atualmente operado pelo Mondas (Software interno da organização que serve como controle de tarefas e armazenamento dos documentos de gestão, tais como ata de reunião, cronogramas, etc.), deverá ter a sua estrutura redefinida, de forma similar ao que ocorre com o armazenamento dos projetos no Google Drive, evitando perdas de tempo na procura de dados/informações por parte dos integrantes das equipes;
- b) FF2: Criação de processos para validação dos projetos, com a participação do cliente, ao término cada término de fase (Estudo preliminar, Anteprojeto, Projeto e Executivo), no sentido de diminuição de desperdícios do tempo de espera entre as etapas, assim como eliminação de retrabalhos, devido a um entendimento melhor de todo o projeto por parte da equipe e cliente;⁵
- c) FF3: Criação de um processo de reunião entre arquiteto e cliente, para validação do levantamento dos requisitos. O foco desse processo é a eliminação de desperdícios devido ao retrabalho e ao mau entendimento dos projetos por parte do cliente e equipe;
- d) FF4: Criação de um processo de apresentação e validação dos requisitos passados pelo cliente, para a equipe do projeto. Também serão validadas as melhores práticas (internamente) a serem aplicadas no projeto. O foco desse processo é a eliminação de desperdícios devido ao retrabalho devido ao mal entendimento dos projetos por parte do cliente e equipe;
- e) FF5: Verificada a possibilidade dos anteprojetos de estrutura e instalações serem feitos em paralelo⁶, reduzindo o tempo total de ciclo; e
- f) FF6: Verificada a necessidade de criação de um PIB (Plano de Implantação do BIM) na organização.

⁵ Perguntas podem surgir ao leitor do projeto: qual a diferença de projeto para executivo? Não deveria ser empregado os termos empregados na norma e adaptar para o termo do escritório. Porém como informado anteriormente, a definição das fases seguiu o utilizado pela organização e equipe. Proposta de ajuste do processo neste sentido, realizada pela equipe, não ocorreu.

⁶ Mais uma vez poderia o leitor se indagar se não seria interessante se realizar um estudo preliminar de estrutura para iniciar o projeto de instalações? Porém o método não tem a intenção de propor mudanças, sem que estas sejam sugeridas pela própria equipe. A questão poderia até ser levantada pelo “consultor” ou “tutor”, porém este não tem o poder de impor mudanças.

O novo fluxo de valor, para a realização dos projetos, fluxo de valor futuro, foi elaborado e para uma melhor visualização e entendimento, este foi dividido em um Macrofluxo Figura 38 onde observa-se a existência de 9 (nove) processos e um aumento da troca de informações com o cliente, passando a ocorrer a troca em 5 processos e em cada uma destas trocas a participação de toda a equipe envolvida (anteriormente a comunicação era realizada somente com o arquiteto).

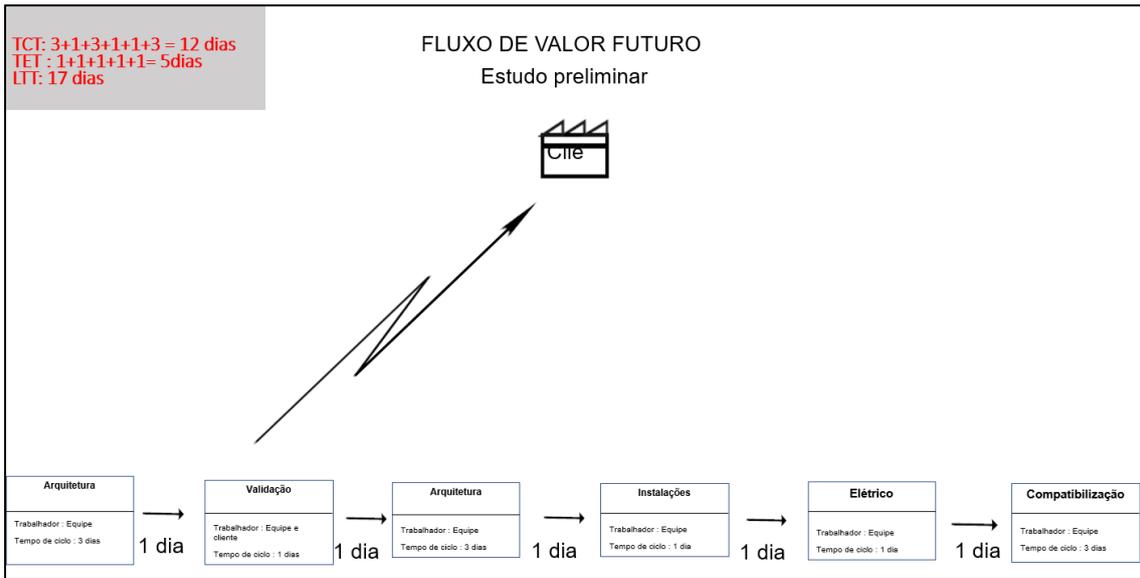
Os detalhes de cada um destes processos estão presentes nas Figuras 38, 39, 40 e 41.



Fonte: O autor (2023).

Na Figura 39, referente ao fluxo de trabalho para a concussão da fase de estudo preliminar, observa-se a existência de 6 atividades, e a existência de uma troca de informações com o cliente na atividade de “validação”, sendo essa atividade realizada com a participação de toda a equipe.

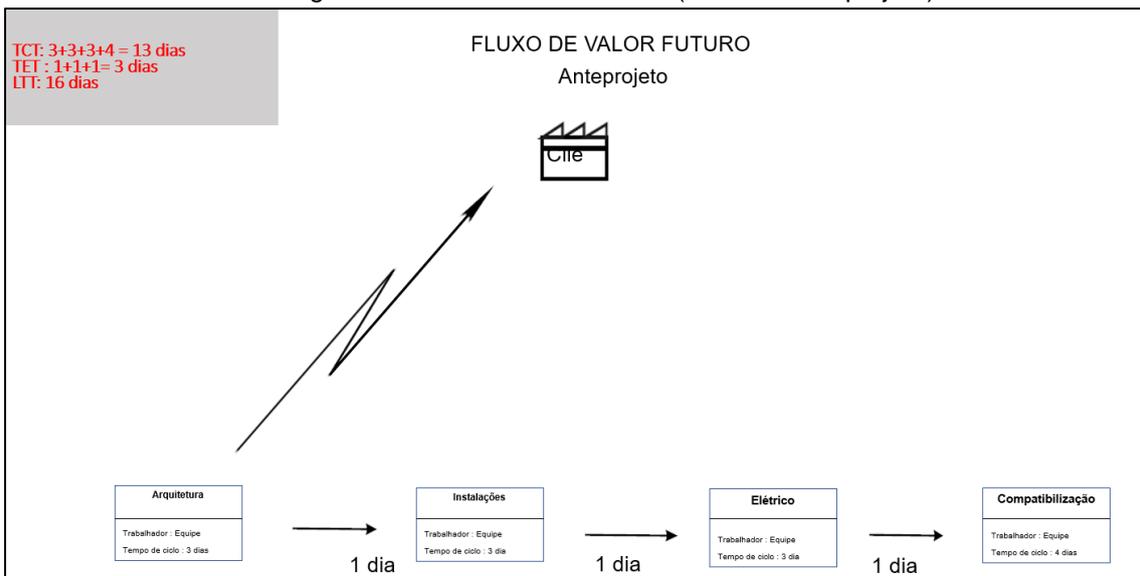
Figura 39 - Fluxo de valor futuro (fase de estudo preliminar)



Fonte: O autor (2023).

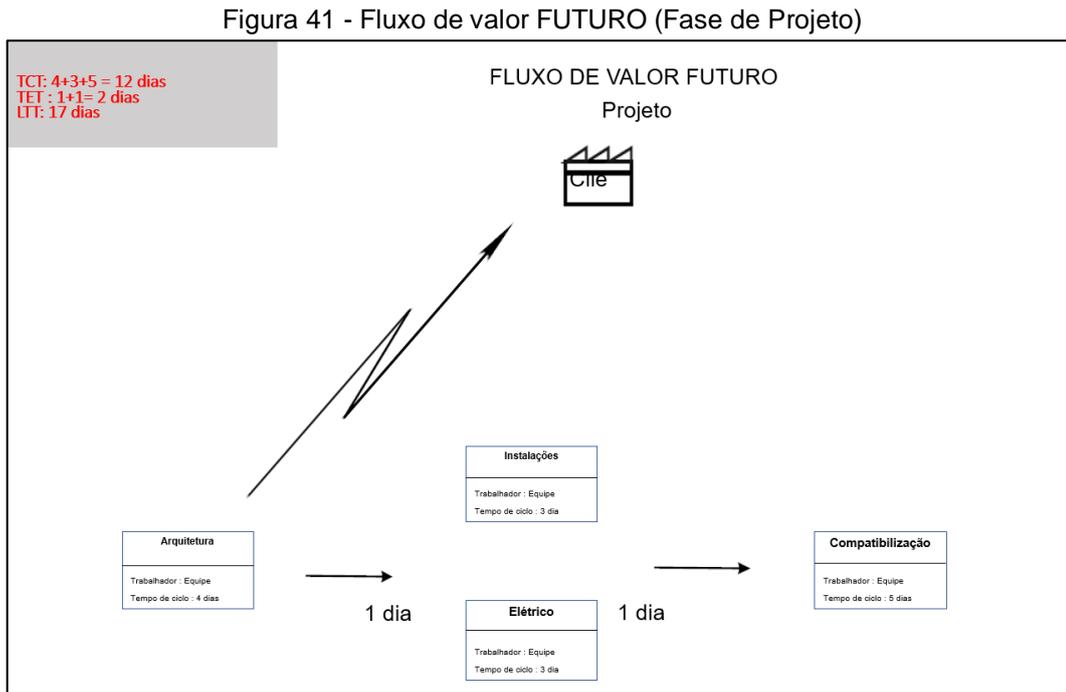
Na Figura 40, referente ao fluxo de trabalho para a conclusão da fase de anteprojeto, observa-se a existência de 4 atividades, e a existência de uma troca de informações com o cliente na atividade de “Arquitetura”, sendo essa atividade realizada com a participação de toda a equipe.

Figura 40 - Fluxo de valor futuro (Fase de Anteprojeto)



Fonte: O autor (2023).

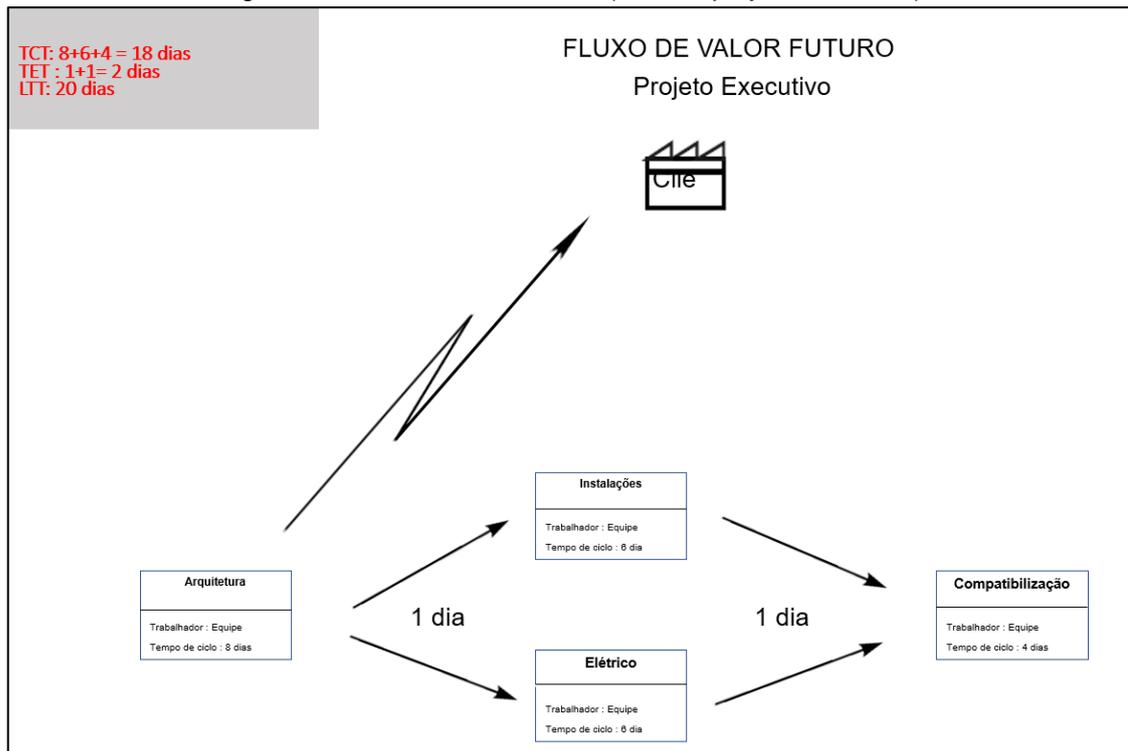
Na Figura 41, referente ao fluxo de trabalho para a conclusão da fase de projeto, observa-se a existência de 4 atividades e um paralelismo na execução das atividades de “Instalações” e “Elétricas), e a existência de uma troca de informações com o cliente na atividade de “Arquitetura”, sendo essa atividade realizada com a participação de toda a equipe.



Fonte: O autor (2023).

Na Figura 42, referente ao fluxo de trabalho para a conclusão da fase de projeto executivo, observa-se a existência de 4 atividades e um paralelismo na execução das atividades de “Instalações” e “Elétricas), e a existência de uma troca de informações com o cliente na atividade de “Arquitetura”, sendo essa atividade realizada com a participação de toda a equipe.

Figura 42 - Fluxo de valor futuro (fase de projeto executivo)



Fonte: O autor (2023).

Os resultados esperados das modificações propostas foram:

- Manter o mesmo Tempo de Ciclo Total (TCT), que apresenta a quantidade de dias realmente trabalhados com agregação de valor (73 dias);
- Redução do Tempo de Espera Total (TET), que representa os tempos de espera existentes no fluxo (tempo sem produção), devido à espera de informações, de 75 dias para 8 dias; e
- Redução do tempo total para entrega do produto (LTT) de 148 dias para 81 dias. Redução de 45% do tempo total.

Através de conversas informais realizadas com a equipe interna da organização envolvida no trabalho, foi observado por estes, que o fato mais relevante ocorrido nessa etapa foi a constatação de que os primeiros desperdícios identificados, e que mais causaram impacto no tempo total de execução dos projetos, não estavam relacionados à implementação de *softwares* e sim a identificação de desperdícios relacionados a tempos de espera.

Essa constatação, provocou um repensar na equipe envolvida nos trabalhos, pois os focos de melhorias pensadas até o momento sempre estiveram relacionados à automação das atividades, auxiliado pela implementação de ferramentas BIM nos processos de trabalho (por exemplo: Revit). Essa constatação provocou um novo olhar para a revisão dos processos de projeto na organização apoiados para melhor apoiar o BIM. A equipe passou a dar uma importância maior no entendimento de como os processos devem ser repensados sob o olhar do *Lean Design*, mudando inclusive as estratégias de implementação do BIM na organização, pois verificou-se que no planejamento para implantação do BIM, não havia sido considerado um repensar dos processos de projetos.

5.1.5 Plano de Implementação

Ocorreu a apresentação das sugestões de modificações sugeridas pela equipe ao corpo gerencial da Empresa A, sendo aprovadas para testes em projetos pilotos, as modificações FF2, FF3 e FF4, elaborando-se um planejamento das ações a serem realizadas.

5.1.6 Implementação do Estado Futuro

A Empresa A realizou parte das ações previstas no planejamento das ações definido. O pesquisador não conseguiu acompanhar a fase de realização de projetos pilotos para testes e consolidação das mudanças, devido ao longo tempo que se realizou os mesmos na organização.

5.1.7 Avaliação do método na organização A

A equipe envolvida na execução do método era composta de 6 pessoas, todos engenheiros ou arquitetos. Em uma primeira avaliação, realizada de forma não estruturada, o grupo avaliou como positivo o método, ressaltando a criação na organização de um clima mais colaborativo de trabalho, resultado, na avaliação dos participantes, de um entendimento da responsabilidade do seu trabalho na conclusão do produto.

Declarações de que ocorreram a redução de prazos conforme previstos nos novos desenhos de fluxos de valor foram identificadas e relatadas, porém a sua quantificação não foi realizada. Objetivando-se medir a eficácia e eficiência do método proposto, foram realizadas pesquisas através de formulários anônimos com os participantes da organização aproximadamente 4 meses após o término dos trabalhos, obtendo-se uma devolutiva de 5 pessoas, das 6 que participaram do projeto piloto.

O formulário proposto para a aplicação da pesquisa tipo *survey*, se encontra presente no Apêndice N. Para cada pergunta existente na pesquisa, foi criado um relacionamento direto com os objetivos específicos definidos para a pesquisa, sendo este relacionamento apresentado no Quadro 4.

