

Universidade Federal de Ouro Preto

Escola de Minas

Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções
Mestrado Profissional em Construção Metálica

Dissertação

**PROCESSOS DE GESTÃO DE
LIÇÕES APRENDIDAS PARA
APLICAÇÃO DO LEAN
CONSTRUCTION EM
CONSTRUÇÕES METÁLICAS**

CLEIDE APARECIDA GONÇALVES DE OLIVEIRA

Ouro Preto
2019





UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções
Mestrado Profissional em Construção Metálica



ESCOLA DE MINAS

**PROCESSOS DE GESTÃO DE LIÇÕES APRENDIDAS PARA APLICAÇÃO
DO *LEAN CONSTRUCTION* EM CONSTRUÇÕES METÁLICAS**

Ouro Preto
2019



UFOP
Universidade Federal
de Ouro Preto



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções
Mestrado Profissional em Construção Metálica



ESCOLA DE MINAS

CLEIDE APARECIDA GONÇALVES DE OLIVEIRA

**PROCESSOS DE GESTÃO DE LIÇÕES APRENDIDAS PARA APLICAÇÃO
DO *LEAN CONSTRUCTION* EM CONSTRUÇÕES METÁLICAS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Construção Metálica.

Orientadora: Prof.^a Dra. Cláudia Maria Arcipreste, D. Sc.
Coorientadora: Prof.^a Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães, D. Sc.

Ouro Preto
2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

O48p Oliveira, Cleide Aparecida Gonçalves de .
Processos de gestão de lições aprendidas para aplicação do lean construction em construções metálicas. [manuscrito] / Cleide Aparecida Gonçalves de Oliveira. - 2019.
110 f.: il.: color., gráf., tab.. + Quadro.

Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Maria Arcipreste.
Coorientadora: Profa. Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães.
Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Federal de Ouro Preto. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Engenharia das Construções.

1. Construção metálica. 2. Administração de projetos . 3. Produção enxuta. 4. Gestão do conhecimento. I. Arcipreste, Cláudia Maria. II. Guimarães, Irce Fernandes Gomes. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 624

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB:1716



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas
Programa de Pós-Graduação em Engenharia das Construções
Mestrado Profissional em Construção Metálica



PROCESSOS DE GESTÃO DE LIÇÕES APRENDIDAS PARA APLICAÇÃO DO *LEAN CONSTRUCTION* EM CONSTRUÇÕES METÁLICAS

AUTORA: CLEIDE APARECIDA GONÇALVES DE OLIVEIRA

Esta dissertação foi apresentada em sessão pública e aprovada em 25 de novembro de 2019, pela comissão examinadora composta pelos seguintes membros:

Profa. Cláudia Maria Arcipreste, D. Sc. – UFOP (Presidente)

Profa. Irce Fernandes Gomes Guimarães, D. Sc. – UFOP

Profa. Clarisse da Silva Vieira Camelo de Souza, D. Sc. – UFOP

Profa. Ana Amélia Oliveira Mazon, D. Sc. – UFSJ

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo, Clênio Oliveira, por entender a minha ausência e me incentivar nos inúmeros momentos de desânimo.

Ao meu filho Gabriel e aos meus anjinhos Maria Fernanda e Ana Luiza.

Aos meus pais Geraldo Magela e Maria das Dôres, meus irmãos Clézio, Cléver e Cláudia, que como sempre me estenderam a mão, me encorajando para a realização dessa conquista.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, que não me deixou desistir diante desse grande desafio, me encorajou diante de todas as dificuldades, dúvidas e ansiedade e não permitiu que eu desistisse deste projeto no meio do caminho.

À minha orientadora Prof.^a Dra. Cláudia Maria Arcipreste e coorientadora Prof.^a Dra. Irce Fernandes Guimarães pelo incentivo, paciência, dedicação e atenção nas revisões e sugestões.

Às professoras membros da banca de defesa da dissertação, Prof.^a Dra. Clarisse da Silva Vieira Camelo de Souza e Prof.^a Dra. Ana Amélia Oliveira Mazon, que contribuíram de maneira significativa com ponderações e sugestões valiosas.

Aos profissionais das empresas e aos autônomos, que devido ao pacto de sigilo proposto a eles, infelizmente não serão citados individualmente. Eles conseguiram dedicar um valioso tempo de suas rotinas para atender à pesquisa.

Aos funcionários e aos professores do Programa de Pós-Graduação em Construção Metálica pelo acolhimento e prestatividade.

Aos colegas do curso do mestrado profissional que sempre foram parceiros.

Aos familiares e aos amigos que estiveram presentes, oferecendo conforto, carinho, incentivando e torcendo para o meu sucesso.

Aos meus amigos Daniela Renata Vieira, Júnia Toledo Fagundes, Karine Araújo Ferreira, Renata Brumana da Cunha e Mário Cabello por acreditarem em mim, sem terem a noção de que sem eles não seria possível a realização deste trabalho.

Ao meu esposo Clênio Oliveira, pela força, compreensão, incentivo e companhia durante esse tempo.

A todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste estudo.

*“Ando devagar...
Porque já tive pressa
E levo esse sorriso
Porque já chorei demais
Hoje me sinto mais forte
Mais feliz, quem sabe
Só levo a certeza
De que muito pouco sei
Ou nada sei...”*
Tocando em frente
(Almir Sater, Renato Teixeira)

RESUMO

O investimento em filosofias gerenciais, tais como o *lean construction* e a gestão de projetos vêm se intensificando nas organizações, devido à necessidade de aumento de produtividade, redução de desperdícios e otimização dos processos para agregar valor ao produto. Apesar de reconhecerem a importância dos resultados obtidos com aplicação dessas filosofias, muitas empresas não tem o registro das lições aprendidas ao longo do processo e não realizam a gestão do conhecimento. Nesse sentido, esta pesquisa tem como objetivo investigar como a gestão de lições aprendidas pode contribuir para a utilização dos princípios do *lean construction* em empresas do segmento da construção metálica. Busca-se assim, discutir como a eficiência na implementação do *lean* está associada à socialização do conhecimento, envolvimento e comprometimento da equipe de trabalho. Para tanto, o método científico adotado nesta pesquisa consistiu na aplicação de questionários e entrevistas para coleta de dados com autônomos e profissionais de empresas do segmento da construção metálica, quando foi possível verificar as percepções dos profissionais sobre processos de gestão de lições aprendidas nessas empresas e atividades autônomas da área de construções metálicas. Dentre os resultados obtidos da revisão bibliográfica, destaca-se a elaboração de uma estrutura conceitual que propõe passos e variáveis para aplicação da gestão do conhecimento na adoção da filosofia *lean construction*. Como resultados obtidos na pesquisa de campo, é possível destacar que os profissionais consultados conhecem o *lean* e reconhecem que a aplicação de seus princípios, somada à gestão do conhecimento e de lições aprendidas podem oferecer maior eficiência em todas atividades desse setor da construção civil. Contudo, a maioria não utiliza a gestão do conhecimento por meio do registro de processos de lições aprendidas, alegando falta de tempo, irrelevância e sigilo dos projetos, indicando que o desperdício intelectual, os retrabalhos e as ações desnecessárias são recorrentes na área. Por meio dos resultados obtidos, algumas diretrizes são propostas, tais como: o registro diário de lições aprendidas, a recuperação sistematizada do conhecimento da empresa; o desenvolvimento de políticas internas para incentivo e a divulgação das informações acumuladas.

Palavras chave: Construção metálica, gestão de projetos, *lean construction*, gestão do conhecimento, lições aprendidas.

ABSTRACT

Investment in management philosophies such as lean construction and project management has been intensifying in organizations due to the need for increased productivity, waste reduction and process optimization to add value to the product. Despite recognizing the importance of the results obtained by applying these philosophies, many companies do not have the record of lessons learned throughout the process and do not perform knowledge management. In this sense, this research aims to investigate how the management of lessons learned can contribute to the use of lean construction principles in companies in the steel construction segment. Thus, we discuss how efficiency in the implementation of lean is associated with the socialization of knowledge, involvement and commitment of the work team. The scientific method adopted in this research consisted of the application of questionnaires and interviews for data collection in companies of the steel construction segment, where it was possible to verify the professionals' perceptions about the lessons management processes learned in these companies and autonomous activities in this area. Among the results obtained from the literature review, we highlight the elaboration of a conceptual framework that proposes steps and variables for the application of knowledge management in the adoption of lean construction philosophy. As results obtained in the field research, it is possible to highlight that the consulted professionals know lean and recognize that the application of its principles, added to the knowledge management and lessons learned can offer greater efficiency in all activities of this construction sector. However, most do not use knowledge management through the recording of lessons learned processes, alleging lack of time, irrelevance and project confidentiality, indicating that intellectual waste, rework and unnecessary actions are recurrent present in this area. Through the results obtained, some guidelines are proposed, such as: the daily record of lessons learned, the systematic recovery of company knowledge; development of internal incentive policies and the dissemination of accumulated information.

Keywords: steel structures, project management, *lean construction*, knowledge management, lessons learned.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produção Brasileira de Aço Bruto	7
Figura 2 - Distribuição Setorial das Vendas – 2017	8
Figura 3 - Localização das empresas por estado (%)	9
Figura 4 - Porte das empresas por quantidade de funcionários (%)	10
Figura 5 - Quantidade média de funcionários segundo porte das empresas.....	10
Figura 6 - Produção e capacidade produtiva	11
Figura 7 - Participação de estruturas de aço por tipos de obras (%)	12
Figura 8 - Mudança na Organização.....	17
Figura 9 - Cubo de gestão.....	21
Figura 10 - A casa do Sistema Toyota de Produção.....	23
Figura 11 – Passos do pensamento enxuto	35
Figura 12 - Ciclo da Gestão do Conhecimento	39
Figura 13 - Gerenciar o Conhecimento do Projeto: Entradas, Ferramentas e Técnicas, e Saídas.....	40
Figura 14 - Ciclo de vida de gestão de lições aprendidas.....	45
Figura 15 – Estrutura Conceitual.....	56
Figura 16 - Caracterização das empresas/autônomos – Tempo de mercado.....	62
Figura 17 - Princípios do lean construction observados na prática das atividades da empresa/autônomo.....	70
Figura 18 - Desperdícios identificados em projetos desenvolvidos pela empresa/autônomo.....	70
Figura 19 - Método(s) utilizado(s) para cadastrar lições aprendidas.....	73
Figura 20 - Razões das lições aprendidas não serem cadastradas	75
Figura 21 - Interesse do participante em receber o resultado da pesquisa	79
Figura 22 – Propostas de diretrizes para metodologia de gestão de lições aprendidas ..	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro comparativo entre os métodos para captura de lições aprendidas..	50
Quadro 2 – Síntese da relação do sistema lean com os processos de gestão do conhecimento.....	54
Quadro 3 - Relação dos profissionais de empresas/autônomos que aceitaram participar da pesquisa.....	60
Quadro 4 - Resumo da caracterização dos entrevistados	64
Quadro 5 - Vantagens identificadas para a utilização da construção metálica.....	67
Quadro 6 - Desvantagens identificadas na utilização da construção metálica	68
Quadro 7 - Soluções propostas para eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica baseado no conceito do lean construction.....	71
Quadro 8- Exemplos de lições aprendidas em construções metálicas cadastradas pela empresa/autônomo.....	74
Quadro 9 - Exemplos de lições aprendidas em construções metálicas, que não foram, mas deveriam ser cadastradas pela empresa/autônomo.....	74
Quadro 10 - Pontos fundamentais para um bom processo de registro de lições aprendidas.....	76
Quadro 11- Sugestões de como a gestão de lições aprendidas pode auxiliar na utilização dos princípios do lean construction, dentro no processo da construção metálica	77
Quadro 12 - Comentários dos participantes a respeito desse estudo.....	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Consumo Per Capita de Aço Bruto – 2017	8
Tabela 2 - Classificação das empresas segundo porte.....	62
Tabela 3 - Relação do número de empresas x número de funcionários	63
Tabela 4 - Frequência do registro de lições aprendidas.....	72

LISTA DE SIGLAS

ABCCEM: Associação Brasileira da Construção Metálica
ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
CBCA: Centro Brasileiro da Construção em Aço
CBIC: Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CEP: Comitê de Ética em Pesquisa
CONEP: Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CNS: Conselho Nacional de Saúde
GC: Gestão do Conhecimento
ICMS: Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
ISO: *International Organization for Standardization*)
MG: Minas Gerais
NBR: Norma Brasileira
PBQP-H: Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PCD: Programação e controle da produção
PGC: Plano de gestão do conhecimento
PIB: Produto Interno Bruto
PMBOK: Project Management Body of Knowledge
PMI: Project Management Institute
RDLA: Registros diários de lições aprendidas
RDO: Registro diário de obra
SEBRAE – MG: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais
SICETEL: Sindicato Nacional da Indústria de Trefilação e Laminação de Metais Ferrosos
SP: São Paulo
STP: Sistema Toyota de Produção
UFOP: Universidade Federal de Ouro Preto

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT	II
LISTA DE FIGURAS.....	III
LISTA DE QUADROS.....	IV
LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE SIGLAS	VI
SUMÁRIO.....	VII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Hipóteses.....	4
1.4 Estruturação do trabalho	5
2 PANORAMA DA INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA EM AÇO	6
3 GESTÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	16
3.1 Gerenciamento de projetos	16
3.1.1 Definição de projeto.....	16
3.1.2 Gerenciamento de projetos	19
3.2 Sistema <i>lean construction</i>	22
3.2.1 Origem e conceitos.....	22
3.2.2 Princípios do <i>lean construction</i> e ferramentas	28
3.3 Gestão do conhecimento	36
3.3.1 Princípios sobre o conhecimento e gestão do conhecimento.....	37
3.3.2 Sistematização das lições aprendidas nos processos de gestão de projeto	43
3.3.3 Métodos para captura de lições aprendidas.....	46
3.4 Relação do sistema <i>lean</i> com os processos de gestão do conhecimento.....	52
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	58