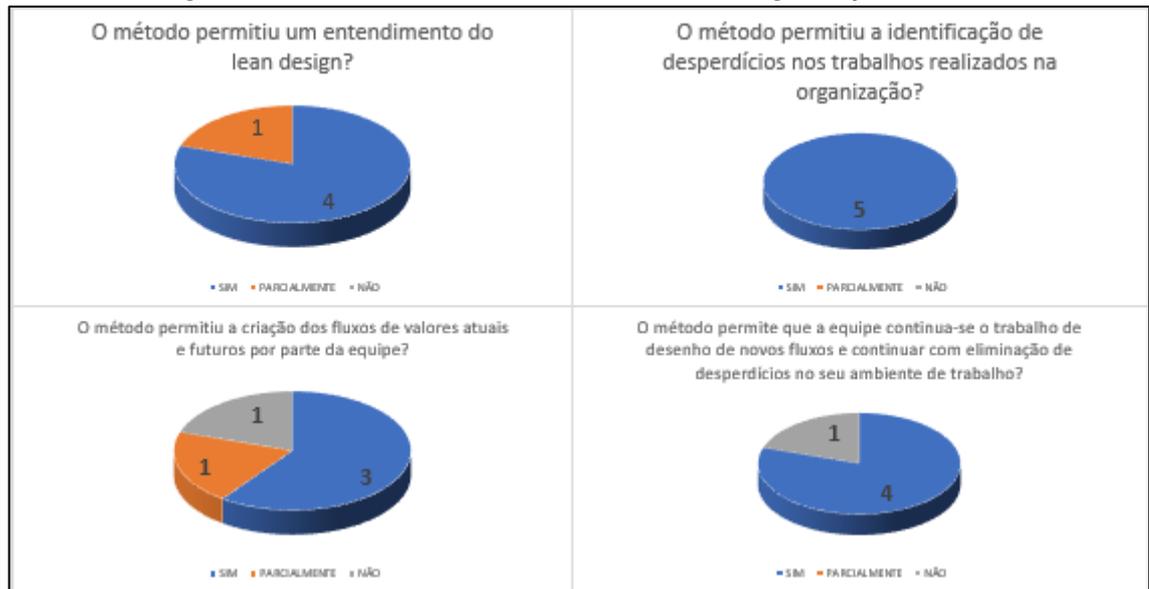
Quadro 4 - Relacionamento das perguntas da pesquisa com os objetivos específicos

Objetivos da pesquisa	Item relacionado na pesquisa
Propor um método de implantação do Lean Design em escritórios de projeto de arquitetura e engenharia. OBJETIVO GERAL	O método permitiu a criação dos fluxos de valores atuais e futuros por parte da equipe?
	o método permitiu um entendimento do lean design?
Comprovar a eficácia do método proposto quanto a ações que permitam uma melhor consolidação das mudanças a serem propostas nos processos de projetos, pelas práticas de Lean Design, nos escritório de projeto. OBJETIVO ESPECÍFICO	O método permitiu a identificação de desperdícios nos trabalhos realizados na organização?
Comprovar a eficácia do método proposto quanto a criação de ciclos de melhoria contínua, em relação aos processos de projetos, visando a otimização do tempo de trabalho e redução de desperdícios de atividades que podem resultar em baixa produtividade e menor atenção ao ato projetual. OBJETIVO ESPECÍFICO	O método permite que a equipe continue o trabalho de desenho de novos fluxos e continuar com a eliminação de desperdícios no seu ambiente de trabalho?

Fonte: O autor (2023).

A Figura 43, apresenta a tabulação da pesquisa para a organização A. Os resultados apontaram para o atingimento dos objetivos específicos do método. Cada pergunta teve como resposta as opções de: Sim (atendeu por completo o objetivo), Parcialmente (Atendeu parcialmente os objetivos), Não (Não atendeu o objetivo).

Figura 43 - Resultados da eficácia do método na organização A



Fonte: O autor (2023).

Embora os resultados tenham sido satisfatórios na aplicação do método na organização, problemas foram encontrados durante a execução dos trabalhos e que serviram de lições aprendidas, tanto para o pesquisador como também para a organização. Como exemplo destes problemas tem-se:

- a) Dificuldade da confirmação dos agendamentos de reuniões acertados com os clientes, ocorrendo sucessivas remarcações. O motivo alegado pelos clientes era que essas ações não estavam previstas no plano de execução do contrato. Estas ocorrências levaram à criação de uma nova ação de melhoria nos processos da organização, desta vez relacionados ao modelo de contrato utilizado, incluindo-se cláusulas que já informam a necessidade de participação do cliente nas reuniões previstas de fechamento de fase; e
- b) Dificuldade no cumprimento das reuniões acertadas entre o pesquisador e a equipe do projeto, devido à falta de um planejamento prévio para a execução

dos trabalhos, serviu de lição aprendida para realização de novos projetos pilotos.

5.2 APLICAÇÃO DO ARTEFATO EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA E PROJETOS COMPLEMENTARES NA CIDADE DE RECIFE - EMPRESA B

A empresa B sediada em Recife, segunda organização empregada para a avaliação do método proposto neste trabalho, fundada no início dos anos 2010, conta com a direção de profissional de engenharia e arquitetura com mais de 30 anos de experiência Profissional. A organização atua na elaboração de projetos de arquitetura e complementares de engenharia, com projetos residenciais, comerciais, industriais, hospitalares e educacionais. Sobre a quantidade de área projetada, não conseguiram identificar o valor.

A equipe de projeto para a execução do método foi constituída de 9 pessoas, entre arquitetos e engenheiros. Na aplicação do método na organização, a execução das 6 fases definidas no artefato, foram realizadas de maneira híbrida, com ações presenciais e outras remotas e durou 3 meses, entre os meses de abril/2022 e junho/2022.

5.2.1 Diagnóstico do ambiente

Para a realização do diagnóstico do ambiente, foi realizada uma pesquisa com os colaboradores envolvidos na execução do método, utilizando o formulário descrito no Apêndice A, de maneira não identificada (respostas anônimas), sendo realizado um total de 9 respostas.

O resultado foi a identificação de um ambiente não colaborativo, com processos pouco formal e não documentados. Não foram identificados trabalhos anteriores com foco na implementação de técnicas *Lean* ou também com foco em padronização de processos de trabalho, tudo isso alinhado a um baixo conhecimento sobre temas como trabalho colaborativo, *Lean* e BIM.

5.2.2 Engajamento e nivelamento conceitual

A realização da segunda fase do método foi concretizada pela realização de uma reunião presencial. Nesta ocorreu uma devolução à equipe dos resultados da pesquisa realizada na análise ambiental, e apresentação dos objetivos do trabalho que estava sendo realizado, além do treinamento proposto pelo método.

5.2.3 Levantamento do fluxo atual

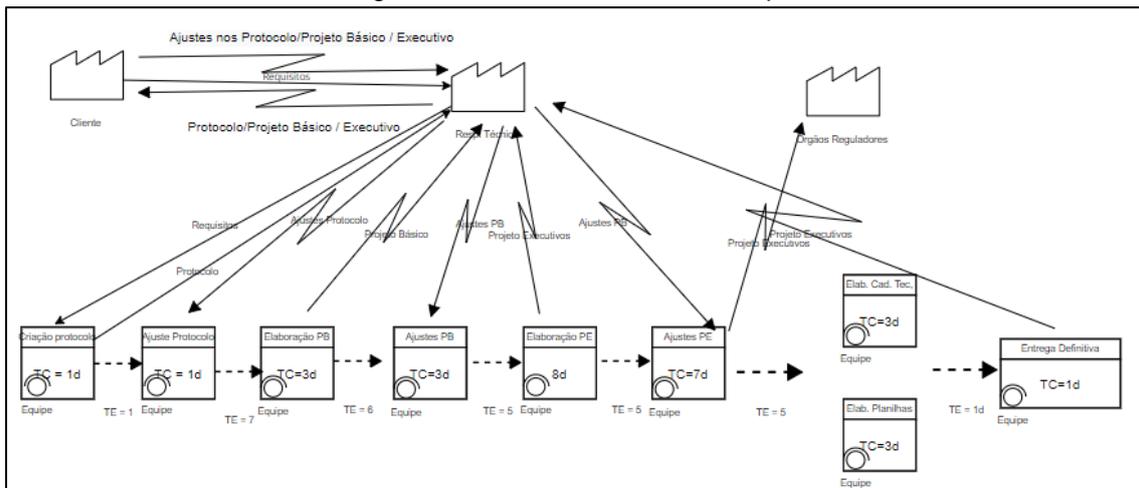
Como previsto no método, para o início dessa fase, ocorreu o treinamento de nivelamento sobre a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor Atual. O fluxo de valor trabalhado foi o relacionado à elaboração de projetos de médio/pequeno porte com projetos próprios⁷. Neste fluxo de valor, todos os projetos são executados internamente na organização.

Para esse fluxo de trabalho, o grupo envolvido na elaboração do mapa de fluxo de valor, registrou a ocorrência de 3 fases: Fase de preparação do Protocolo; Fase de elaboração de Projetos Básicos (PB); Fase de elaboração de projetos executivos (PE). Observou-se que as fases e nomenclatura não se encontravam de acordo com a NBR 16636, porém para manter o registro com a cultura organizacional, nada foi alterado nos documentos gerados pela equipe do projeto.

O mapeamento do fluxo de valor, apresentou um tempo total de desenvolvimento de 57 dias (LTT), em média, dessa duração total média, foi identificado um tempo de espera total de 30 dias (TET) e um tempo de trabalho com agregação de valor de 27 dias (TCT). A Figura 44, fluxo de valor elaborado pela equipe, apresenta a existência de 9 (nove) subprocessos, com trocas de informações realizadas com o cliente somente pelo responsável técnico do trabalho, não ocorrendo pontos de trocas de informações da equipe envolvida com o cliente.

⁷ A organização também trabalhava com outros fluxos, como por exemplo; Projetos de grande porte com projetos desenvolvidos internamente, projetos de médio/pequeno porte através de terceirização de projetos, etc.

Figura 44 - Fluxo de valor atual do processo



Fonte: O autor (2023).

O fato relevante detectado pela equipe, no entendimento desse fluxo de valor, evidenciou que praticamente não existia uma comunicação direta da equipe que desenvolvia os projetos com o cliente final, em nenhuma das fases, e isto mostrou um caminho para se entender o porquê de retrabalhos existente na organização.

5.2.4 Mapeamento do estado Futuro

Para o início dessa fase, como especificado no artefato, ocorreu um treinamento de nivelamento sobre as técnicas de identificação de desperdícios no fluxo de valor atual e como se elabora o Fluxo de Valor Futuro.

A equipe envolvida, durante uma reunião que contou com a participação dos líderes da organização, identificou 4 fontes de desperdícios no fluxo de trabalho atual, relacionadas integralmente a seguir:

- Ocorrências da falta de entendimento dos requisitos passados pelo cliente ao responsável técnico, que termina gerando retrabalho;
- A falta de comunicação direta entre projetistas e cliente durante todo o projeto colabora para a ocorrência de retrabalhos, que se constituem de revisões nos projetos entregues);
- No processo de aprovação dos produtos de uma fase, os clientes não repassam/identificam direitos todos os ajustes, repassando muitas vezes em

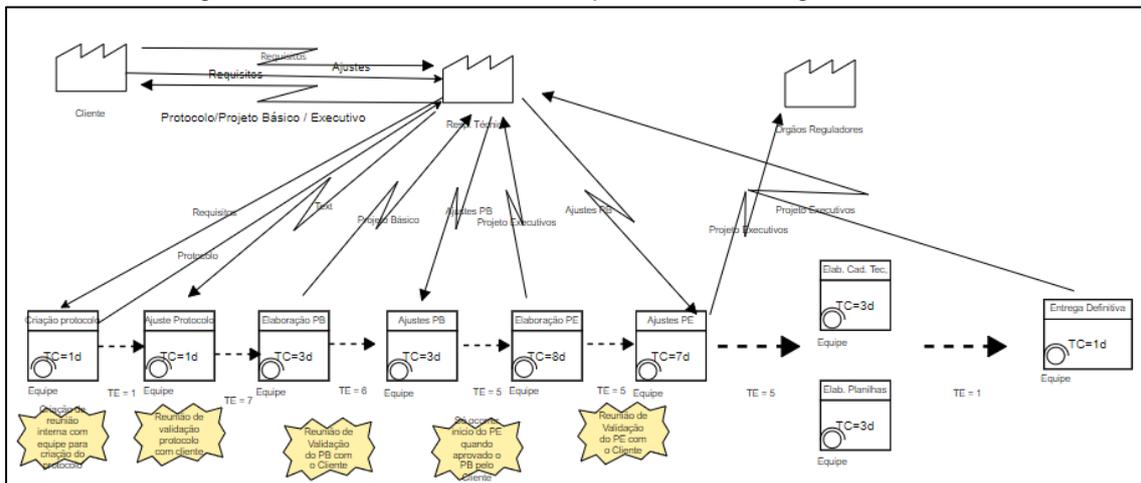
fases posteriores, provocando retrabalho. Foi registrado que o motivo desta fonte de desperdício era que a comunicação com o responsável técnico do projeto era curta, devido a agenda deste estar sobrecarregada; e

- d) As fases seguintes eram iniciadas antes do recebimento da aprovação por parte do cliente, em relação ao que foi entregue na fase anterior, provocado normalmente pela demora destas informações por parte dos clientes, isto foi considerado como uma fonte de riscos para retrabalhos.

Um registro importante, foi a apresentação de poucos eventos de desperdícios por parte da equipe, em contraste com o ocorrido nas organizações A e C. Nesta organização o processo de identificação de desperdícios não ocorreu de forma anônima, diferentemente das organizações A e C.

Buscando mitigar os desperdícios, foram sugeridas 5 mudanças no fluxo de valor atual. A na Figura 45, apresenta as mudanças sugeridas e estão registradas nas estrelas amarelas. Cada sugestão de mudança se encontra próxima dos subprocessos afetados.

Figura 45 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias



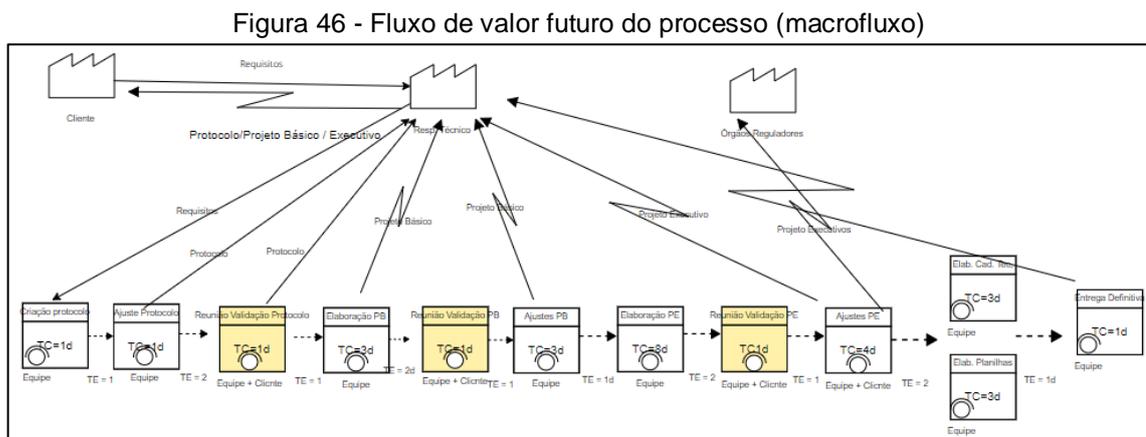
Fonte: O autor (2023).

As sugestões de modificações sugeridas pelos participantes, registradas no Mapa de Fluxo de Valor Atual, com os símbolos de estrelas, estão descritas a seguir. Para abreviatura da proposta no Fluxo de Valor foi usado FF:

- a) FF1: Criação de uma reunião interna com toda a equipe envolvida no contrato para a criação do protocolo, quando antes era realizado somente pelo arquiteto;
- b) FF2: Criação de uma reunião de validação do protocolo, com a participação do cliente e todos os envolvidos no projeto;
- c) FF3: Criação de uma reunião de validação do projeto básico, com a participação do cliente e toda a equipe envolvida;
- d) FF4: Só ocorrer o início do projeto executivo depois de aprovado o projeto básico pelo cliente, o que devido à reunião criada no FF3, espera -se uma significativa redução na espera entre o término dos ajustes e início do projeto executivo para 1 dia; e
- e) FF5: Criação de uma reunião de validação do projeto executivo, com a participação do cliente e toda a equipe envolvida.

O novo fluxo de valor para a realização dos projetos, fluxo de valor futuro, foi elaborado com base nos ajustes propostos.

A Figura 46 apresenta a proposta de fluxo de valor futuro, onde é possível identificar a existência agora de 3 novos processos (processo em amarelo), relacionados a aprovação conjunta dos projetos entre a equipe de desenvolvimento e o cliente.



Fonte: O autor (2023).

Os resultados esperados das modificações propostas serão:

- a) Manter o mesmo Tempo de Ciclo Total (TCT), que apresenta a quantidade de dias realmente trabalhados com agregação de valor, que é de 27 dias;
- b) Reduzir o Tempo de Espera Total (TET), que representa o tempo de espera existentes no fluxo (tempo sem produção), devido à espera de informações. O TET era de 30 dias e ficará em 14 dias;
- c) Reduzir o tempo total para entrega do produto de 57 dias para 41 dias. Redução de 28% do tempo total; e
- d) Reduzir a quantidade de retrabalhos. Ficou acertado que o percentual de redução seria analisado, quando a implementação do fluxo de valor futuro.

5.2.5 Plano de Implementação

Com a aprovação do corpo gerencial do contrato a servir de piloto na execução do Mapa de Fluxo de Valor Futuro, foi realizada uma reunião com a equipe, ocorrendo a elaboração de um planejamento das ações a serem realizadas.

5.2.6 Implementação do Estado Futuro

Projetos pilotos com acompanhamento incluído no período da aplicação do método desta pesquisa, foram realizados em um total de 3, ocorrendo-se a constatação que os resultados esperados estavam sendo alcançados. Notou-se também uma melhoria na percepção de valor dos clientes com a organização, quanto ao atendimento de seus requisitos de projeto. Avaliações quantitativas não foram realizadas, ficando as mesmas no âmbito de qualitativas, em parte porque não existiam registro quantitativos dos tempos de processos realizados anteriormente à realização do método.

5.2.7 Avaliação do método na organização B

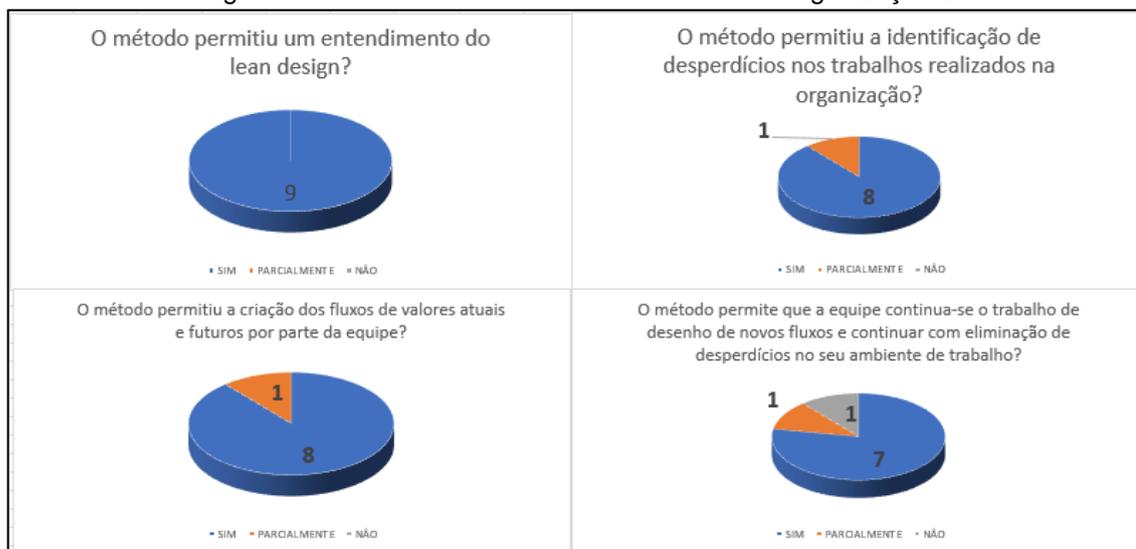
A equipe envolvida era composta de 9 pessoas, todos engenheiros ou arquitetos. Da mesma forma como foi realizada na Organiza A, em uma primeira avaliação, realizada de forma não estruturada, os envolvidos relataram que o método possibilitou a criação de uma visão sistêmica de todo o trabalho existente na organização,

provocada pela criação dos mapas de fluxo de valor, além de uma melhor organização dos trabalhos realizados pela equipe com a implantação de um quadro Kanban de planejamento semanal.

Assim como realizado na Organização A, e objetivando-se medir a eficácia e eficiência do método proposto, foram realizadas pesquisas com a disponibilização de formulários anônimos entregues aos participantes da organização, aproximadamente 2 meses após o término dos trabalhos, obtendo-se uma devolutiva de todos os que participaram do projeto piloto.

A tabulação da pesquisa se encontra na Figura 47, onde constata-se o atingimento dos objetivos específicos definidos no projeto. Os questionamentos presentes na pesquisa foram os mesmos utilizados na organização A, com relacionamento direto com os objetivos específicos da pesquisa.

Figura 47 - Resultados da eficácia do método na organização B



Fonte: O autor (2023).

De forma análoga ao que ocorreu na Organização A, os resultados da aplicação do método na organização foram satisfatórios. A aplicação das lições aprendidas na Organização A, como a criação de um cronograma prévio para a execução de todo o trabalho, se mostrou extremamente positivo, possibilitando que todo o trabalho fosse concluído em 2 meses, contra 4 da organização A.

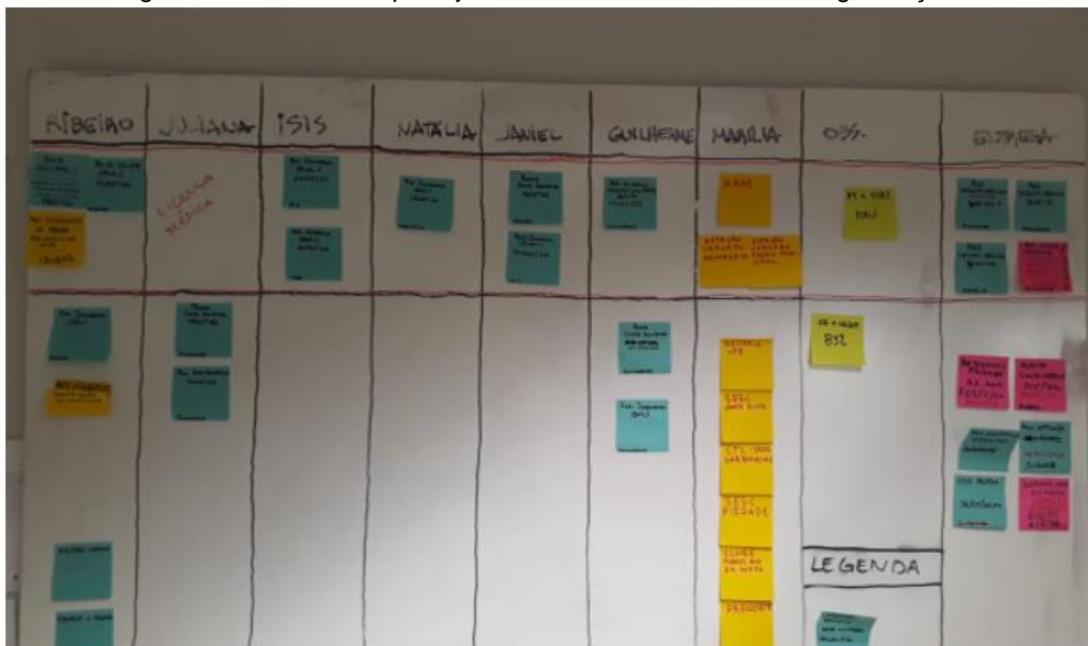
O baixo número de sugestões de melhorias nos processos, poderá ter sido provocado pela participação nos gestores quando da identificação destes. Não outras duas organizações, primeiro ocorreu o registro de sugestões de melhorias sem a

presença dos gestores, como definido no método, e só depois apresentado ao corpo gestor para análise e aprovação. Este desvio na execução do método serviu de lição aprendida, para que não mais ocorresse.

Problemas quanto a quantificação dos índices de redução de tempo com a adoção do *Lean Design*, assim como ocorreu com a organização A, também foi registrado na organização B, criando um alerta que algo poderia estar faltando no método objetivando-se a identificação destas informações, importantes para a avaliação final.

Relevante a ação promovida pela organização B, que resolveu adotar, em sua rotina semanal de trabalho, a mesma metodologia de planejamento e acompanhamento de atividades semanais utilizada na execução do método, com utilização de um quadro *kanban* (Ver Figura 48).

Figura 48 - Kanban de planejamento semanal utilizada na organização B



Fonte: O autor (2023).

5.3 APLICAÇÃO DO ARTEFATO EM UM ESCRITÓRIO DE ARQUITETURA E PROJETOS COMPLEMENTARES NA CIDADE DE SÃO PAULO - EMPRESA C

A empresa C, foi fundada em 2015, dirigida por arquitetos com aproximadamente 20 anos de atuação no mercado imobiliário e varejo. A atuação desta empresa se concentra hoje no desenvolvimento de projetos arquitetônicos para varejo tais como

agências bancárias, supermercados e redes de varejo diversas, assim como desenvolvimento de projetos para o mercado imobiliário em produtos residenciais e gerenciamento de projetos para incorporação. No período do trabalho tinha um total da área de atuação em projetos (seja de produção ou gerenciamento) de 650.000m².

A equipe considerada fixa (pessoas com vínculo direto) era composta, na época da aplicação do método, exclusivamente por arquitetos e engenheiros, sendo 14 arquitetos 2 engenheiros, sendo que um deles é eng. e arquiteto e 4 estagiários de arquitetura, que se dividem em 3 times (áreas de negócios), sendo; o time de varejo que se dedica a projetos exclusivamente focados em comércio varejista, o time de desenvolvimento de projetos que se dedica a projetos de incorporação e o time de gestão que se dedica a fazer coordenação e compatibilização externa para incorporadoras e construtoras. Fora esta equipe fixa, existe uma outra composta por engenheiros e técnicos especializados em projetos complementares, que são contratados esporadicamente.

Para a execução do método a equipe foi composta por 8 colaboradores. A execução das 6 fases definidas no artefato, foram realizadas de forma remota, entre os meses de maio/2022 e junho/2022.

5.3.1 Diagnóstico do ambiente

Para a realização do diagnóstico do ambiente, foi realizada uma pesquisa com os colaboradores, utilizando o formulário descrito no Apêndice A, de maneira não identificada (respostas anônimas), com um total de 15 participantes. A pesquisa envolveu toda a equipe interna e não somente a equipe para execução do método.

O resultado foi a identificação de um ambiente já com conhecimento em *Lean* por parte de alguns colaboradores. Porém foram vistas poucas ações concretas para a criação de um trabalho colaborativo. Não foram identificados trabalhos anteriores com foco na implementação de técnicas *Lean* ou também com foco em padronização de processos de trabalho. Ações para implantação do BIM se encontravam em andamento.

5.3.2 Engajamento e nivelamento conceitual

A realização da segunda fase da metodologia, foi concretizada através de uma reunião presencial, quando ocorreu uma devolução à equipe dos resultados da pesquisa realizada na análise ambiental, e apresentação dos objetivos do trabalho que estava sendo realizado, além do treinamento previsto no método.

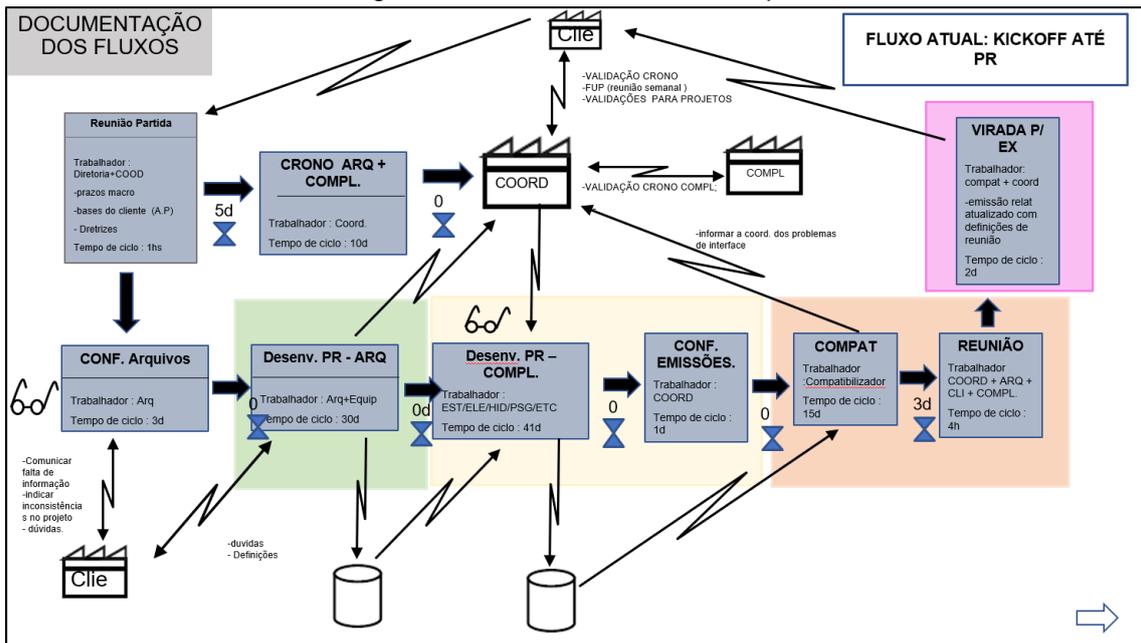
5.3.3 Levantamento do fluxo atual

Para o início dessa fase, ocorreu um treinamento de nivelamento, mais detalhado, sobre a ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor Atual, como previsto no método. O fluxo de valor escolhido para ser trabalhado pelo método, foi o relacionado à incorporação com desenvolvimento dos projetos realizados internamente⁸. Este fluxo tem como foco, atender a demanda de elaboração de projetos para um conjunto restrito de clientes, o que se mostrou favorável a aplicação do método, pois o fluxo de valor poderia ser melhorado com o tempo (base do *Lean*). Neste fluxo de valor, a maioria dos projetos são elaborados internamente na organização, porém pode ocorrer a continuação de trabalhos já iniciados externamente por outras organizações.

O mapeamento do fluxo de valor, apresentou um tempo total de desenvolvimento de 90 dias (LTT), em média. Dessa duração total média, foi identificado um tempo de espera total médio de 5 dias (TET) e um tempo de trabalho com agregação de valor médio de 100 dias (TCT). A Figura 49 apresenta o fluxo de valor atual, desenvolvido e entregue pela equipe envolvida na aplicação do método. Pode-se visualizar a existência de 4 fases no desenvolvimento interno dos trabalhos, com um total de 6 subprocessos, além de 3 processos preparatórios para o início da 1 fase de desenvolvimento dos trabalhos.

⁸ A organização trabalha com projetos para a área de varejo e incorporação, os fluxos identificados foram de projetos para estas duas áreas, divididos em pequeno/médio e grande porte, e para cada um com projetos desenvolvidos internamente ou terceirizado. Um total de 8 fluxos de trabalho.

Figura 49 - Fluxo de valor atual do processo

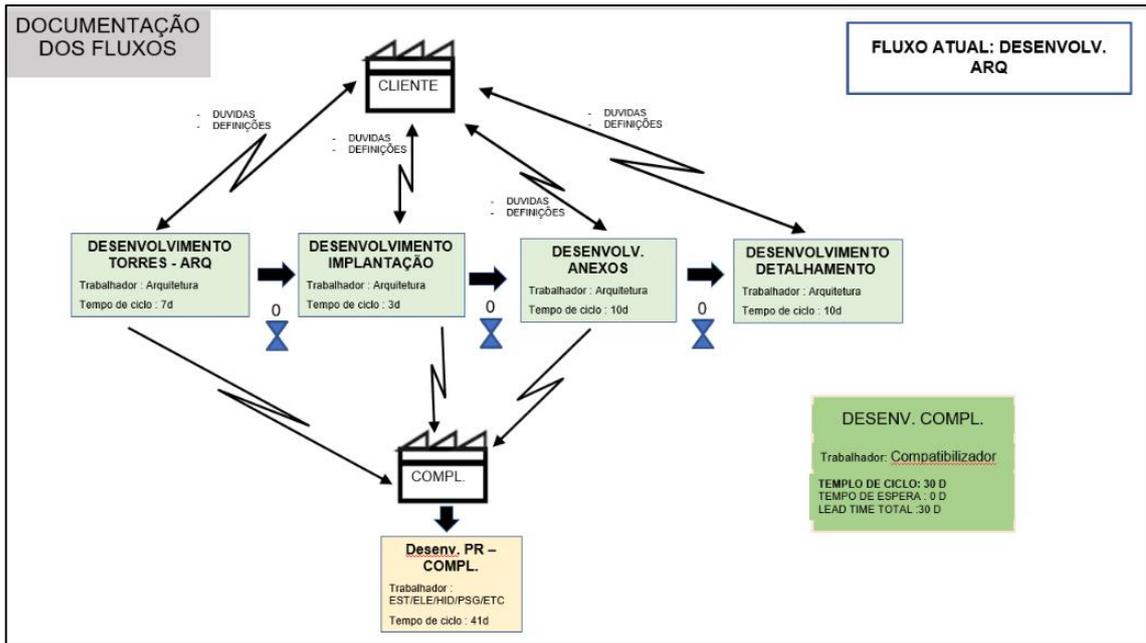


Fonte: O autor (2023).