4.1	Características da pesquisa	58
4.2	Processo de coletas de dados	59
4.3	Caracterização das empresas/autônomos	62
4.4	Caracterização dos entrevistados	63
5	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS.....	66
5.1	Apresentação dos resultados obtidos.....	66
5.1.1	Sobre o uso da construção metálica	66
5.1.2	Sobre a aplicação do <i>lean construction</i>	69
5.1.3	Sobre registro de lições aprendidas.....	72
5.1.4	Sobre comentários dos participantes em relação ao estudo.....	78
5.2	Análise dos resultados obtidos	79
5.2.1	Sobre o uso da construção metálica	79
5.2.2	Sobre a aplicação do <i>lean construction</i>	81
5.2.3	Sobre registro de lições aprendidas.....	83
5.2.4	Sobre comentários dos participantes em relação ao estudo.....	87
6	PROPOSTAS DE DIRETRIZES PARA A METODOLOGIA DE GESTÃO DE LIÇÕES APRENDIDAS	88
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
7.1	Sugestões para trabalhos futuros	92
	REFERÊNCIAS	93
	APÊNDICE I.....	99
	APÊNDICE II	107

1 INTRODUÇÃO

A construção civil oferece inúmeros benefícios para a sociedade, como, por exemplo, contribui para o crescimento nas taxas de emprego, abre caminhos para o progresso social, além de proporcionar o bem-estar da população, oferecendo melhores condições de vida. Porém, os elevados índices de desperdícios, a baixa produtividade, a falta de coordenação e o pouco aproveitamento de todo o potencial de benefícios, reduzem significativamente as margens de lucro das empresas construtoras.

De acordo com os autores Mello, Bandeira e Brandalise (2018), a construção civil apresenta altos índices de retrabalho, o que acarreta em custos adicionais e atrasos nos prazos dos projetos.

Para Araújo (2017), os processos de produção das construções de edificações brasileiras são representados por um baixo grau de operações realizadas fora do canteiro (ambientes de produção *off-site*), enquanto a mão de obra em operações é utilizada, predominantemente, *on-site* (no canteiro de obras). Porém, ganhos significativos de produtividade estão diretamente relacionados ao desenvolvimento das etapas construtivas realizadas fora do canteiro de obras. Assim, sem adequada gestão, esses benefícios podem ser desperdiçados. Adicionalmente, o mesmo autor destaca desperdícios relacionados ao trabalhador, ou seja, um trabalhador qualificado exercendo um trabalho primitivo contribuiu para o desperdício.

De acordo com a pesquisa do Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), com o apoio da Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCCEM), edição 2018, o mercado de estruturas de aço foi fortemente atingido pela conjuntura econômica do país. A falta de investimentos e a redução do volume de obras fizeram com que um número significativo de empresas encerrasse suas atividades ou mudassem de atuação.

Essa mesma pesquisa sinalizou que, desde 2015, o setor vem acumulando quedas no seu volume de produção. Em 2017, foram produzidas 697 mil toneladas de estruturas, quando foi possível perceber uma queda de 13,1% comparados ao ano anterior, além da diminuição da capacidade produtiva em 2,7%, sendo usados apenas 41% do total de 1,7 milhões. Contudo, evidenciou-se que existiam boas perspectivas para o mercado do aço, tendo quase 65% dos fabricantes pesquisados com expectativa de crescimento para o ano de 2018.

Para Araújo (2017), o processo de produção das estruturas metálicas e mistas apresenta oportunidades de melhoria quanto à qualificação do trabalho, à produtividade e aos prazos de obras.

De fato, a utilização de estruturas metálicas está intrinsecamente ligada ao setor de construção civil por apresentar características importantes, que devem ser levadas em consideração quando se escolhe o sistema construtivo, como, por exemplo: alta velocidade de construção, leveza da estrutura, redução do custo e da área do canteiro de obras, facilidade em vencer grandes vãos, entre outras.

Por outro lado, Teixeira (2007) destaca que o processo de projeto estrutural de construções metálicas é ineficiente em vários pontos, como, por exemplo: escolha tardia do sistema estrutural metálico, deficiências no desenvolvimento dos projetos e dos detalhamentos e carência nas especificações de materiais construtivos industrializados complementares à estrutura metálica.

Adicionalmente, quanto ao processo de produção de construções metálicas, o mesmo autor destaca as seguintes fraquezas: carência de mão-de-obra qualificada, retrabalho e desperdício de material. Tanto no processo de projeto quanto no processo executivo, há necessidade de gestão e implantação de metodologias de trabalho que facilitem a utilização desse sistema.

Segundo Isatto *et al.* (2000), várias pesquisas realizadas no Brasil e no exterior indicam que a maioria dos problemas que resultam em baixos patamares de eficiência e qualidade na construção civil tem início em problemas de gestão.

Nesse contexto, o investimento em filosofias gerenciais pode ser uma alternativa favorável às organizações, como é o caso de *lean construction* e da utilização de ferramentas relacionadas à gestão do conhecimento e ao gerenciamento de projetos.

Assim, para que as empresas ofereçam produtos com maior qualidade e a preços mais competitivos, é necessário aplicar práticas estratégicas de gerenciamento de projetos. Atualmente, algumas empresas têm despertado para a importância de gerenciar seus projetos de maneira mais eficiente e, como consequência, sensíveis melhoras podem ser observadas, quando há investimentos em gerenciamento de projetos. Com as constantes fusões e aquisições de empresas no atual mundo globalizado, o gerenciamento de projetos será um dos grandes desafios da próxima década (KERZNER, 2009).

Para que a aplicação do *lean construction* seja efetiva é importante registrar resultados e os conhecimentos adquiridos, sejam experiências positivas ou negativas.

Nesse sentido, de acordo com Martinez (2013), iniciativas adequadas para a gestão do conhecimento proporcionam benefícios e vantagens competitivas para as organizações. Dentre os benefícios de uma boa gestão de conhecimento, é possível destacar: aumento do nível de produtividade, redução nos custos de produção, melhoria nos processos e desempenho das organizações, aumento da qualidade dos produtos e/ou dos serviços prestados, processos de tomadas de decisão mais eficientes e com melhores resultados, entre outros.

De acordo com Guzzo, Maccari e Piscopo (2012), no cenário da gestão de projetos um dos principais métodos para gestão do conhecimento, propostos por guias de boas práticas, é a organização de lições aprendidas. Alguns autores destacam o pouco uso ou o uso ineficiente de práticas de lições aprendidas no dia-a-dia do gerenciamento de projetos nas organizações.

Sendo assim, partindo-se da noção de que a qualidade na construção civil está atrelada aos processos gerenciais, pretende-se, com este estudo, relacionar os temas de construção civil, construção metálica, *lean construction* e gestão do conhecimento, conforme objetivos que serão descritos a seguir.

Diante do exposto, esta dissertação se justifica pela relevância da gestão de conhecimento nas organizações e pela carência de trabalhos acadêmicos específicos sobre o tema escolhido, na área de construção metálica.

Assim, espera-se com este estudo, contribuir para retenção do conhecimento e experiências dos profissionais envolvidos no sistema construtivo metálico.

1.1 Objetivos

O objetivo geral deste estudo é investigar, no processo da construção metálica, como a gestão de lições aprendidas pode auxiliar na utilização dos princípios do *lean construction*. Pretende-se, também, propor diretrizes para os processos de gestão de lições aprendidas.

1.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste estudo são:

- Investigar, por meio de revisão bibliográfica, os seguintes temas: gerenciamento de projetos, sistema *lean construction*, gestão do conhecimento e gestão de lições aprendidas.
- Investigar os métodos que profissionais voltados para a construção metálica utilizam para otimizar processos de retenção e aproveitamento do conhecimento e experiências profissionais, envolvidos nesse sistema construtivo, visando a princípios do *lean construction*.
- Avaliar a pertinência dos processos de lições aprendidas para empresas e profissionais voltados para a construção metálica, em especial no ambiente *lean construction*.
- Propor diretrizes para os processos de lições aprendidas da construção metálica, no ambiente *lean construction*.

1.3 Hipóteses

As hipóteses apresentadas, a seguir, têm como finalidade orientar o desenvolvimento deste trabalho, para que os objetivos apresentados possam ser atingidos.

- Grande parte do conhecimento existente no grupo de empresas e profissionais investigados está armazenado na cabeça das pessoas em forma de experiência e não possui um registro estruturado. De acordo com Turban *et al.* (2010), a ideia da gestão do conhecimento por si só não é atual. Gerentes bem-sucedidos sempre identificaram e reconheceram o valor dos ativos intelectuais, apesar de que os esforços não eram sistemáticos, nem garantiam que o conhecimento adquirido fosse compartilhado e transmitido precisamente para o máximo benefício organizacional. Ainda segundo os mesmos autores, um apanhado de fontes estima que 85% dos ativos de conhecimento de uma empresa, não estão em bancos de dados adequados, mas em e-mails, documentos do Word, planilhas e apresentações armazenados em computadores individuais.
- Os conceitos e princípios do *lean construction* constituem um referencial teórico adequado para proposição de melhorias no processo da construção metálica. Para Guimarães e Guimarães (2016), os benefícios observados na adoção do sistema *lean* são um ambiente mais produtivo, maior qualidade no produto, redução de retrabalhos, padronização de processos, ganhos financeiros, reduções de prazos

da obra, e, conseqüentemente, o aumento da confiança dos clientes, o que é fundamental para garantir uma posição em destaque no setor.

- Os processos de lições aprendidas podem ser suporte para utilização do sistema *lean*, uma vez que o próprio *lean* apresenta o conceito de aprendizado contínuo e melhoria do processo. Segundo Ferenhof, Forcellini e Varvakis (2013), o processo de lições aprendidas reduz os riscos associados a projetos; melhora os processos de gestão do conhecimento, tais como, explicitação, disseminação e compartilhamento; e identifica a causa raiz de sucessos e fracassos, ajudando na melhoria do processo.

1.4 Estruturação do trabalho

Para a melhor compreensão e registro dos procedimentos adotados na pesquisa, este estudo está organizado, conforme a estrutura a seguir:

No capítulo 1, **introdução**, a pesquisa é contextualizada e são apresentados a justificativa, o objetivo geral, os objetivos específicos, as hipóteses e a estrutura proposta para este trabalho. No capítulo 2, **panorama da industrialização na construção civil brasileira em aço**, são abordados o cenário dos fabricantes de aço, a produção e capacidade produtiva, as dificuldades e expectativas no contexto contemporâneo brasileiro, expondo a real importância e dimensão da construção em aço. No capítulo 3, **gestão na construção civil**, além de se fazer uma revisão bibliográfica, com base num arcabouço teórico atualizado, discute-se sobre os temas gerenciamento de projetos em construções metálicas, sistema *lean construction*, gestão do conhecimento e gestão de lições aprendidas para que haja o entendimento da relevância dessas boas práticas. No capítulo 4, **materiais e métodos**, é apresentada a metodologia do trabalho, tendo em vista o alcance dos objetivos anteriormente definidos. No capítulo 5, **apresentação e análise dos resultados obtidos**, são apresentados os resultados obtidos e a análise dos mesmos, respectivamente. No capítulo 6, **proposta de diretrizes para a metodologia de gestão de lições aprendidas**, são desenvolvidas propostas de diretrizes para evitar o desperdício intelectual. Por fim, no capítulo 7, **considerações finais**, são apresentadas as conclusões e as considerações finais da pesquisa.

Além dos capítulos citados, ao final serão apresentados, apêndices, as referências e o questionário adotado nesta pesquisa.

2 PANORAMA DA INDUSTRIALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA EM AÇO

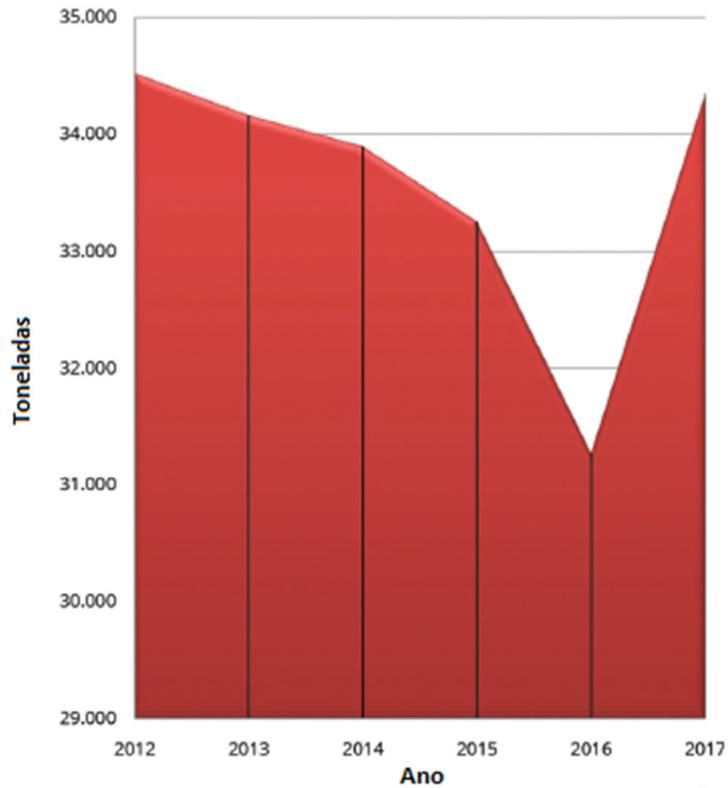
A indústria da construção civil é um dos setores de grande importância para a economia nacional, apresenta inúmeros benefícios para a sociedade e está sendo afetada diretamente pela instabilidade da economia brasileira nos últimos anos.