Observa-se também que grande parte da comunicação com o cliente é realizada somente pelo coordenador do projeto (contrato), exceção se faz nos processos de “Conf. Arquivos” e “Desenv. PR-ARQ”, além da existência de um sistema de armazenamento de documentação interno utilizado pelos processos de “Desenv. PR-ARQ”, “Desenv. PR-COMPL”, “COMPAT”.

Para um entendimento melhor e construção de uma visão mais sistêmica de todos os processos, ocorreu o detalhamento de 3 das 4 fases, destacadas em cores no macrofluxo. A Figura 50, detalha o processo de Desenvolvimento Arquitetura, composto de 4 atividades, sendo 4 executadas pelo arquiteto e uma por um técnico de compatibilização. Nota-se a comunicação existente entre o arquiteto e o cliente, e o responsável pela compatibilização do projeto arquitetônico com os outros projetos complementares.

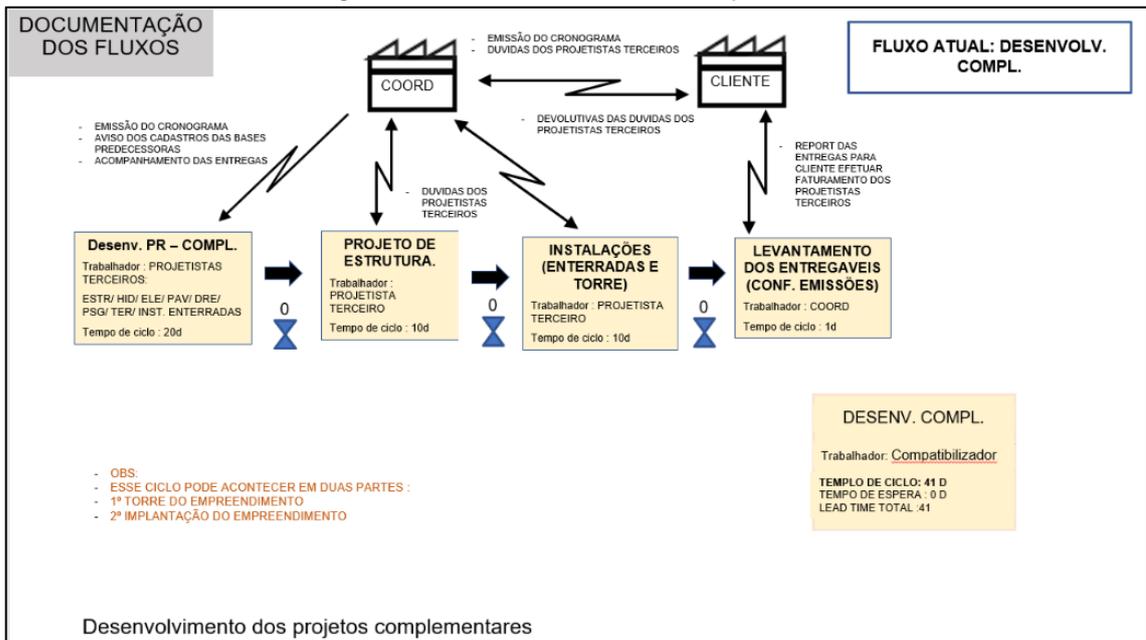
Figura 50 - Fluxo de valor atual do processo



Fonte: O autor (2023).

A Figura 51, detalha o processo de Desenvolvimento Complementar, composto de 4 atividades. Nota-se que em três destas atividades não ocorre diretamente com o cliente e sim com o coordenador.

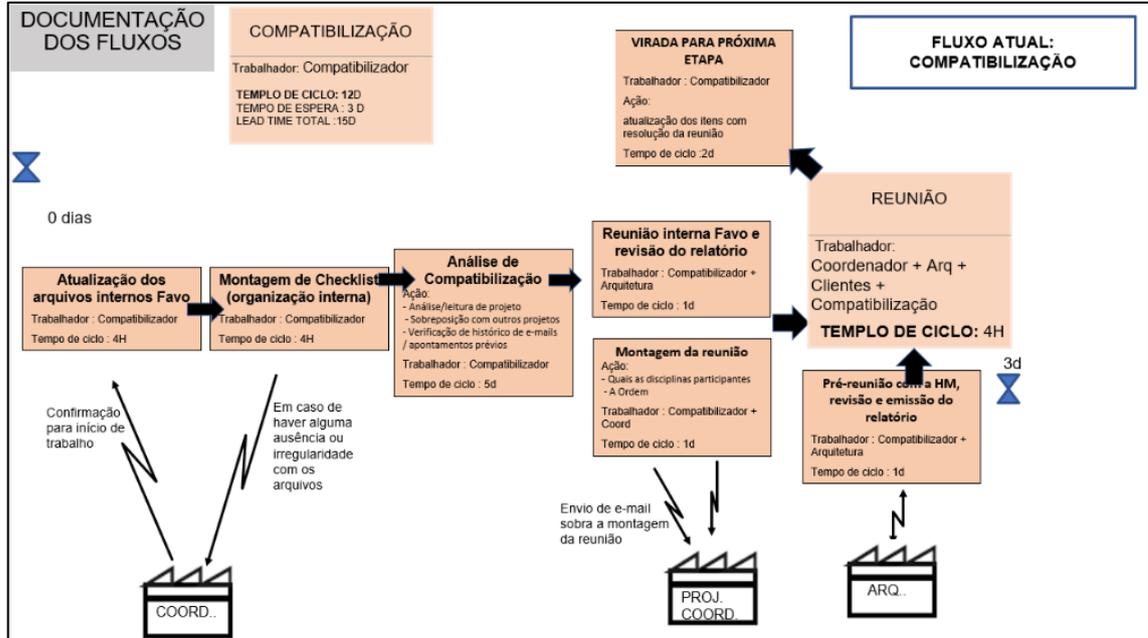
Figura 51 - Fluxo de valor atual do processo



Fonte: O autor (2023).

A Figura 52, detalha o processo de Compatibilização, composto de 8 atividades. Nota-se que em nenhuma destas atividades a comunicação não ocorre diretamente com o cliente e que duas atividades são realizadas paralelamente.

Figura 52 - Fluxo de valor atual do processo



Fonte: O autor (2023).

Os tempos de espera total (TET) de 8 dias, tempo de trabalho total (LTT) de 82 dias e tempos de trabalho total (TCT) de 74 dias. Diferente das organizações A e B, a organização C não apresentou tempos de esperas significativos, porém de forma análoga foi verificada a pouca presença dos clientes durante o desenvolvimento dos trabalhos, direcionando para um repensar e direcionamento de uma melhor colaboração de todos os envolvidos em todas as fases.

5.3.4 Mapeamento do estado Futuro

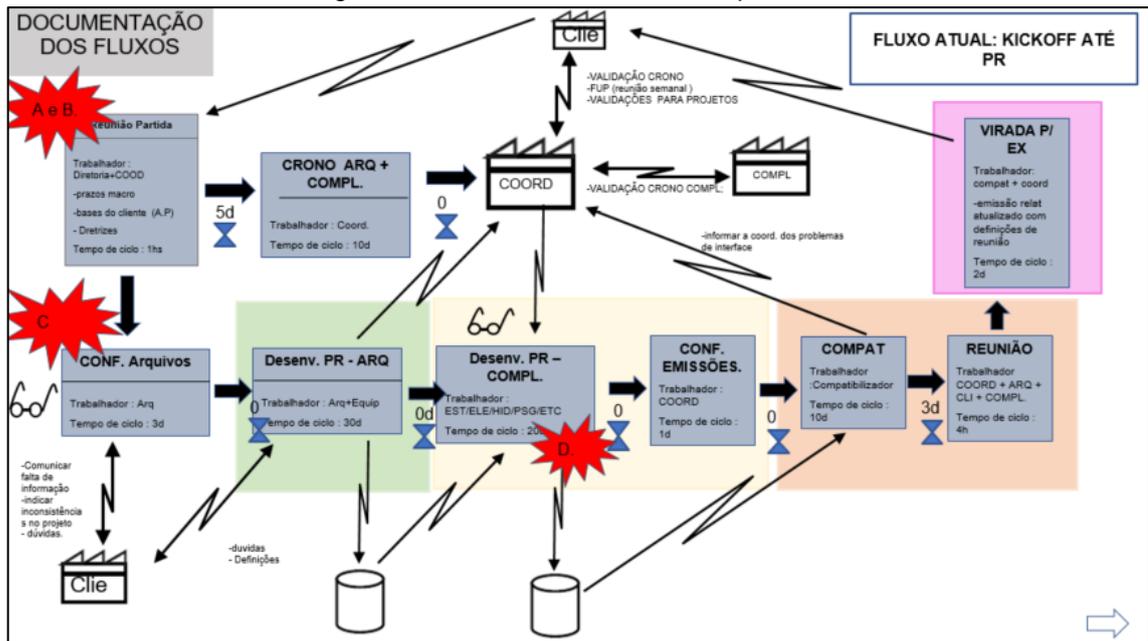
Para o início dessa fase, como especificado no artefato, ocorreu um treinamento de nivelamento sobre as técnicas de identificação de desperdícios no fluxo de valor atual e como se elabora o Fluxo de Valor Futuro. A equipe envolvida, durante a reunião, identificou 22 fontes de desperdícios no fluxo de trabalho atual, ver Apêndice M, onde se apresenta exatamente o documento entregue pela equipe.

Buscando-se mitigar os desperdícios, foram sugeridas inicialmente 5 mudanças no fluxo de valor atual, sendo elas:

- a) Melhorar a realização da reunião de partida com o cliente, incluindo na pauta os prazos intermediários (lançamento, aprovações, comunique-se, imagens de vendas etc.);
- b) Criar uma reunião de partida com todos os envolvidos, para estabelecimento de metas e promoção de melhores trocas de informações. Trocas de e-mails seriam evitadas, criando o processo de reuniões virtuais sempre que necessário;
- c) Criar processo de conferência dos arquivos iniciais por parte dos complementares para inclusão de premissas;
- d) Incluir na programação das emissões dos complementares a atividade de responder e incluir comentários na plataforma de comunicação adotada, evitando-se a troca de e-mails; e
- e) Modificar o fluxo de comunicação no desenvolvimento dos projetos arquitetônicos, promovendo a redução de trocas de e-mails e a utilização de uma plataforma específica de registro e tratamento de problemas.

A Figura 53, apresenta o registro das 4 solicitações (A, B, C e D), representadas pelas estrelas em vermelho, próximas aos subprocessos que serão afetados. A sugestão E foi tratada como relacionada a todos os processos e atividades e não registrado no fluxo.

Figura 53 - Fluxo de valor futuro do processo

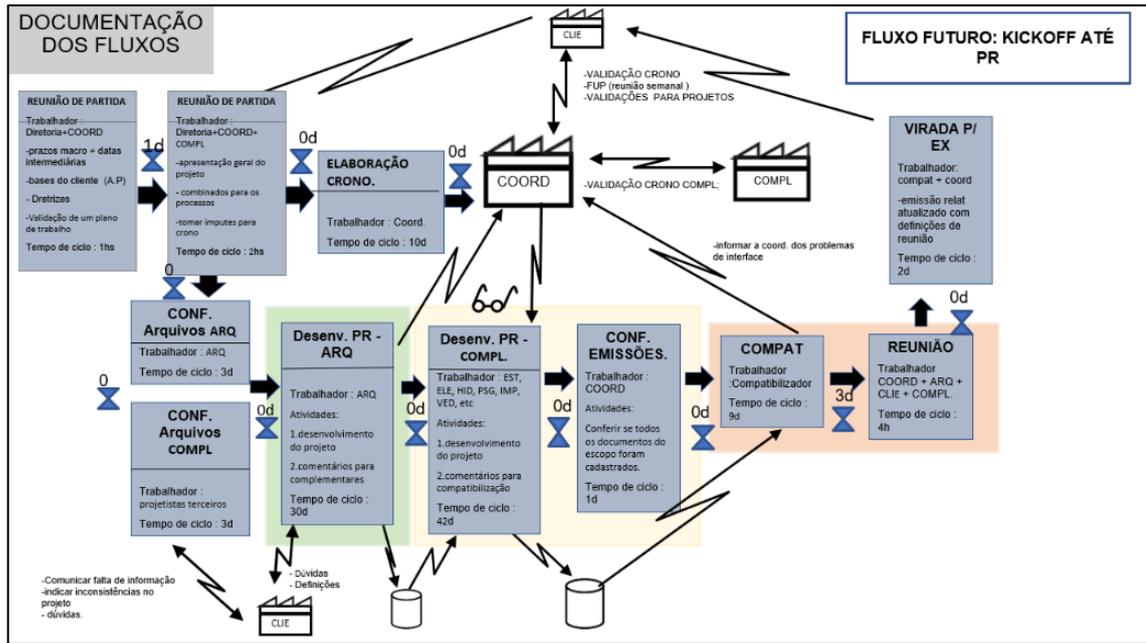


Fonte: O autor (2023).

Os fluxos foram redesenhados com as sugestões de modificações sugeridas pelos participantes, criando-se os mapas de fluxo de valores futuros. A equipe teve ciência que as cinco alterações não buscavam resolver todos os desperdícios identificados, porém promoveriam a redução de parte dos problemas hoje presentes nos fluxos.

A Figura 54, apresenta o macrofluxo de valor futuro, com as 3 fases internas, agora com 11 subprocessos, devido a criação de 2 novos processos, referentes a reunião de partida com todos os envolvidos no projeto e o processo de validação dos documentos a ser realizado por todos os envolvidos. Anteriormente essa validação era realizada somente pelo arquiteto.

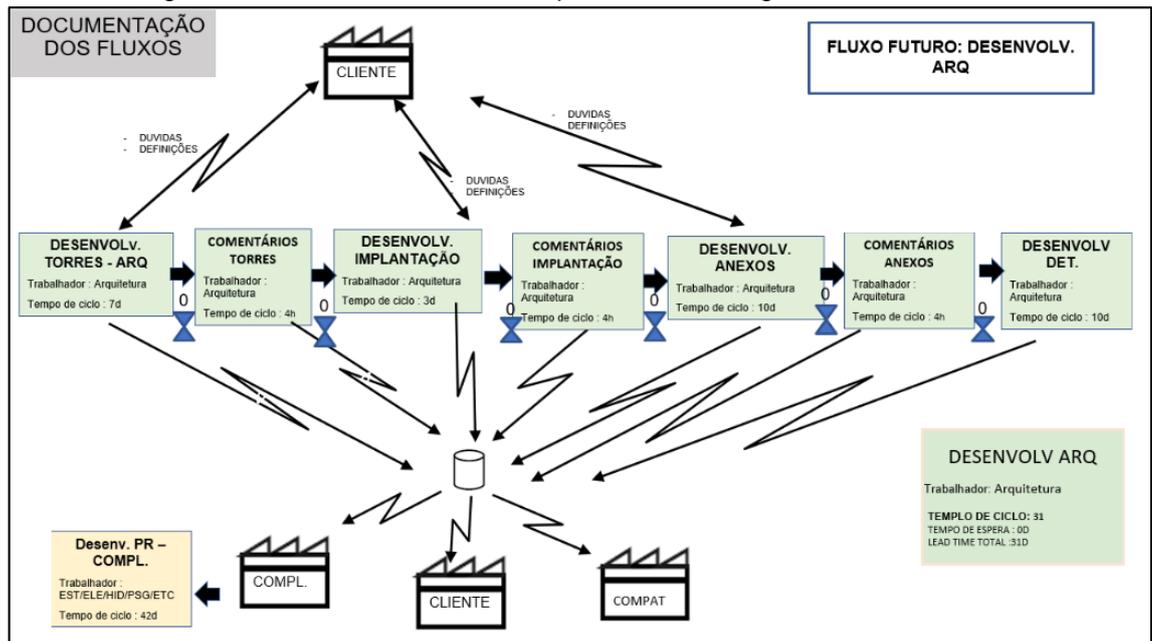
Figura 54 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias



Fonte: O autor (2023).

A Figura 55 apresenta o Mapa de Fluxo de valor futuro do processo de desenvolvimento arquitetônico, composto agora por 7 atividades (anteriormente eram 4), e uma maior participação do cliente, com a disponibilização de um canal de comunicação via ferramenta CDE, que também permitirá uma melhoria de comunicação com os projetistas externos à organização.

Figura 55 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias

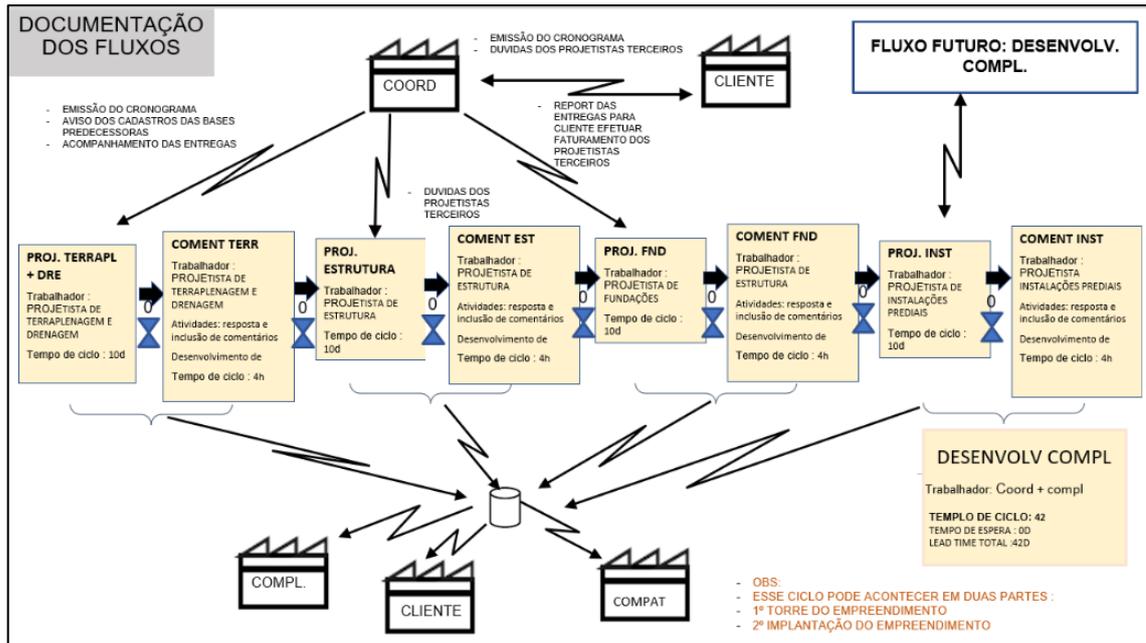


Fonte: O autor (2023).

A equipe previu uma redução do tempo de desenvolvimento dos projetos, porém não foram feitas estimativas, optando-se pela análise quantitativa durante a realização dos projetos pilotos.

A Figura 56 apresenta o Mapa de Fluxo de valor futuro do processo de desenvolvimento complementar, composto agora por 8 atividades (anteriormente eram 4), e uma maior participação do cliente, com a disponibilização de um canal de comunicação via ferramenta CDE, que também permitirá uma melhoria de comunicação com os projetistas externos à organização. A equipe previu uma redução do tempo de desenvolvimento dos projetos, porém não foram feitas estimativas, optando-se pela análise quantitativa durante a realização dos projetos pilotos.

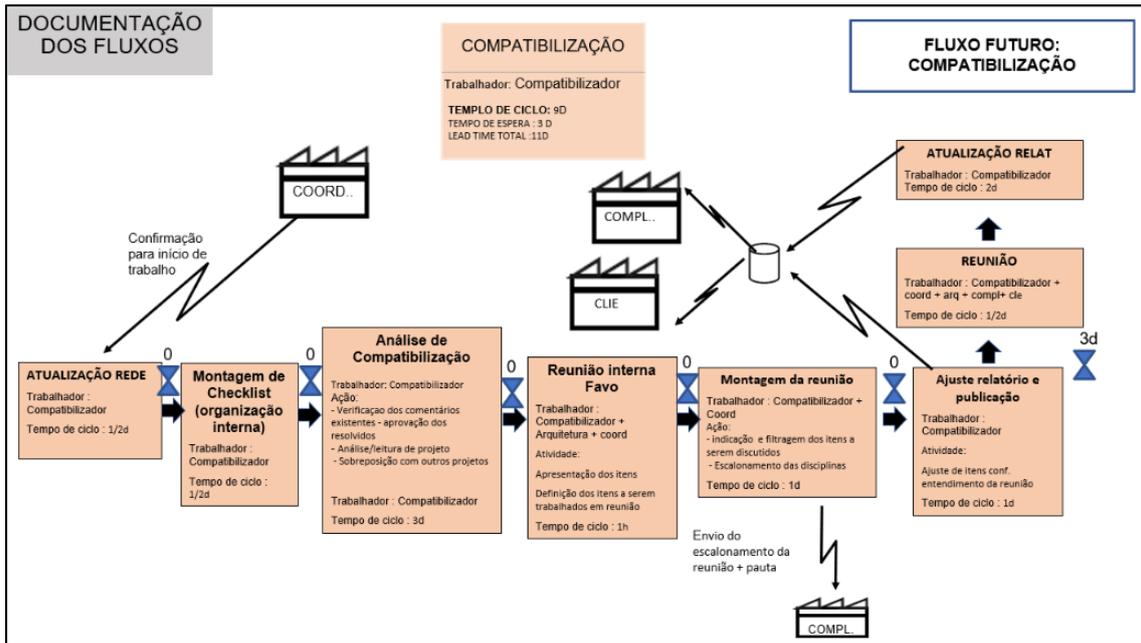
Figura 56 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias



Fonte: O autor (2023).

A Figura 57 apresenta o Mapa de Fluxo de valor futuro do processo de compatibilização, não tendo sido criado ou retirado nenhuma tarefa, porém devido a implantação do CDE, passa a ocorrer uma maior participação responsável pela compatibilização com todos os outros técnicos envolvidos no trabalho. A equipe previu uma redução do tempo de desenvolvimento dos projetos, porém não foram feitas estimativas, optando-se pela análise quantitativa durante a realização dos projetos pilotos.

Figura 57 - Fluxo de valor atual do processo com sugestões de melhorias



Fonte: O autor (2023).

Os resultados esperados das modificações propostas estavam relacionados a redução de retrabalhos devido à melhora da colaboração entre todos os envolvidos e consequente redução dos prazos. Ficou acertado que o percentual de redução seria analisado, quando a implementação em projetos pilotos.

5.3.5 Plano de Implementação

Após a apresentação das propostas de modificações nos fluxos de valores ao corpo gerencial e sua autorização para implementação, ocorreu um planejamento para a execução em projetos pilotos, com avaliação dos resultados e execução de ajustes, caso fossem necessários. Devido à necessidade de análise de ferramenta CDE a ser utilizada e necessidades de treinamentos, o tempo esperado para a execução dos ajustes ficou em mais de 3 meses. Fator relevante foi que em paralelo com estes testes, outros fluxos começaram a ser desenhados e trabalhados de acordo com a metodologia proposta.

5.3.6 Implementação do Estado Futuro

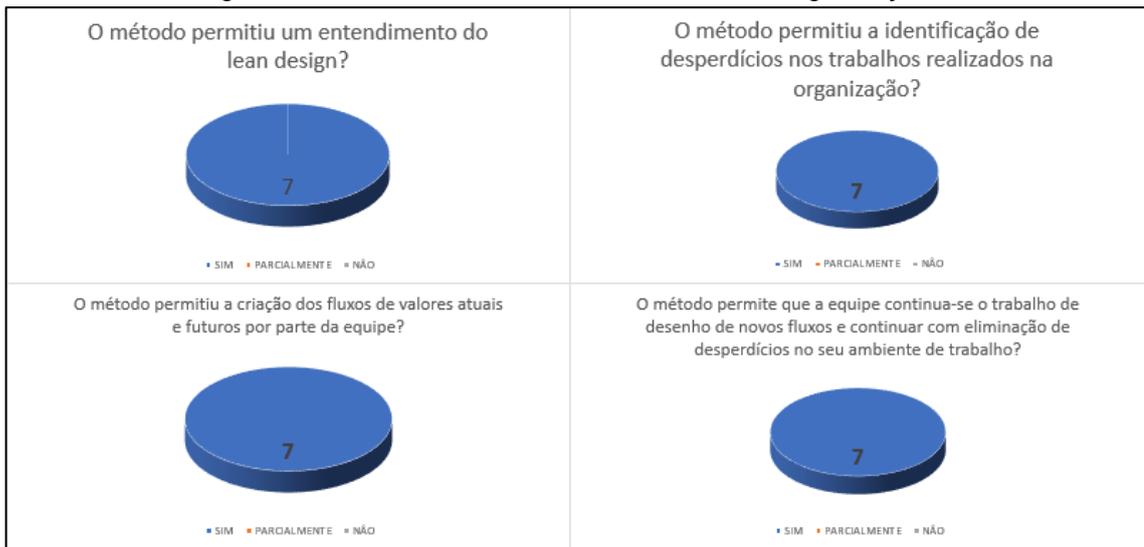
Devido ao tempo esperado para a realização dos testes, o trabalho foi considerado encerrado com o pesquisador. Posteriormente a organização informou que projetos pilotos foram realizados, ocorrendo-se a constatação que os resultados esperados estavam sendo alcançados, porém estudos quanto a levantamento de dados quantitativos não foram realizados.

5.3.7 Avaliação do método na organização C

A equipe envolvida era composta de 8 pessoas, sendo pessoas com contrato fixo ou temporário. Da mesma forma como foi realizada na Organiza A e B, em uma primeira avaliação, realizada de forma não estruturada, os envolvidos relataram que o método possibilitou a criação de uma visão sistêmica de todo o trabalho existente na organização, provocada pela criação dos mapas de fluxo de valor, possibilitando um entendimento da importância de cada um em todo o processo de criação dos projetos. Também foi relatado uma melhoria na percepção de valor dos clientes com a organização, quanto ao atendimento de seus requisitos de projeto.

Assim como realizado na Organização A e B, e objetivando-se medir a eficácia e eficiência do método proposto, foram realizadas pesquisas através de formulários anônimos com os participantes da organização, aproximadamente 20 dias após o término dos trabalhos, obtendo-se uma devolutiva de 7 pessoas, das 8 que participaram do projeto piloto. A tabulação da pesquisa se encontra na Figura 58, onde constata-se o atingimento dos objetivos específicos definidos no projeto.

Figura 58 - Resultados da eficácia do método na organização C



Fonte: O autor (2023).

Os questionamentos presentes na pesquisa foram os mesmos utilizados na organização A, com relacionamento direto com os objetivos específicos da pesquisa. Assim como ocorreu com as organizações A e B, a quantificação dos índices de redução de tempo com a adoção do *Lean Design* não foi realizada. Declarações de que ocorreram melhorias nos trabalhos, com redução dos retrabalhos e redução de prazos foram registradas, porém não existiam com precisão estes indicadores antes e depois da aplicação do método.

Ressalta-se que a organização C, informou ao final dos trabalhos que estava analisando a implementação da mesma metodologia de planejamento e acompanhamento de planejamento de atividades semanais utilizada na execução do método, com utilização de um quadro *kanban*, porém devido ao término dos trabalhos, não foi possível coletar evidência da sua aplicação.

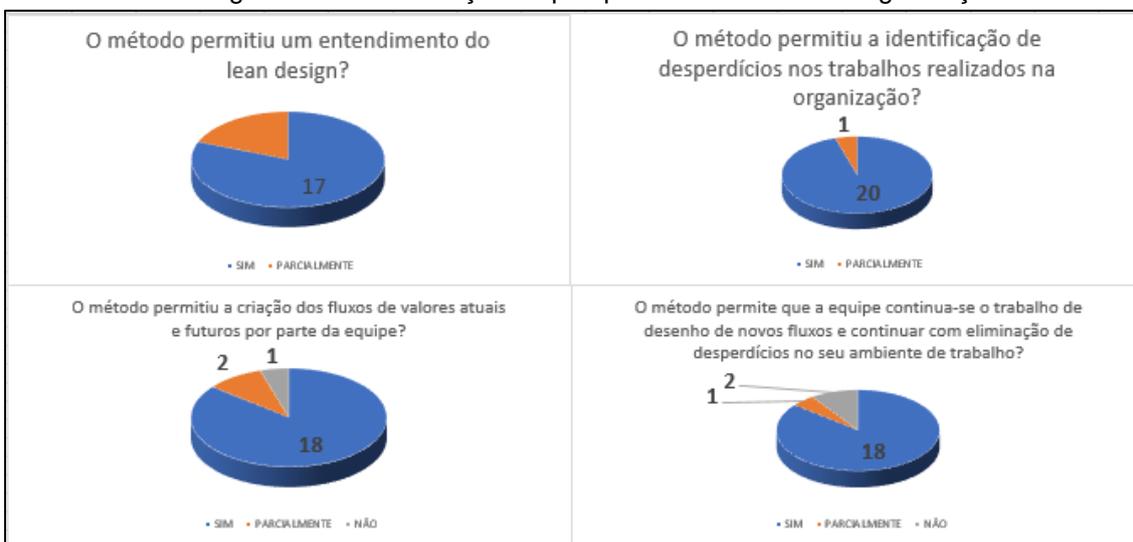
5.4 AVALIAÇÃO GERAL DA EFICÁCIA/EFICIÊNCIA DO MÉTODO COM BASE NOS PROJETOS PILOTOS

Anteriormente foi apresentado os resultados de eficácia/eficiência de forma individual nas organizações onde o método foi aplicado. A seguir apresenta-se o resultado de forma consolidada das 3 organizações

5.4.1 Resumo da tabulação das pesquisas nas Organizações A, B e C

Com o objetivo de consolidar as respostas de todos os envolvidos nas três organizações e obter um entendimento da pesquisa aos objetivos da proposta considerando as respostas de todos os envolvidos nas 3 organizações, apresenta-se abaixo uma consolidação de todas as devoluções da pesquisa realizada ao final dos trabalhos nas organizações A, B e C. A Figura 59 apresenta os resultados da tabulação geral.

Figura 59 - Consolidação da pesquisa realizada nas 3 organizações



Fonte: O autor (2023).

Entendendo a existência de uma relação direta das perguntas/respostas presentes na avaliação, como detalhado na avaliação da execução do método na organização A (ver item 5.1.7), o Quadro 02 apresenta dados quantitativos da avaliação para cada um dos objetivos específicos da pesquisa.

Quadro 5 - Relacionamento das avaliações com os objetivos específicos

Objetivos da pesquisa	Item relacionado na pesquisa	A execução do Método		
		Atendeu	Atendeu parcialmente	Não atendeu
Propor um método de implantação do Lean Design em escritórios de projeto de arquitetura e engenharia. OBJETIVO GERAL	O método permitiu a criação dos fluxos de valores atuais e futuros por parte da equipe?	18	2	1
	O método permitiu um entendimento do lean design?	20	1	
Comprovar a eficácia do método proposto quanto a ações que permitam uma melhor consolidação das mudanças a serem propostas nos processos de projetos, pelas práticas de Lean Design, nos escritório de projeto. OBJETIVO ESPECÍFICO	O método permitiu a identificação de desperdícios nos trabalhos realizados na organização?	20	1	
Comprovar a eficácia do método proposto quanto a criação de ciclos de melhoria contínua, em relação aos processos de projetos, visando a otimização do tempo de trabalho e redução de desperdícios de atividades que podem resultar em baixa produtividade e menor atenção ao ato projetual. OBJETIVO ESPECÍFICO	O método permite que a equipe continue o trabalho de desenho de novos fluxos e continuar com a eliminação de desperdícios no seu ambiente de trabalho?	18	1	2

Fonte: O autor (2023).

Analisando-se os resultados, é possível ver que uma avaliação positiva dos envolvidos quanto aos resultados alcançados com a aplicação do método. Mesmo diante de possíveis melhorias a serem realizadas (ver item seguinte), pode-se concluir que o método atende aos objetivos específicos propostos na pesquisa, conforme se ver no quadro 02 e está contribuindo com a aperfeiçoamento dos projetos com *Lean Design* nas organizações trabalhadas, o que possibilita uma visão de que outros pesquisadores possam a vir a promover aperfeiçoamentos.

5.4.2 Comentários presentes nas avaliações realizadas

Comentários presentes nas avaliações entregues pelos participantes das 3 organizações, são apresentados a seguir:

a) O método permitiu um entendimento do *Lean Design*?

- I. “No meu entender sim. Nosso entendimento de todo o processo de trabalho ficou mais claro e podemos propor novas propostas para otimizar e simplificar o nosso trabalho”;

- II. *“Sim, foi possível entender o processo do Lean como um todo. Origem, e objetivo inicial na sua criação e a aplicação e adaptação do método para os processos de gerenciamento de projeto”;* e
- III. *“Sim, pois permitiu perceber que os processos podem ser encurtados de maneira a otimizá-los”.*

a) O método permitiu a identificação de desperdícios nos trabalhos realizados na organização?

- a. *“Sim, além de identificar os desperdícios entender a interferência entre eles”;*
- b. *“Sim. Foi identificado questões para que não houvesse uma superprodução, tempo de espera elevado e trabalho puxado (ao invés de empurrado). O fluxo de trabalho foi redesenhado neste sentido”;*
- c. *“Sim. Ao fazer o primeiro mapeamento a gente já conseguiu ver atividades que não agregam valor ao processo gerando uma série de desperdícios, de tempo, de recursos como "passar a limpo" um projeto virando de fase sem que fossem incorporadas informações que já poderiam ser absorvidas a partir dos complementares”;*
- d. *“Totalmente. Nos ensinou a enxergar algo que sempre esteve ali, mas que até então éramos incapazes de ver”;* e
- e. *“Sim, muitos. Nos fez enxergar redundâncias em processos e facilitou o melhoramento do processo”.*

a) O método permitiu a criação dos fluxos de valores atuais e futuros por parte da equipe?