Analisando-se o contexto atual, o Produto Interno Bruto (PIB), divulgado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), em 2019, fechou 2018 com crescimento de 1,1%, totalizando R\$ 6,8 trilhões. A construção, no entanto, encolheu 2,5%, em 2018, quinto ano consecutivo, acumulando retração de 27,7% nesse período. Houve, também, redução da participação do setor: no investimento, de 52% para 47%, no PIB nacional, de 4,8% para 4,5% e na indústria, de 22,4% para 20,6%. De acordo com a CBIC, o segmento de infraestrutura, diretamente atingido pelos cortes no investimento público, é o principal responsável pelo desempenho negativo do PIB da construção civil. Com os números atuais, caso a construção cresça a taxas de 1% ao ano, somente em 2050 a área voltará ao patamar de 2014; a taxas de 2% ao ano, somente em 2035, e a taxas de 4% ao ano somente em 2026%. O encolhimento do setor foi muito intenso e profundo e o cenário ainda é preocupante (CBIC, 2019).

De acordo com a Análise do Mercado do Aço (2018), divulgado pelo Sindicato Nacional da Indústria de Trefilação e Laminação de Metais Ferrosos (SICETEL)¹, como é mostrado na Figura 1, a produção brasileira de aço bruto, em 2017, cresceu 10% em relação ao ano anterior, mantendo-se como o nono produtor mundial. Apesar do crescimento em 2017, a produção nacional retornou aos níveis de 2012. Nesse mesmo período, a produção mundial cresceu 7%.

¹ 7ª Edição elaborada pelo Departamento de Economia e Estatística, que contém uma criteriosa análise do mercado produtor e consumidor de aços planos e longos e seus transformados, produzidos pelas indústrias representadas pela Entidade no decorrer de 2017.

Figura 1 - Produção Brasileira de Aço Bruto

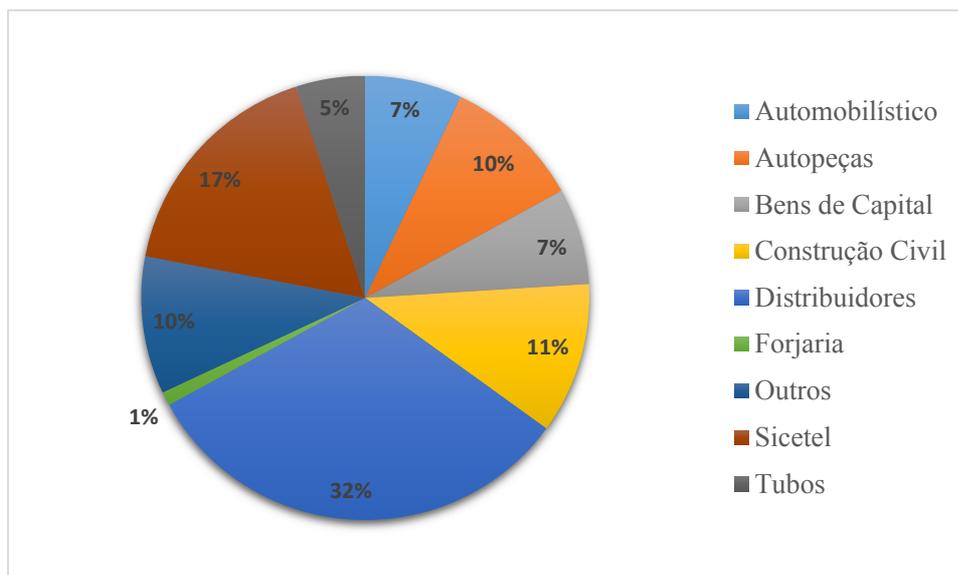


Discriminação	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Produção Brasileira	34.524	34.163	33.897	33.256	31.275	34.350

Fonte: Adaptado de SICETEL (2018)

Além disso, conforme Figura 2, o setor da construção civil consumiu, diretamente, 11% das vendas das siderúrgicas no mercado doméstico e apresentou uma queda de 16%, em relação a 2017.

Figura 2 - Distribuição Setorial das Vendas – 2017



Fonte: Adaptado de SICETEL (2018)

Verifica-se, também, na mesma pesquisa, que o consumo *per capita* de Aço Bruto em 2017 no Brasil é inferior ao consumo mundial, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 - Consumo Per Capita de Aço Bruto – 2017

Países	kg/hab.
Coréia do Sul	1152
Formosa/Taiwan	897
Japão	550
China	545
Alemanha	538
Turquia	475
Itália	438
Polônia	427
Estados Unidos	338
Espanha	315
Rússia	308
México	228
Chile	176
Argentina	127
Argentina	109
Brasil	98

Fonte: Adaptado de SICETEL (2018)

De acordo com a pesquisa, desde 2011, o CBCA, com o apoio da ABCEM, realiza estudos com os fabricantes de estruturas em aço para traçar um panorama do segmento e acompanhar sua evolução.

Na pesquisa de 2018 foram contatadas 306 empresas. Pouco mais de 15% da amostra (47 empresas) não participaram por terem mudado de atuação, por terem encerrado as atividades ou por não desejarem participar.

Assim, a pesquisa do CBCA, com o apoio da ABCEM, em 2018, contou com a participação de 259 empresas, sendo 145 localizadas no Sudeste e 87 especificamente, no estado de São Paulo.

Observa-se, na Figura 3, que a região sudeste concentra quase 60% dos fabricantes de estruturas de aço. Os estados de São Paulo (SP) e Minas Gerais (MG) representam quase metade da amostra pesquisada.

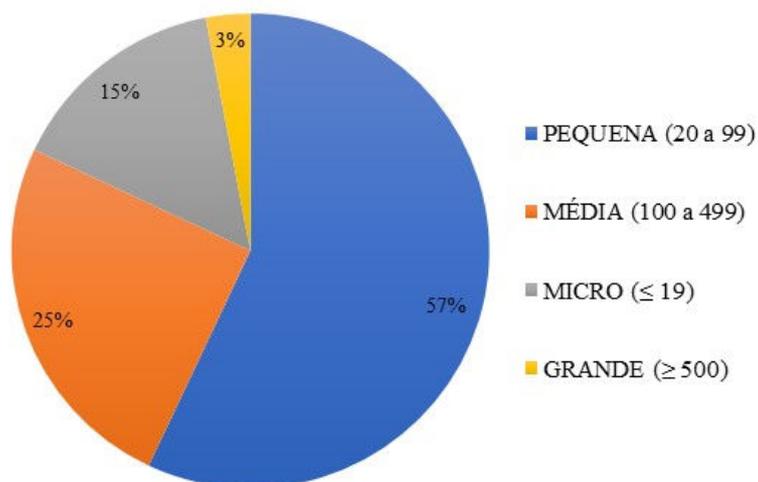
Figura 3 - Localização das empresas por estado (%)



Fonte: Pesquisa realizada pelo CBCA com o apoio da ABCEM (2018)

Considerando-se o resultado da pesquisa e a classificação do porte da empresa pela quantidade de funcionários (segmentação Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Minas Gerais - SEBRAE-MG), a maior parte das empresas (57%) se enquadra como pequena empresa, tendo entre 20 a 99 funcionários. Cerca de 3% das empresas são de grande porte, tendo mais de 500 funcionários. Esses dados são observados na Figura 4.

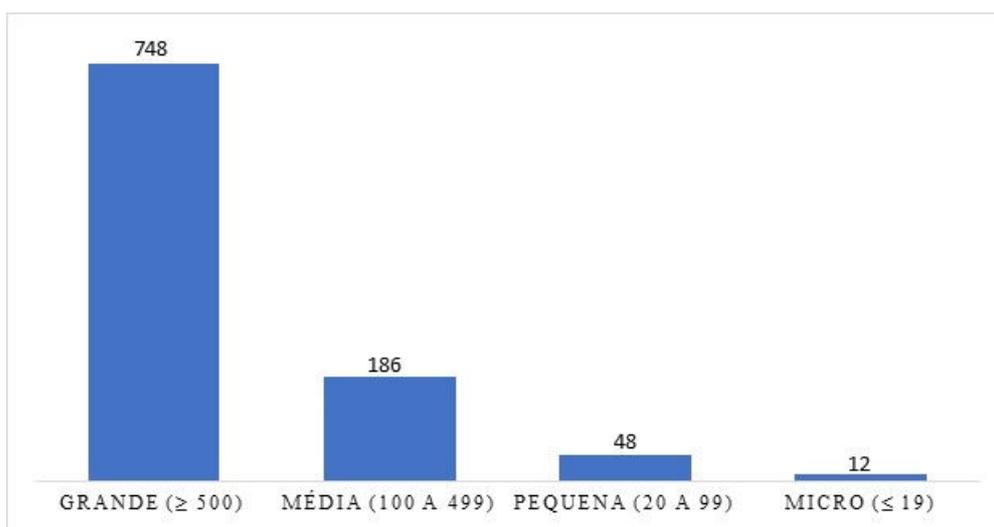
Figura 4 - Porte das empresas por quantidade de funcionários (%)



Fonte: Pesquisa realizada pelo CBCA com o apoio da ABCEM (2018)

Vale ressaltar que a produção de estrutura de aço é uma atividade que não demanda mão de obra intensiva, razão pela qual maior parte das empresas possuem menos de 200 funcionários. Na Figura 5, é possível destacar que, para os portes de micro, pequena e média empresa, a quantidade média de funcionários não ultrapassa a 200 funcionários.

Figura 5 - Quantidade média de funcionários segundo porte das empresas



Fonte: Pesquisa realizada pelo CBCA com o apoio da ABCEM (2018)

Foi verificado ainda que, quanto à produção em 2017 de estruturas de aço, destaca-se a participação da região Sudeste com 51% do total produzido, região sul, nordeste, centro-oeste e norte com 27%, 15%, 5% e 2%, respectivamente, conforme se demonstra na Figura 6.

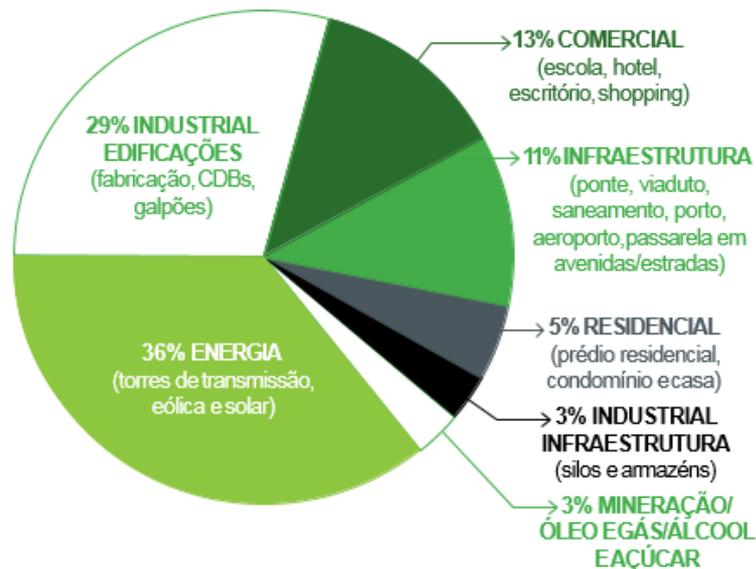
Figura 6 - Produção e capacidade produtiva



Fonte: Pesquisa realizada pelo CBCA com o apoio da ABCEM (2018)

Na pesquisa realizada pelo CBCA, com o apoio da ABCEM, é mostrado, conforme ilustrado na Figura 7, que obras industriais em edificações se destacam com 29% de participação de estruturas de aço. Por sua vez, a participação de aço nas estruturas residenciais fica apenas com 5%. A pesquisa de 2017 adotou novo critério para segmentar os tipos de obra. Obra de energia, que antes era classificada em infraestrutura, passou a ser um tipo de obra, representando cerca de 1/3 da produção das estruturas de aço. Com isso, 11% são destinados à infraestrutura (pontes, viadutos, saneamento, etc.) e 13 % destinados à área comercial (escola, hotel, escritório, shopping, etc.).

Figura 7 - Participação de estruturas de aço por tipos de obras (%)



Fonte: Pesquisa realizada pelo CBCA com o apoio da ABCEM (2018)

É importante destacar que a construção metálica apresenta diversas vantagens, mas como qualquer outro sistema construtivo, também apresenta deficiências no processo de projeto e produção. Teixeira (2007) faz um apanhado, a partir de vários autores levantando essas vantagens e desvantagens:

Vantagens:

- velocidade de execução da estrutura, o que torna a obra mais competitiva;
- possibilidade de projetar grandes vãos;
- possibilidade de utilização de peças mais esbeltas;
- estrutura mais leve, favorecendo transporte e montagem;
- redução do número de pilares necessários;
- maior área líquida para a comercialização (vantagem mercadológica);
- vigas em estrutura metálica podem possuir metade da altura das vigas de concreto armado o que é uma vantagem quando se trabalha com projetos com limitações de altura ou quando se deseja uma opção para diminuição da altura final da edificação;
- flexibilidade de utilização dos espaços construídos;

- possibilidade de montagem e desmontagem da edificação em outro local, permitindo o aproveitamento da estrutura em outra obra;
 - ampliação e reforma da edificação, com o mínimo de interferência e transtornos para o usuário;
 - alívio nas fundações devido a um menor peso e volume da estrutura;
 - redução da área do canteiro de obras e do espaço para estocagem;
 - diminuição do desperdício;
 - redução do nível de ruídos durante a execução e
 - diminuição no cronograma e a conseqüente redução de custos diretos e indiretos.
- De forma isolada, a estrutura metálica é mais cara do que a de concreto.

Desvantagens:

- desembolso financeiro imediato e único para aquisição da estrutura;
- falta de materiais complementares industrializados (vedações, por exemplo) ou fornecedores nacionais;
- exigência de cuidados inerentes às movimentações diferentes dos componentes estruturais e vedação para que não gerem patologias;
- necessidade de maior qualificação das pessoas que trabalham com esta tecnologia;
- conforto termoacústico é prejudicado devido à retirada de massa, recomendando alternativas para tratamento;
- necessidade de medidas adicionais de proteção para aumentar o tempo de resistência da estrutura metálica ao fogo;
- preço elevado da estrutura, quando analisada de forma isolada;
- cultura brasileira ainda extremamente voltada para o concreto armado o que gera resistência para novas tecnologias;
- necessidade de criação de uma filosofia industrializada;
- ensino ainda pouco aprofundado e específico sobre sistemas construtivos metálicos nas escolas de formação de arquitetos, engenheiros e projetistas, fazendo com que haja uma carência de profissionais especializados no mercado.