- I. *“Creio que sim. O fluxo de trabalho foi redesenhado para ser o mais eficiente possível. E acredito que toda a equipe entendeu a metodologia constante do PDCA, para redefinir os futuros fluxos de trabalho”;*
- II. *“Sim. A partir da identificação de alguns desperdícios a gente conseguiu eliminar algumas atividades e inserir processos, sobretudo no que se refere à comunicação entre todos os atores, processos mais colaborativos, que ajudarão a agregar valor nas entregas, adiantando*

informações que de fato serão úteis aos projetistas complementares”;
e

- III. *“Sim, em conjunto foram elaborados os fluxos atuais e os futuros e durante esse processo ficou perceptível a toda equipe o quanto a falta da formalização de um fluxo geram diversas interpretações do processo. Durante o desenvolvimento do fluxo atual cada componente da equipe tinha uma percepção diferente do que acontecia em cada fase e processo”.*

a) O método permite que a equipe continue-se o trabalho de desenho de novos fluxos e continuar com eliminação de desperdícios no seu ambiente de trabalho?

- I. *“Sim, conseguiremos não só mapear e desenhar o fluxo futuro, como também, levar o Lean para outras áreas dentro na organização”;*
- II. *“Sim, acredito que o treinamento aplicado forneceu total embasamento sobre o processo Lean Design e capacitou a equipe para aplicação e evolução do trabalho iniciado às demais áreas da empresa”;*
- III. *“Não, infelizmente, os gestores continuam apenas movimentando post-it's, sem de fato analisar o que causa o atraso, sem de fato dar um suporte técnico, acredito que eles precisam assumir um pouco a postura de líderes e não apenas chefes. Existem apenas as cobranças e a postura de que a única tarefa deles é a trazer trabalho para pagar nosso salário. Prazo estão sendo dados (e cobrados) mesmo quando não temos a informação completa do cliente, sempre com o argumento "mas vocês sabem que trabalhar com fulano é assim". Vivemos apagando fogo. Mas saiba que seu trabalho foi essencial para abirmos os olhos e também crescermos pessoalmente”;* e
- IV. *“Sim. Mas vai depender do empenho da equipe em cumprir os prazos de entrega, o que ainda não está acontecendo”.*

5.4.3 Avaliação do método proposto

Com base nos resultados obtidos da tabulação apresentada no item acima, constata-se que o método atende aos objetivos propostos para a pesquisa, porém melhorias a serem feitas no método foram constatadas e que podem ser objeto de novas pesquisas. Como melhorias já identificadas, temos:

- a) Criação de um processo para identificação de dados quantitativos relativos aos tempos de execução dos processos presentes no fluxo de valor atual das organizações, e dos tempos de espera. Embora registrados nos mapas de fluxos apresentados pelas organizações, todas as 3 organizações não demonstraram segurança na qualidade deles;
- b) Criação de um processo para identificação de dados quantitativos relativos aos tempos de execução dos processos presentes no fluxo de valor futuro das organizações, e dos tempos de espera. Nenhuma das três organizações conseguiu apresentar um valor real e assim, uma análise qualitativa dos resultados alcançados pela implantação das mudanças no processo, implantação do mapa de fluxo de valor futuro, não pode ser realizada;
- c) Em conversas informais próxima a conclusão deste trabalho, sendo realizada a mais de 10 meses da conclusão dos trabalhos a organização A, 4 meses da organização B e quase 3 meses da organiza C, verificou-se que o ritmo da aplicação do método caiu bastante, e especificamente para a organização A não ocorrendo melhorias de processos a mais de 6 meses. Isso indica que uma melhoria deverá ser pensada para o método, podendo-se criar a formalização de um responsável interno pela continuidade dos trabalhos, um mentor, e que este tenha conhecimentos não somente do método, como também ser um profundo conhecedor do *Lean*. Sem a presença de uma pessoa com as características definidas anteriormente, a execução do método pode ficar comprometida. Este fato é também relatado por Mann (2005), Tapping *et al.* (2010) e Liker *et al.* (2013);
- d) Uma outra melhoria a ser analisada é a criação de um grupo interno dentro das organizações, cuja responsabilidade seria a continuidade dos trabalhos. Esta ação não se encontra detalhada no método. Algo semelhante ao que

ocorre nos processos de implantação de gerenciamento de projetos nas organizações, sendo intitulado o grupo como “PMO- Project Management Office”;

- e) Uma participação dos gestores da organização deve ser incentivada e registrada no método, o que se comprovou ser benéfica, com os resultados obtidos nas organizações B e C. Este fato foi enfatizado por Mann (2005), quando relata que nenhum movimento no sentido de se implantar o *Lean* deve ser iniciado sem o apoio explícito da alta gerência; e
- f) Um acompanhamento mais longo na pós-execução do método nas organizações, poderá indicar melhorias no método, garantido uma melhor continuação das melhorias contínuas por parte das equipes.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos de elaboração de projetos, sejam relacionados ao projeto de arquitetura e projetos de engenharia complementares, passou por transformação nas últimas décadas, passando de um trabalho manual, ou artesanal, e pouco documentado, para um modelo mais formal, informatizado e colaborativo. Todas essas transformações provocaram e ainda provocam significativas mudanças nos processos de trabalho dos arquitetos e engenheiros, exigindo uma nova forma de pensar seus fluxos de trabalhos.

As técnicas de *Lean*, traduzidas do modelo Toyota de gestão, extrapolaram as barreiras, influenciando os ambientes não somente industriais, como também os administrativos, com consolidação nos ambientes de desenvolvimento de projetos, passando a ser reconhecido como *Lean Design*.

Mudanças nos processos de projetos devem ser cuidadosamente planejadas e executadas. Fracassos na implantação destas mudanças foram documentadas por trabalhos referenciados nesta pesquisa e uma preocupação a mais deve ser dada quando nestas jornadas tiverem o *Lean Design* como instrumento de realinhamento de processos, pois exige abordagens específicas e como não poderia deixar de ser, a utilização de técnicas e ferramentas *Lean*.

O conhecimento, análise e interpretação dessas técnicas de *Lean Design* e os benefícios que podem ser conseguidos, através das melhorias dos processos de projetos provocadas pela sua implementação, para às áreas de arquitetura e engenharia, deve ser objeto de atenção dos arquitetos, urbanistas, engenheiros e gestores de projetos, para que seus trabalhos possam ter melhores condições de competitividade, gerando produtos de melhor qualidade com menos esforço.

Esse trabalho colabora com a pesquisa na área, em especial com a área de projeto de arquitetura e engenharia, ao demonstrar a importância do *Lean Design* no repensar dos processos de projetos. A comprovação das reduções de custos e prazos, além da melhora da qualidade dos artefatos produzidos pelos escritórios de arquitetura e engenharia estão demonstradas em trabalhos publicados. Porém um método para a aplicação do *Lean Design* necessitava ser desenvolvido, e este trabalho teve como objetivo preencher essa lacuna.

As avaliações realizadas pelos envolvidos nos 3 escritórios que serviram de projetos pilotos para a aplicação do método (itens 5.1.7, 5.2.7 e 5.3.7), demonstrou que este (método) atendeu aos objetivos específicos propostos.

Embora não faça parte do escopo deste trabalho, estando fora das suas limitações, o método proposto poderá ser trabalhado também com o objetivo de ajudar a implementação do BIM, quanto aos ajustes necessários nos processos de trabalho, importante para se alcançar os resultados esperados dessa ação. Porém registra-se que não fez parte do escopo deste trabalho uma avaliação do método nesse sentido.

Espera-se que a importância do conhecimento e prática do método proposto pelo trabalho, com objetivo de possibilitar a implementação do *Lean Design*, seja reconhecida e que se torne objeto de estudos em futuros trabalhos acadêmicos. Espera-se, com isso, possibilitar uma maior exploração e implementação de novos métodos ou o aperfeiçoamento do proposto neste trabalho, aumentando a possibilidade de sucesso desta jornada pelos escritórios de arquitetura e engenharia.

O autor reconhece que o método aqui proposto não pode ser considerado como o melhor e nem ser considerado como uma versão final, necessitando-se da realização de novos testes e ajustes, com a criação de um ciclo PDCA de melhoria contínua do mesmo. Sugestões iniciais de melhorias a serem trabalhadas estão expostas no item 5.4.3, onde o autor enumera uma série de ações que podem e devem ser objeto de estudo. Uma atenção especial deve ser dada a um acompanhamento de mais longo prazo nas organizações que utilizem o método proposto, possibilitando um pensar em melhorias, que promovam uma consolidação orgânica de uma nova cultura organizacional nos processos de projetos baseada em *Lean Design*.

REFERÊNCIAS

- AKPONEWARE, Anderson O.; ADAMU, Zulfikar A.; **Clash detection or clash avoidance? An investigation into coordination problems in 3D BIM. Buildings**, v. 7, n. 3, p. 75, 2017.
- ALBERTIN, Marcos; GUERTZENSTEIN, Viviane; **Planejamento avançado da qualidade: sistemas de Gestão, técnicas e ferramentas**. Alta Books Editora, 2018.
- ALMEIDA, Alves Ivoneide Carolina et al. A Importância dos Treinamentos nas Organizações. **Encitec**, Santo Ângelo, v. 3, n. 12, p. 1-10, 8 dez. 2022. Quadrimestral.
- ALVES, Gilfranco Medeiros. **O desenho analógico e o desenho digital: a representação do projeto arquitetônico influenciado pelo uso do computador e as possíveis mudanças no processo projetivo em arquitetura**. 2009. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estudos de Linguagens, Centro de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/1461>. Acesso em: 22 fev. 2023.
- ANDRADE, Max L. V. X. de; RUSCHEL, Regina Coeli; MOREIRA, Daniel de Carvalho. O processo e os métodos. In: KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; MOREIRA, D.C.; PETRECHE, J.R.D.; FABRICIO, M. M. (Org.). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia**. 1 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011, p. 80-100.
- AZIZ, Remon Fayek; HAFEZ, Sherif Mohamed. Applying *Lean* thinking in construction and performance improvement. **Alexandria engineering journal**, v. 52, n. 4, p. 679-695, 2013.
- BALDAM, Roquemar e VALLE, Rogerio e ROZENFELD, Henrique. **Gerenciamento de processos de negócio - BPM: uma referência para implantação prática**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2014.
- BALLARD, Glenn; *Lean* project delivery system: White Paper-81. **Lean Construction Journal**, 2000. Disponível. Acesso em 23 de fev. 2023.
- _____. The *Lean* Project Delivery System: An Update. **Lean construction journal**, 2008.
- BALLARD, Glenn; ZABELLE, Todd; *Lean* Construction Institute White Paper-10. **Lean Construction Journal**, 2000. Disponível em http://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/W010-Ballard_Zabelle-2000-Lean-Design-Process-Tools-and-Techniques-LCI-White-Paper-10.pdf. Acesso em 23 de fev. 2023.
- _____. Project Definition LCI White Paper-9. **Lean Construction Journal**, 2000. Disponível em http://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/W009-Ballard_Zabelle-2000-Project-Definition-LCI-White-Paper-9.pdf. Acesso em 23 de fev. 2023.

BALLARD, Glenn; HOWELL, Gregory A. An Update on Last Planner. In: Annual Conference of The International Group for *Lean* Construction, 11. 2003, Virginia. **Proceedings [...]**. Virginia: The International Group for *Lean* Construction, 2003. p. 1-13. Disponível em: <https://www.iglc.net/papers/details/227>. Acesso em: 06 mar. 2023.

BATISTA, Luciana Teixeira. **O processo de projeto na era digital**: um novo deslocamento da prática profissional. 2010. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/RAAO-8CDKUT/1/luciana_teixeira.pdf. Acesso em: 23 fev. 2023.

BULHÕES, Michelle Caroline Soares. **Impactos do Building Information Modeling (BIM) no processo de projeto**. 2012. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós - Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012. Disponível em: <http://app.uff.br/riuff/handle/1/23985>. Acesso em: 23 fev. 2023.

BERSSANETI, Fernando Tobal; CARVALHO, Marly Monteiro de; MUSCAT, Antonio Rafael Namur. O impacto de fatores críticos de sucesso e da maturidade em gerenciamento de projetos no desempenho: um levantamento com empresas brasileiras. **Production**, v. 26, p. 707-723, 2015.

COELHO, Karina Matias. **A implementação e o uso da modelagem da informação da construção em empresas de projeto de arquitetura**. 2016. Dissertação (Mestrado em Inovação na Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/D.3.2017.tde-13032017-100600. Acesso em: 2023-02-22.

CUSUMANO, Michael A. The limits of *Lean*. **Sloan management review**, v. 35, p. 27-27, 1994.

CUTRIM, Rialberth; SOUZA, Hellen; DAHER, Ricardo; **Engenharia Simultânea e Just in Time**; Ed. Novas Edições Acadêmicas, 2017, 56 p.

DALPIAZ, F.; FRANCH, X.; HORKOFF, J. **iStar 2.0 Language Guide**, 2016. arXiv:1605.07767, May 2016, Available in <http://arxiv.org/pdf/1605.07767v1.pdf>

DANTAS FILHO, João Bosco Pinheiro. **Oportunidades de melhoria no processo de projeto de arquitetura sob a perspectiva do Lean Design**. 2016. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

DANTAS, João Bosco Pinheiro; BARROS, José de Paula; ANGELIM, Bruno Maciel. Mapeamento do fluxo de valor de processo de construção virtual baseado em BIM. **Ambiente Construído**, v. 17, p. 343-358, 2017.

DENNIS, Pascal. **Produção Lean simplificada**. Bookman Editora, 2009.

DE LIMA, Danilo Felipe Silva et al. Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas *Lean* em uma empresa calçadista. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 1, p. 366-392, 2016.

DE OLIVEIRA, Ricardo Becker Mendes; CORRÊA, Valesca Alves; DO PATROCÍNIO NUNES, Luiz Eduardo Nicolini. Mapeamento do fluxo de valor em um modelo de simulação computacional. **Revista Produção Online**, v. 14, n. 3, p. 837-861, 2014.

DIJKMAN, Remco M.; DUMAS, Marlon; OUYANG, Chun. Semantics and analysis of business process models in BPMN. **Information and Software technology**, v. 50, n. 12, p. 1281-1294, 2008.

DOS SANTOS, Lucas Almeida et al. Mapeamento de processos: um estudo no ramo de serviços. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 7, n. 14, p. 108-128, 2015.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Uma análise distintiva entre o estudo de caso, a pesquisa-ação e a design science research. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 17, p. 1116-1133, 2015.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; PROENÇA, Adrian; ANTUNES Júnior; Design **Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção; Gestão & produção**, v. 20, n. 4, p. 741-761, 2013.

EASTMAN, Charles M. et al. BIM handbook: **A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 350 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FANTINATO, Marcelo. **Métodos de pesquisa**. São Paulo: USP, 2015.

FERREIRA, Caio Cesar et al. Consequências da implantação pontual de ferramentas *Lean*. **Journal of Lean Systems**, v. 1, n. 1, p. 51-66, 2016.

FIALHO, Karlo Eugenio Romero; CAMPOS, Vanessa Ribeiro; BARROS NETO, Jose de Paula. Explorando a Aplicação dos Conceitos *Lean Design* em Processo de Elaboração de Projetos. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35. 2015, Fortaleza. **Perspectivas Globais para a Engenharia de Produção**. Fortaleza: Abepro – Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2015. p. 1-11.

FIGUEIREDO, João Manuel Silva Sequeira da Costa. **Optimização da Gestão da Construção**: Last planner system aplicado a um estudo de caso. 2008. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2008.

FOSSE, R. and BALLARD, G. *Lean Design Management with the Last Planner System* In: **Proc. 24th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction**, Boston, MA, USA, v. 4, p. 33-42, 2016. Disponível em: www.iglc.net. Acesso em: 23 de fev. de 2023.

FRANCO, Cynthia Raphaella da Rocha. **Um Catálogo de Boas Práticas, Erros Sintáticos e Semânticos em Modelos Bpmn**. 2014. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

FREIRE, Javier; ALARCÓN, Luis F. Achieving *Lean Design* process: Improvement methodology. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, n. 3, p. 248-256, 2002.

FREITAS, Henrique et al. O método de pesquisa survey. **Revista de Administração da Universidade de São Paulo**, v. 35, n. 3, p. 105-112, 2000.

FREITAS, Nathan Nogueira. **Estruturação da implantação da gestão por processos: diagnóstico no Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR)**. 2015. 132. il. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

GONÇALVES, José Ernesto Lima. As empresas são grandes coleções de processos. **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, p. 6-9, 2000.

_____. Processo, que processo? **Revista de Administração de Empresas**, v. 40, p. 8-19, 2000.

GUIMARÃES, Levi Silva et al. A utilização do Diagrama de Identificação de Desperdícios em substituição ao Mapa de Fluxo de Valor: Estudo de caso em uma fábrica de concentrados de refrigerantes. **Produto & Produção**, v. 16, n. 3, 2015.

HERRERA, Rodrigo F. et al. An assessment of *Lean Design* management practices in construction projects. **Sustainability**, v. 12, n. 1, p. 19, 2019.

_____. Analyzing the association between *Lean Design* management practices and BIM uses in the design of construction projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 147, n. 4, p. 04021010, 2021.

HIGA, Thiago Moriyuki. **Desenvolvimento de software para processo de pré-vendas em uma empresa de tecnologia**. 2015. 130 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

HORITA, Flávio Eduardo Aoki; NETO, Valdemar Vicente Graciano; DOS SANTOS, Rodrigo Pereira. Design Science Research em Sistemas de Informação e Engenharia de Software: Conceitos, Aplicações e Trabalhos Futuros. In: KAWAMOTO, André Luiz Satoshi; CORRÊA, DIONÍSIO, Ana Grasielle; MARTINS, Valéria Farinazzo. (Org.). **I Jornada Latino-Americana de Atualização em Informática ANAIS**, p. 192-2010, 2018.

JONES, C. Informe sobre la situación de la metodología del diseño. **Metodología del diseño arquitectónico**. Gustavo Gili, Barcelona, p. 385-395, 1971.

KO, Chien-Ho; CHUNG, Neng-Fu. Making design process *Lean*. In: **Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Oslo, Norway**. 2014. p. 25-27.

KOSKELA, Lauri. **Aplicação da nova filosofia de produção à construção**. Stanford: Universidade de Stanford, 1992.

_____. *Lean construction*. In: **Proceedings of the National Construction and Management Conference**, Sydney, Australia, February 17-18, 1994. Kensington, NSW: Institution of Engineers, Australia, 1994. p. 205-217.

KOSKELA, Lauri. Moving on-beyond *Lean* thinking. **Lean Construction Journal**, v. 1, n. 1, p. 24-37, 2004.

KUECHLER JR, William; VAISHNAVI, Vijay K.; KUECHLER, David. Supporting optimization of business-to-business e-commerce relationships. **Decision Support Systems**, v. 31, n. 3, p. 363-377, 2007.

JESUS, Leandro; MACIEIRA, André. Repensando a gestão por meio de processos— Como BPM pode transformar negócios e gerar crescimento e lucro. Rio de Janeiro: **Algo Mais**, v. 1, 2014.

LAWSON, Bryan. **How designers think**. Routledge, 2006.

LCI (*Lean Construction Institute*). **The Last Planner Production System Workbook: Improving reliability in planning and workflow**. University of California, Berkley: 2007.

LOUREGA, Ana Cláudia Gierg; HEINECK, Anderson da Silva; DOS SANTOS, Antônio Vanderlei; **Gestão por processo, uma estratégia organizacional**; XXIII Jornada de Pesquisa, 2018.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Bookman Editora, 2005.

LIKER, Jeffrey K.; HOSEUS, Michael. **A cultura Toyota: a alma do modelo Toyota**. Bookman Editora, 2009.

LIKER, Jeffrey K.; CONVIS, Gary L. **O modelo Toyota de liderança Lean: como conquistar e manter a excelência pelo desenvolvimento de lideranças**. Bookman Editora, 2013.

LOPES, Sonia. **Métodos Ágeis para Arquitetos e Profissionais Criativos: Como planejar e monitorar o seu projeto aumentando a produtividade**. Brasport, 2015.

MACHADO, R. L.; HEINECK, L. F. M. Modelos de produção enxuta destinados à viabilização de vantagens competitivas. In: Encontro Nacional de Engenharia de

Produção, 21. 2001, Salvador. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 2001. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/8201>. Acesso em: 23 fev. 2023.

MAIA, Laura Costa; ALVES, Anabela Carvalho; LEÃO, Celina Pinto. **Metodologias para implementar Lean Production**: Uma revisão crítica de literatura. In.: 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011) - A Engenharia no combate à pobreza, pelo desenvolvimento e competitividade. 2011. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1822/18874>. Acesso em: 23 fev. 2023.

MANN, David. **Liderança Lean**: ferramentas de gestão para sustentar a cultura *Lean*. São Paulo: Leopardo Editora, 2005.

MANZIONE, Leonardo. **Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios**. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2006. doi:10.11606/D.3.2006.tde-08032007-164926. Acesso em: 23 fev. 2023.

_____. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. Tese de Doutorado, Escola Politécnica de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil, São Paulo, 2013.

MANZIONE, Leonardo; MELHADO, Silvio; NÓBREGA JUNIOR, Claudino Lins. **BIM e inovação em gestão de projetos**: de acordo com a norma ISO 19650. 2021.

MARCH, Salvatore T.; STOREY, Veda C. Design science in the information systems discipline: an introduction to the special issue on design science research. **MIS quarterly**, p. 725-730, 2008.

MARKUS, T. El Dimensionamiento y la Valoración del Proceso de Ejecución de um Edifício como Método de Diseño. In: BROADBENT, G. (Org.). **Metodo del diseño arquitectónico**. Barcelona: Gustavo Gili, 1971, p. 235-256

MIRANDA, Lucas Bortoni Dias. **Proposta de uma metodologia de implementação sustentável do Lean Healthcare**. 2019. 69 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

MOTA, Bruno et al. *Lean Design* management in a major infrastructure project in UK. In: **Proceedings of the 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)**, Dublin, Ireland. 2019. p. 1-7.

VAN NEDERVEEN, Sander; BEHESHTI, Reza; GIELINGH, Wim. Modelling concepts for BIM. In: Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies. **IGI Global**, 2010. p. 1-18.

NEVES, André (org.). Design **como pensamento**: uma breve história da metodologia de design. Recife: Antônio Roberto Miranda de Oliveira, 2017. 167 f. Disponível em: https://www.academia.edu/36163012/Design_como_Pensamento. Acesso em: 24 fev. 2023.

OLIVEIRA, Antônio R. M. et al. (org.). Década de 1960: a primeira geração de métodos do design. In: NEVES, André (org.). **Design como pensamento: uma breve história da metodologia de design**. Recife: Antônio Roberto Miranda de Oliveira, 2017. p. 13-21. Disponível em: https://www.academia.edu/36163012/Design_como_Pensamento. Acesso em: 24 fev. 2023.

OLIVEIRA, Juliano Carlos Cecílio Batista; PINTO, Gelson de Almeida. O movimento dos métodos de projeto. **Vitruvius**, São Paulo, v. 9, n. 10506, p. 1-10, fev. 2009. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.105/77>. Acesso em: 24 fev. 2023.

ORIHUELA, P., ORIHUELA, J., ULLOA, K. Tools for Design Management in Building Projects. In: ROOKE, J., DAVE, B., **19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction**. Lima, Peru, 13-15 Jul, 2011. Disponível em: http://www.motiva.com.pe/Articulos/HerramientasLean_gestion_diseño.pdf. Acesso em: 24 fev. 2023.

OWEN, Martin; RAJ, Jog. **BPMN and Business Process Management: Introduction to the new business process-modeling standard**. Sem cidade informada pelo autor. Popkin Software: Bp Trends, 2003. 27 p.

PAGE J; **Review of Papers presente at the conference**. In: Jones, J. C.; Thornley, D. G. (ed) Conference on design methods. Oxford: Pergamon Press, 1963.

PENTTILÄ, Hannu. Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 11, n. 29, p. 395-408, 2006.

PESTANA, Ana Catarina VMF; ALVES, Thaís da CL; BARBOSA, André R. Application of *Lean* construction concepts to manage the submittal process in AEC projects. **Journal of Management in Engineering**, v. 30, n. 4, p. 05014006, 2014.

PIMENTEL, Mariano; FILIPPO, Denise; DOS SANTOS, Thiago Marcondes. Design Science Research: pesquisa científica atrelada ao design de artefatos. **RE@D - Revista de Educação a Distância e e-Learning**, v. 3, n. 1, p. 37-61, 2020.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. (Estados Unidos). **A Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOOK® Guide**. 4. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2008. 207 p.

PACHECO, Ana Paula Reusing et al. O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica. PPGEHC – Universidade Federal de Santa Catarina – **Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento – Apostila**, v. 2, 2012. Disponível em: <http://issbrasil.usp.br/artigos/ana.pdf>. Acesso em 24 fev. 2023.

PACHECO, Mónica. **Genealogias da fundamentação em arquitetura: contributos para uma arqueologia da representação do conhecimento**. 2013. 460 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013.

RABECHINI JR, Roque; CARVALHO, Marly Monteiro de; LAURINDO, Fernando José Barbin. Fatores críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa. **Production**, v. 12, p. 28-41, 2002.

REIS, Tathiana dos. **Aplicação da mentalidade enxuta no fluxo de negócios da construção civil a partir do mapeamento do fluxo de valor**: estudo de caso. 2004. 113 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1600931>. Acesso em: 24 fev. 2023.

RIBEIRO, Flora Seixas. **Diretrizes para implementação e avaliação do sistema Last Planner com foco nas práticas do planejamento de fase**. 2018. 227 f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2018.

RODRIGUEZ, Lady Alexandra Diaz. **Diretrizes Para a Implementação do Last Planner System**: uma conexão entre o planejamento de longo e curto prazo. 2018. 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Unicamp, Campinas, 2018.

ROMAN, Darlan José et al. *Lean service*: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma organização de serviços. **Revista Gestão Industrial**, v. 9, n. 4, 2014.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar**: mapeamento do fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. *Lean Enterprise Institute*, 2012.

SACKS, Rafael; KORB, Samuel; BARAK, Ronen. **Building Lean, building BIM**: improving construction the Tidhar way. Routledge, 2017.

SACKS, Rafael et al. Interaction of *Lean* and building information modeling in construction. **Journal of construction engineering and management**, v. 136, n. 9, p. 968-980, 2010.

SANTOS, Luciano Costa; GOHR, Cláudia Fabiana; DOS SANTOS, Eder Jonis. Aplicação do mapeamento do fluxo de valor para a implantação da produção enxuta na fabricação de fios de cobre. **Revista Gestão Industrial**, v. 7, n. 4, 2012.

SANTOS, Pedro Miguel Magalhães Fumega dos. **Consultoria Lean manufacturing na XC Consultores, Lda**. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2010.

SERRA, Fernanda Neves Tavares. **Mapeamento do fluxo de valor do processo de contratação de obras**: o caso de uma universidade pública. 2015. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SILVA, Tiago Holzmann da. **O projeto e a encomenda pública da arquitetura**: lex versus publica architecturae. 2018. 217 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional,

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/181373>. Acesso em: 23 fev. 2023.

SOBEK II, Durward K.; SMALLEY, Art. **Entendendo o pensamento A3**: um componente crítico do PDCA da Toyota. Bookman Editora, 2016.

SOUZA FILHO, Aureliano; GOUVINHAS, Reidson. Processo Projetual na Arquitetura: novos paradigmas através da engenharia simultânea. In: I Seminário Nacional Sobre Ensino e Pesquisa em Projeto de Arquitetura - Projetar, 1. 2003, Natal. **Anais [...]**. Natal: PPGAU/UFRN, 2003. p. 1-14.

SUCCAR, Bilal. Building information modelling maturity matrix. In: **Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies**. IGI Global, 2010. p. 65-103.

TAPPING, Don; SHUKER, Tom. **Lean Office**: Gerenciamento do fluxo de valor para áreas administrativas-8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias *Lean* nas áreas administrativas. São Paulo: Editora Leopardo, 2010.

TILLEY, Paul A. et al. *Lean Design* management: A new paradigm for managing the design and documentation process to improve quality? In.: **Proceedings IGLC-13**, Sydney, Austrália, 2005.

TORRES, Luis Fernando et al. Dificuldades Observadas Durante o Treinamento de Ferramentas *Lean*: Percepções Para Líderes. **Revista de Administração da UFSM**, v. 14, n. 4, p. 735-749, 2021.

UUSITALO, P. et al. Review of *Lean Design* Management: Processes, methods and technologies. In IGLC 2017 - **Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction** - Annual Conference of the International Group for *Lean* Construction, n. 25. p. 571-578. International Group for *Lean* Construction (IGLC), 2017.

VARGAS, Tiago Bernardino; PINTO, Geraldo Augusto. *Lean* Manufacturing, Flexibilidade e a Indústria Brasileira. **Ideação**, v. 21, n. 2, p. 159-175, 2019.

WEBER, Augusto Weschenfelder. **Projeto de funcionalidades de plataforma eletrônica para compatibilizar oferta e demanda por subcontratação na construção civil**. 2017. 54 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas-*Lean Thinking***. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T.; ROSS, Daniel; **The Machine That Changed the World**, Free press, 1990.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA PESQUISA DO NÍVEL DE MATURIDADE QUANTO AOS ELEMENTOS BÁSICOS DO LEAN

Nome:	
Função:	
Cargo:	
1	Com relação ao <i>Lean</i>
	Você já participou de algum treinamento sobre esse modelo de produção e gestão
	Você já leu sobre o <i>Lean</i>
	Você não tem conhecimento sobre o que é o <i>Lean</i>
2	Com relação ao seu trabalho
	Você segue procedimentos documentados
	Você consegue realizar de maneira padronizada, porém não tem esses procedimentos documentados
	Você realiza ele da melhor forma, porém não tem procedimentos definidos.
3	Quando da sua admissão na empresa
	Você foi treinado nos procedimentos que deveria seguir quando da elaboração dos trabalhos
	Você não foi treinamento, porém recebeu informações sobre procedimentos que deveriam ser realizados.
	Você descobriu com o tempo, o procedimento que deveria ser realizado para a execução dos trabalhos.
4	Quando chega uma nova pessoa para trabalhar com você
	Você reserva um tempo para explicar todos os procedimentos que ele deverá realizar quando da execução das tarefas a serem executadas futuramente.
	Você entrega um trabalho, explica os objetivos do mesmo e pede para a pessoa realizar o trabalho.
	A pessoa já tem conhecimentos dos procedimentos a serem seguidos na execução dos trabalhos.
5	Caso você descubra uma nova forma de realizar alguma tarefa do seu trabalho.
	Você tem liberdade de executar esse novo procedimento imediatamente após comunicar a descoberta a seu líder.
	Você deve apresentar uma proposta de mudança do procedimento ao seu líder, para que essa seja analisada e só depois, se aprovada, começa a trabalhar segundo os novos procedimentos.
	Você executa o novo procedimento, pois o foco é a entrega do trabalho.
6	Quando você informa seu líder sobre a descoberta de uma modificação nos procedimentos de trabalho que pode melhorar o desempenho de todos
	Seu líder analisa junto com você e toma a decisão de implementar ou não a modificação.
	Seu líder analisa junto com você e toma a decisão de convocar uma reunião com todos para debater a sugestão.
	Seu líder fala que o processo deve ser seguido e que não pode ser modificado.
7	Sobre o trabalho que você deve executar
	Você tem a programação dos trabalhos dos próximos dias
	Você só sabe o que tem que fazer quando chega ao ambiente de trabalho
	Você até tem uma programação, que é mudada constantemente.
8	Sobre os trabalhos que estão sendo executados pelas outras pessoas
	Você tem conhecimento porque existe um quadro indicando o que cada um está fazendo
	Você não sabe no que as outras pessoas estão trabalhando
	Você não sabe e nem tem interesse em saber no que as outras pessoas estão trabalhando
10	Sobre seus prazos de trabalho
	Eles são conhecidos por todos os que trabalham com você
	Apenas você e seu líder tem conhecimento

	Não existe uma rigidez grande quanto a prazo, devendo você terminar os trabalhos o quanto antes puder.
11	Sobre os trabalhos semanais a serem executados na sua equipe
	Existe uma reunião de programação semanal, onde são definidos os trabalhos de cada membro da equipe
	Não existe planejamento dos trabalhos semanais
	Existe um quadro onde consta o trabalho a ser realizado por cada membro da equipe e seus prazos.
13	Ainda sobre os trabalhos semanais a serem executados na sua equipe
	Existe a programação, porem ela é armazenada em software específico e o acesso é esporádico
	Existe a programação em um quadro, porem ele não é atualizado diariamente
	Não se aplica, pois não tem programação semanal/diária.
14	Caso exista o uso de software para armazenamento da programação semanal
	Ele é acessível a todos os membros da equipe
	Todos podem acessar, porem apenas o líder pode realizar modificações
	Todos podem acessar e realizar modificações.
15	Sobre os prazos estabelecidos nos trabalhos
	Existe uma expectativa sobre a conclusão, porem ela não é cobrada diariamente.
	Existe uma expectativa sobre a conclusão, que sofre modificações constantes devido a novas solicitações.
	Não existe prazos preestabelecidos, devendo você terminar o quanto antes.
16	Caso você tenha um prazo de entrega e verifica que não irá conseguir
	Continua trabalhando, sem pedir ajuda de ninguém, até conseguir encerrar o trabalho
	Pede ajuda aos seus companheiros, no sentido de tentar terminar o trabalho no prazo
	Não se aplica, pois não tem prazos de entrega dos trabalhos.
17	Ainda sobre prazos de entrega dos seus trabalhos
	Caso verifique que não irá concluir no prazo, informa antecipadamente ao seu líder
	Caso verifique que não irá concluir no prazo, só informa ao seu líder quando estiver muito próximo do prazo estabelecido.
	Não se aplica, pois não tem prazos de entrega dos trabalhos.
18	Sobre o acompanhamento do seu trabalho por seu líder
	Ele pergunta constantemente se necessita de ajuda
	Ele simplesmente espera que você termine o seu trabalho
	Você reporta a ele diariamente os avanços realizados
19	Caso você exerça um papel de liderança
	Você solicita a seus liderados que sempre executem os procedimentos conforme documentado
	Você informa que caso seja necessário, o seu liderado pode executar o trabalho de maneira diferente do que está documentado.
	Você não verifica se seu liderado está executando os procedimentos de acordo com o documentado.
20	Ainda, caso você exerça um papel de liderança
	Você solicita <i>feedback</i> dos seus liderados sobre o seu trabalho de liderança.
	Você acha que seus liderados devem simplesmente cumprir com os trabalhos entregues, e não necessita <i>feedback</i> sobre seu modo de liderança.
	Dar liberdade para essas avaliações, pode significar fraqueza na condução dos trabalhos.