Quanto aos desafios e expectativas do mercado do aço no Brasil, nota-se um mercado desafiador, exigindo-se uma ação para que se alcancem os grandes produtores

de aço do mundo. Segundo o presidente de uma grande siderúrgica mineira, a produção anual de aço no Brasil, hoje, corresponde a 14 dias de produção na China. Ou seja, o Brasil está em grande desvantagem em relação a alguns fortes concorrentes internacionais².

Para Araújo (2017), as particularidades do ambiente de produção *on-site* e as dificuldades em gerenciar processos de produção com baixo grau de racionalização construtiva colaboram para a baixa efetividade no uso da mão de obra nos canteiros de obra. Estudos atuais revelam que as taxas de conversão da mão de obra em serviço efetivo, nestes ambientes, podem ser muito baixas, não superiores a 30% em algumas situações.

Segundo o mesmo autor, transferir etapas da construção para fábricas apresenta-se como uma das soluções para a promoção da melhoria da qualidade do trabalho e, por conseguinte, da produtividade. Complementando, as operações de construção *off-site*, possibilitam a antecipação de etapas da obra, contribuindo para a redução dos prazos de execução das obras.

De acordo com o artigo publicado pelo Fails Management Institute (FMI) (2016) *apud* Araújo, 2017), aumentar o uso de pré-fabricação, a pré-montagem, a modularização, as técnicas e os processos *off-site* é uma das opções que a indústria da construção teria para melhorar a produtividade e tornar-se mais estratégica ao longo dos próximos 20 anos. Esse artigo prevê, ainda, que nos próximos anos, a modularização e a pré-fabricação irão representar um papel cada vez mais essencial para a melhoria da produtividade de toda cadeia de valor da construção – em igualdade com as técnicas de Gestão da Produtividade, as metodologias alternativas de entrega de projetos e a modelagem em 3-D e 4-D. Destaca-se, também, como tendência a “Ciência da Eficiência e da Produtividade”, no âmbito de um novo modelo de construção, designada “Construção 2.0”.

Existe o entendimento de que é a falta de capacitação dos operários que trava a produtividade. De acordo com Araújo (2017), há no Brasil, falhas na formação e na capacitação em todos os níveis profissionais, sendo a consequência da deficiência gerencial a que mais prejudica a produtividade.

Com uma demanda mais rigorosa, os projetos desenvolvidos no contexto atual precisam ser mais assertivos e é imprescindível que as empresas demonstrem aos seus clientes o valor de seus produtos, apoiados em normatizações e sustentabilidade. Nessa direção, no mercado imobiliário, as construtoras têm focado em projetos de alto padrão

² Mercado do aço: otimismo para 2018. Disponível em: <<http://www.structuraco.com/blog/mercado-do-aco-otimismo-para-2018>> Acesso em: 22 set 2019.

com uso de tecnologia e têm destacado a utilização da NBR 15575 – Norma de Desempenho da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Algumas das tendências levantadas pelo estudo do SEBRAE, e que devem se propagar pelos próximos anos, envolvem o aumento no número de mulheres como profissionais do mercado da construção civil, a concepção de construções sustentáveis, a utilização de construção enxuta, o desenvolvimento de *e-learning* (modalidade de ensino a distância) na cadeia de construção para suprir a necessidade de qualificação de mão de obra, a criação de *smart cities* (cidades inteligentes), e também, a realização de serviços agregados³.

É possível constatar que o planejamento na construção civil ainda está muito deficiente, podendo provocar problemas no processo construtivo, tais como: desperdício, má qualidade e insatisfação do cliente. Sendo assim, as recentes mudanças na economia exigem uma atenção especial à gestão de projetos, visando uma melhor qualidade, produtividade e eficiência dos processos nos empreendimentos.

Por isso, é importante abordar o tema de gerenciamento de projetos, por sua relevância nos processos da construção civil contemporâneos, em especial, da construção em aço.

3 De olho no futuro: entenda o mercado da construção civil. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/negocios/de-olho-no-futuro-entenda-o-mercado-da-construcao-civil>, 28/02/2018>. Acesso em: 22 set 2019.

3 GESTÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Este capítulo trata de algumas estratégias de gestão do gerenciamento de projetos na construção civil, iniciando-se pela definição de projetos e de gerenciamento de projetos. Em seguida, serão abordados os temas sistema *lean*, gestão do conhecimento, bem como uma relação entre o sistema *lean* com os processos de lições aprendidas.

3.1 Gerenciamento de projetos

O aperfeiçoamento em técnicas sobre gerenciamento de projetos pode trazer benefícios para o empreendimento da construção civil. Segundo Rufino (2011), imagina-se que aperfeiçoando o gerenciamento de projetos e introduzindo novas formas organizacionais, consiga-se minimizar problemas a serem definidos na obra, alcançando-se aumento de qualidade e redução de custos.

3.1.1 Definição de projeto

O termo projeto demonstra o desejo ou a intenção de se realizar algo no futuro. Esse termo é muito utilizado na área de engenharia ou arquitetura, tanto que na construção civil é necessário ter um projeto antes que uma obra seja executada.

Para Ribeiro (2018), existem três etapas relevantes no processo de projeto. A primeira etapa é a do projeto conceitual, sendo considerado uma fase inicial do processo de elaboração de um projeto. Essa fase é considerada muito importante, pois acontecem validações de ideias e confirmações de soluções. A segunda etapa é a do projeto básico, como o próprio nome indica, essa fase tem a finalidade de identificar características básicas do que será construído por meio de definições de etapas e elementos que irão constituir a obra ou serviço. Por fim, a terceira etapa é a do projeto executivo, fase de detalhamento dos elementos necessários para a execução de uma obra ou de um serviço.

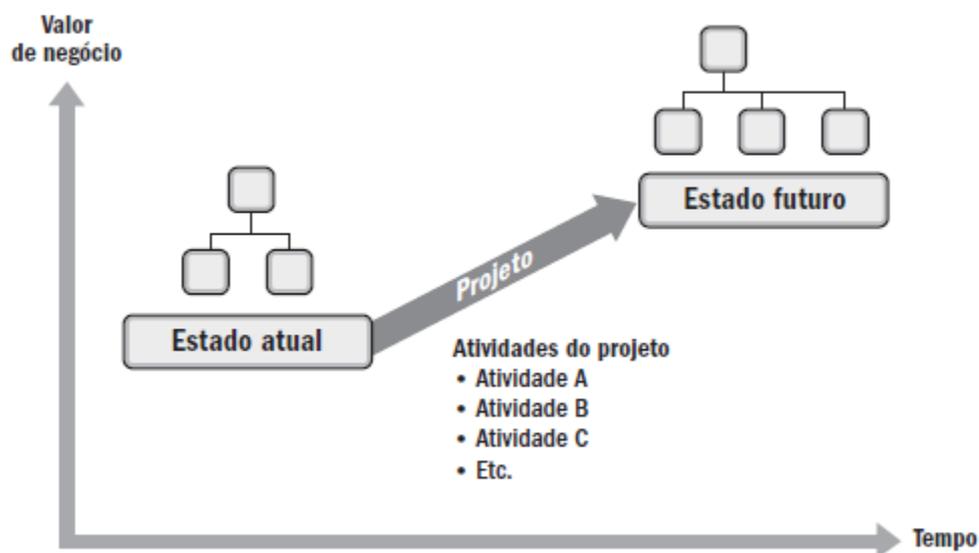
Segundo o Guia do Project Management Institute, projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado único. Projetos são realizados para cumprir objetivos através da produção de entregas. Um projeto pode envolver um único indivíduo ou um grupo. Um projeto pode envolver uma única organização ou múltiplas unidades organizacionais de múltiplas organizações. (PMI, 2017, p.4)