APÊNDICE B – ROTEIRO DE ENTREVISTAS SOBRE O NÍVEL DE MATURIDADE DOS ELEMENTOS BÁSICOS DO LEAN

1. Parte A – Caracterização do entrevistado
2. Função e cargo que exerce
3. Tempo presente na organização
4. Se líder, quantidade de pessoas que lidera.
5. Já recebeu treinamento sobre <i>Lean</i>
6. Já leu livros/artigos sobre o <i>Lean</i>
7. Parte B – Organização dos trabalhos
8. Verificar se a empresa possui um processo padronizado de elaboração de projetos
9. Pedir para que a pessoal descreva os seus procedimentos de trabalho, mesmo que não exista um processo definido
10. Pedir detalhamento de como ocorre o fechamento das definições iniciais do projeto
11. Pedir para detalhar como os trabalhos são repassados para execução
12. Pedir para detalhar como são fechados os prazos dos trabalhos acertados
13. Verificar se existe um processo de planejamento periódico dos trabalhos a serem realizados
14. Verificar se ocorre uma distribuição das informações sobre os trabalhos que estão sendo desenvolvidos por todos os integrantes da equipe
15. Verificar como é feita a divisão interna dos trabalhos
16. Verificar como são controlados as pendências de informações ou definições que possam afetar, ou estar afetando, a execução dos trabalhos.
17. Verificar se existe oferecimento de treinamentos internos de aperfeiçoamento profissional
18. Verificar a periodicidade de reuniões com a equipe e com os líderes das equipes na organização
19. Verificar se existe incentivo a descobertas de novas formas de se realizar os trabalhos dentro da organização
20. Verificar se existe repasses internos dos ajustes nos processos de trabalho
21. Verificar o posicionamento dos líderes quanto incentivo e aceitação de formas mais eficazes de realização dos trabalhos.
22. Verificar se existe a utilização de algum software de planejamento por parte da equipe

APÊNDICE C – CONTEÚDO PRAGRAMÁTICO PARA O TREINAMENTO DE NIVELAMENTO CONCEITUAL SOBRE LEAN

- Panorama econômico do mundo no pós 2 guerra
- Panorama econômico do Japão no pós 2 guerra
- Necessidade de reerguimento do parque industrial Japonês e em especial do setor automotivo no pós 2 guerra.
- Nascimento do modelo Toyota de produção nos anos 1960
- Falência do setor automotivo dos EUA nos anos 1980
- Nascimento do conceito *LEAN* nos anos 1990
- O conceito do sistema *LEAN* (Redução dos 7 desperdícios)
- Apresentação detalhada dos 7 tipos de desperdícios.
- Conceito de produção Puxada e empurrada
- Propagação do *Lean* fora do setor automotivo
- Surgimento do *Lean Construction* e *Lean Design*
- Os benefícios para a organização e para o desenvolvimento profissional com a adoção do *Lean*.
- Apresentação dos 4 elementos básicos do *Lean* (padronização dos processos de trabalho, utilização de controles visuais, comprometimento pelos trabalhos diários e disciplina da liderança).

APÊNDICE D – ROTEIRO PARA A REALIZAÇÃO DO TREINAMENTO DE APRESENTAÇÃO DO MÈTODO

- Definição do que é uma metodologia
- Definição dos objetivos da metodologia em execução
- Apresentação das 6 fases da metodologia, com detalhamento dos objetivos, processos e ferramentas a serem utilizadas
- Apresentação de um cronograma geral previsto para a execução da implantação do *Lean* na organização.

APÊNDICE E – ROTEIRO PARA A REALIZAÇÃO DO TREINAMENTO DE LAST PLANNER SYSTEM

- Revisão do conceito *Lean* de trabalho
- Conceitos básicos da metodologia “*Last Planner System*” (LPS).
- Detalhamento dos 4 horizontes temporais do LPS (cronograma Master, cronograma de fases, cronograma “Lookahead”, cronograma semanal)
- Apresentação da ferramenta “quadro scrum/kanban” para apresentação da programação semanal
- Apresentação de outras ferramentas para se trabalhar o LPS
- Exemplos gerais

APÊNDICE F – MODELO DE CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO

MODELO DE CRONOGRAMA DE LONGO PRAZO									
FASE DO PROJETO	Mês 01	Mês 02	Mês 03	Mês 04	Mês 05	Mês 06	Mês 07	Mês 08	Mês 09
Diagnostico do Ambiente	█								
Engajamento e Nivelamento Conceitual		█							
Mapeamento do Estado Atual			█						
Mapeamento do Estado Futuro				█					
Plano de Implementação					█				
Implementação do Estado Futuro						█	█	█	█

APÊNDICE I – MODELO DE QUADRO KANBAN

A FAZER	FAZENDO	FEITO	CHECADO	NÃO PLANEJADO
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> Novo LMS Mensagens </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> Novo LMS Forum </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> Testar o Chat e verificar os erros apontados </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2247 - IPGN → → </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2672 - NC - SC </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 2670 - IPGN p/ 13-03 </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> Tarefa de Inglês </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2560 - NC - SC Paulinha </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2557 - IPGN Helio </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2156 - IPGN Luiz </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2075 - NC - SC Luiz </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2036 - NC - RO Helio </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 2627 - IPGN Junior </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2676 - NC - Uni Urgente / Luiz </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2644 - IPGN Helio </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2677 - NC - SC Alta </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 2470 - Com. Tutores - Helio </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> Scrm-2004 Junior </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 17.03 SBOS </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2679 - IPGN Alta </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2678 - IPGN Alta bem alta </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 1451 - IPGN Urgente </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2660 - IPGN </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2659 - IPGN </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2656 - IPGN </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2655 - IPGN </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2591 - IPGN </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2581 - IPGN </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 2648 - JF - SC </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2654 - NC - SC </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2647 - NC - SC </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2646 - NC - SC </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2129 - NC - SC </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2584 - NC - Uni </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 2602 - NC - Uni </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2665 - IPGN Não efetivado </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2652 - NC / SE Luiz </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2666 - IPGN </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2665 - IPGN </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;"> 2674 - NC - Uni Junior → → </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 17.03 SBOS </div>
				PROBLEMAS

APÊNDICE J – ROTEIRO PARA TREINAMENTO NAS FERRAMENTAS A SEREM UTILIZADAS NO LEVANTAMENTO DOS PROCESSOS ATUAIS

- Apresentação do BPMN
- Apresentação do diagrama de raias do BPMN
- Apresentação de softwares para a documentação dos processos utilizando o diagrama de raias
- Apresentação do Mapa de Fluxo de Valor e suas temporalidades (Fluxo de valor atual e Futuro).
- Apresentação da ferramenta Gemba (vá-ver).
- Execução de exercícios para consolidação dos conceitos.
- Definição do planejamento dos trabalhos a serem realizados.

APÊNDICE K – ROTEIRO PARA TREINAMENTO PARA ELABORAÇÃO DO FLUXO DE VALOR FUTURO

- Apresentação do Mapa de Fluxo de Valor Atual registrado
- Apresentação de exemplos de identificação de desperdícios e como os mesmos deverão ser registrados no documento de Fluxo de Valor Futuro.

APÊNDICE L – DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS NA EMPRESA A

1. Realizar o projeto antes de todas as definições serem feitas pelo cliente;
2. Por vezes, determinada fase de projeto é feita antes da obtenção de todas as informações necessárias para início do mesmo pois o prazo é estabelecido no momento que o cliente fecha o contrato e não quando a documentação é recebida e, como resultado, o projeto é feito adiantado e depois revisado pós recebimento das informações pertinentes;
3. Começar o projeto sem que realmente seja necessário;
4. Elaboração de projetos ou detalhes fora do escopo da contratação;
5. Aguardar a compatibilização do coordenador do projeto (arquitetura externa) dos demais complementares para que os nossos projetos absorvam estes complementares iniciais;
6. A espera por informações vindas do cliente é o que mais afeta os prazos de projeto. Pensando no lema da Toyota em que o cliente sempre tem razão, talvez a empresa precise estabelecer diretrizes em relação ao recebimento de informações/desenvolvimento de projeto. Outro ponto é a espera por assinaturas/emissão de ARTs, item que depende exclusivamente de um funcionário, o qual está constantemente sobrecarregado. Por experiência, eu solicito os documentos com 7 dias úteis de antecedência, mesmo que não seja uma regra da empresa;
7. Esperar até alguma disciplina complementar esteja finalizada, esperar a informação necessária para iniciar o projeto que em certos momentos depende de terceiros;
8. Acumulação de datas de entrega devido à espera de informações necessárias para elaboração dos projetos. Treinamento de novos integrantes da equipe que depois foram desligados da empresa;
9. Revisão de projeto de complementares identificados por nós com incoerências, itens que não foram totalmente validados com os clientes e geram revisões excessivas;
10. Como trabalhamos com estagiários e/ou pessoas sem experiência prévia, é imprescindível revisar o trabalho já realizado por outros;

11. Fazer o que o cliente pediu sem seguir o escopo de projeto, assim trabalhando além do que o esperado e o que foi contratado sem pedir um adicional ao cliente, ou fazer itens redundantes no processo;
12. Necessidade de troca de muitos e-mails ao invés de haver uma reunião para compatibilizar todas as informações entre os envolvidos;
13. Correção de projeto, correção de item não inicialmente definido pelo cliente;
14. Identifico na etapa de verificação de projetos. Em algumas vezes demanda tempo e requer retrabalho dependendo do volume de alterações;
15. Revisões desnecessárias de projetos ou adaptações imprevistas. Projetos feitos sem base ou com bases com informações insuficientes;
16. Visitas técnicas ou acompanhamentos desnecessários feitos pelos projetistas.

APÊNDICE M – DESPERDÍCIOS IDENTIFICADOS NA EMPRESA C

1. SUPER PRODUÇÃO	
ITEM	QUESTÃO IDENTIFICADA
1.1	Passar a limpo projeto vindo da construtora sem as premissas dos complementares
1.2	O processo de trabalho hoje é empurrado e em cadeia, no sentido que quando uma parte do projeto é concluído e em seguida encaminhado para disciplina subsequente. Em tese, não há superprodução. No entanto, a etapa de compatibilização inicia somente quando todos os projetos já tiverem sido entregues (nessa etapa, acredito que seria um processo empurrado, e pode se entender como uma superprodução). De repente, poderia se estudar antecipar as etapas para a análise de compatibilização. Por exemplo, no projeto da HM poderia se fazer uma etapa de análise da implantação, outra das torres e uma terceira de anexos.
1.3	Existem vezes que ao elaborar o cronograma e emitir para o cliente ele faz uma devolutiva com informações que poderiam ser informadas inicialmente. Isso gera muitas revisões de cronograma, o que leva-se um tempo grande para produção
1.4	Quando o escopo e premissas não são bem definidos, duas disciplinas podem produzir informações desnecessárias ou conflitantes.
ITEM	QUESTÃO IDENTIFICADA
2.1	Espera de pelo menos 10 dias para complementares iniciarem, no caso só a estrutura, instalações esperam mais
2.2	No processo existem dois períodos de "desperdício" devido a Espera. A primeira ocorre entre o (Desenvolvimento da Arq) para o (Desenvolvimento dos complementares). Teoricamente, se antecipar parte das análises de compatibilização, a arquitetura poderia antecipar uma parcela do trabalho de revisão de projeto. O segundo período de Espera ocorre entre a emissão do relatório de compatibilização e a própria reunião de compatibilização. Esse período, no entanto, entendo que é positivo e fundamental para os projetistas parceiros poderem analisarem o relatório e se preparem para a reunião. Então acredito que esse período de Espera deve-se manter.
2.3	Às vezes o tempo de resposta do cliente em situações de tomada de decisão seguram algumas entregas.
2.4	O tempo de espera para retorno dos clientes tem sido maior do que o tempo de espera dos projetistas terceiros. Atualmente nossas cobranças são maiores com cliente na espera do retorno deles.
2.5	Idealmente todos os tempos de espera entre atividades deveriam ser eliminados. Entretanto, eles podem existir por alguma razão, como permitir ajustes caso haja atraso em alguma atividade ou permitir que os envolvidos se familiarizem com materiais produzidos antes de uma reunião. Outro desperdício relacionado a espera ocorre pela forma como os cronogramas são montados. Divide-se as entregas em fases e não há preocupação em adiantar o necessário para os complementares iniciarem o trabalho mais cedo.
ITEM	QUESTÃO IDENTIFICADA
3.1	Compatibilização: 3 reuniões sendo: 1 interna, 1 com HM e outra com os projetistas. Tentar mitigar este tempo. Não entendo o porquê da reunião com a HM uma vez que temos a FUP. Em tese os itens a serem trabalhados em reunião poderiam ser enviados em pauta junto com a convocação da reunião.
3.2	O processo de compatibilização hoje consiste em fazer uma análise de todo o projeto apontando as questões e as possíveis soluções. A análise é encaminhada, e na reunião é decidido qual decisão tomar. Como os projetos da HM são bastante similares, as soluções acabam sendo também. Questões, como do ar-condicionado se repetem de projeto para projeto. Nesse sentido, acredito que ocorre um sobreprocessamento.
3.3	Perdemos muito tempo fazendo a modelagem para depois não utilizarmos o modelo para nada além de exportação de pranchas.
3.4	A centralização das dúvidas na coordenação pode gerar um sobreprocessamento, especialmente caso o cliente não tenha deixado claro todas as premissas para a coordenação. Neste caso a coordenação como intermediária pode dificultar a comunicação
ITEM	QUESTÃO IDENTIFICADA

4.1	COMPAT – E-mails de validações e soluções trocadas durante o processo - pegar tudo só na hora de compatibilizar (tem assuntos que as vezes já foi liquidado e os e-mails se tornam obsoletos).
4.2	Estoque de modelos que não são utilizados
4.3	A produção empurrada dos projetos faz com que arquitetura produza materiais que os complementares ainda não precisam. Portanto, esses materiais poderiam ser produzidos mais tarde
ITEM	QUESTÃO IDENTIFICADA
5.1	Não sei se encaixa, mas perdemos muito tempo "passando a limpo" para o modelo um arquivo que nos é fornecido com um alto nível de detalhamento em 2D.
5.2	O fluxo de documentos e comunicação através de e-mails e repositórios de arquivos não é produtivo. Migrar para soluções em nuvem, como CDE podem reduzir movimentação e aumentar a eficiência.
ITEM	QUESTÃO IDENTIFICADA
6.1	Falta de comunicação e entendimento de premissas com projetos Complementares e só ficarem evidentes nas emissões
6.2	Entendo que no desenvolvimento do projeto, é natural que surjam questões de incompatibilidade necessitando serem corrigidas. No entanto, questões de erros gráficos ou de textos em projeto acredito que não necessariamente. Caso os projetos passassem a ser impressos, mesmo que em escala menor, acredito que seria possível identificar tais erros com maior facilidade. Isto antes de chegar na etapa de compatibilidade para depois voltar para a Arquitetura. Há de ressaltar, entretanto, que haveria um custo para a impressão, e possível desperdício de papel – questão da sustentabilidade.
6.3	Ao "passar a limpo" em um prazo curto, não conseguimos absorver tudo como deveria, fazendo com que o modelo fique com um ou outro item "faltando".
6.4	Durante o processo há muitas etapas de verificação e compatibilização. Acredito que essas etapas vão se tornando cada vez menores conforme o cliente estabelece relações duradouras com os projetistas, que por sua vez conhecem melhor as premissas. O desenvolvimento baseado em engenharia simultânea também pode tornar o processo de compatibilização mais ágil.
ITEM	QUESTÃO IDENTIFICADA
7.1	Não identifiquei
7.2	Não se aplica – processo é todo digital
7.3	Não
7.4	Não há transporte físico de produtos no fluxo

APÊNDICE N – AVALIAÇÃO DO MÉTODO PELOS PARTICIPANTES

OBS: Quando da entrega do formulário, solicitar aos participantes que respondam se possível de maneira direta com SIM, NÃO, PARCIAL, podendo ocorrer a inclusão de comentários.

1	O método permitiu um entendimento do <i>Lean Design</i> ?
2	O método permitiu um entendimento do <i>Lean Design</i> ?
3	O método permitiu a criação dos fluxos de valores atuais e futuros por parte da equipe?
4	O método permite que a equipe continua-se o trabalho de desenho de novos fluxos e continuar com eliminação de desperdícios no seu ambiente de trabalho?