No PMI (2017) é afirmado que a característica temporária dos projetos demonstra que eles têm um início e um término definidos, informa que temporário não significa necessariamente que o projeto seja de curta duração e esclarece que o final do projeto é alcançado quando ocorrer um ou mais dos seguintes fatores:

- Os objetivos do projeto foram alcançados;
- Os objetivos não serão ou não poderão ser cumpridos;
- Os recursos estão esgotados ou não estão mais disponíveis para alocação ao projeto;
- A necessidade do projeto não existe mais (por exemplo, o cliente não quer mais o projeto concluído, uma mudança de estratégia ou prioridade encerram o projeto, o gerenciamento organizacional fornece uma instrução para terminar o projeto);
- Recursos humanos e físicos não estão mais disponíveis; ou
- O projeto é finalizado por motivo legal ou por conveniência.

Os projetos são temporários, mas em alguns casos suas entregas podem existir depois do encerramento do projeto. As entregas podem ser de natureza social, econômica, material ou ambiental. Projetos impulsionam mudanças nas organizações e do ponto de vista de negócios, um projeto promove a movimentação de uma organização de um estado a outro, para atingir um objetivo específico, Figura 8, (*ibid.*).

Figura 8 - Mudança na Organização



Fonte: PMI (2017)

Na Figura 8, é possível visualizar por meio de um esforço temporário, que pode ser chamado de atividades do projeto, pretende-se alterar o estado atual da organização para um estado futuro, sendo esse o objetivo inicial.

Para Melhado (1994), define-se projeto, no contexto da Construção Civil, como a atividade ou serviço componente do processo de construção, responsável pela elaboração de estratégias, desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução.

Rufino (2011) afirma que a elaboração do projeto na construção civil é uma das primeiras etapas do processo de construção, tendo o projeto um papel fundamental na obtenção da qualidade na produção de edifícios, pois é na etapa do projeto que são definidos os conceitos de organização do espaço, bem como a tecnologia a ser adotada na fase de execução.

De acordo com a mesma autora, existem aspectos que influenciam na qualidade e na produtividade do projeto. A autora cita quatro itens principais que merecem maiores investimentos para uma melhor qualidade, produtividade e redução nos custos do projeto, a saber:

1. Integração entre projetos: alcançada por meio de coordenação e gerenciamento, com redução de imprevisto e repetição de erros;
2. Simplificação de projetos: obtida por meio da diminuição da variabilidade do processo, utilizando conceitos de padronização, repetição e coordenação modular; sendo possível conceber detalhes padronizados, esteticamente satisfatórios, fáceis de construir, e minimizar falhas;
3. Comunicação: estabelecendo uma comunicação eficiente, onde a mensagem enviada é compreendida totalmente pelo receptor, utilizando uma metodologia de transmissão de informações, que não dê margem a dúvidas e ambiguidades, estimulando o contato entre os vários agentes do processo;
4. Integração projeto-produção: sendo necessária a definição do fluxo de produção, a sequência de tarefas e o *layout* de canteiro, este último favorecendo o acesso aos materiais, mão-de-obra e equipamentos. Essa integração traz a obra de volta à arquitetura e enfatiza um sistema de realimentação por meio de troca de informações, do registro de experiências obtidas em outras obras e da avaliação do desempenho de processos construtivos.

Para Castro (1999), quando se trata de projeto em aço, existem algumas particularidades, pois é um tipo de projeto que exige um número muito maior de homens/hora de trabalho para haver uma compatibilização adequada de projetos. Qualquer modificação deve ser pensada e planejada com antecedência, pois as peças estruturais são produzidas em fábrica e somente montadas em campo.

O mesmo autor acrescenta, citando algumas recomendações para projeto em aço. A primeira coisa a se fazer, ao se iniciar o anteprojeto estrutural, é o lançamento estrutural e o detalhamento das ligações dos elementos estruturais (rígida/flexível, soldada/parafusada). Os detalhes de ligação são impostos pelo engenheiro projetista, baseado em fatores como imposição da arquitetura, energia elétrica no local da obra, economia devido ao tipo de ligação, qualidade de montagem e inspeção, transporte dos perfis, sistema de estabilização vertical (contraventamentos), problemas de fadiga, etc. Só, então, se faz um pré-dimensionamento dos perfis e a obtenção dos esforços solicitantes. Para o autor, a verificação dos perfis e das ligações, diferentemente do concreto, é feita comparando-se os esforços solicitantes com a resistência da peça ou ligação. As vigas de aço normalmente são bi apoiadas. A padronização de uma estrutura metálica é uma das primeiras coisas que pode ser percebida para quem trabalha com este sistema e a unidade de medida utilizada nas estruturas de aço é o milímetro.

Por fim, cabe ressaltar, que conforme destacado no Guia PMI (2017), os projetos são uma maneira de criar valor e benefícios nas organizações. No atual ambiente competitivo, com ritmo acelerado de mudanças, os líderes organizacionais precisam ser capazes de gerenciar orçamentos cada vez mais apertados, prazos mais curtos, recursos mais escassos e uma tecnologia que muda rapidamente. Assim, para se manterem competitivas, as empresas estão adotando o gerenciamento de projetos.

3.1.2 Gerenciamento de projetos

O gerenciamento de projetos está relacionado com a garantia de conclusão de metas das organizações. Existem algumas ferramentas e técnicas que podem melhorar os resultados operacionais e financeiros, além do conhecimento e da experiência. A aplicação dessas ferramentas, técnicas, experiências e conhecimento é o que se chama de gerenciamento de projetos.

Segundo o Guia do Project Management Institute, o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos. O gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e integração apropriadas dos processos de gerenciamento de projetos identificados para o projeto. O gerenciamento de projetos permite que as organizações executem projetos de forma eficaz e eficiente. (PMI, 2017, p.10)

O eficiente e estratégico gerenciamento de projetos permite que as organizações:

- vinculem os resultados do projeto com os objetivos do negócio,
- concorram com mais eficácia nos seus mercados,
- sustentem a organização, e
- respondam ao impacto das mudanças de ambiente de negócios nos projetos, ajustando adequadamente os planos de gerenciamento de projetos (*ibid.*).

Segundo Polito (2015), o gerenciamento de obras ou gerenciamento da construção civil pode ser esclarecido como um “conjunto de estratégias utilizadas para otimizar os resultados de um empreendimento, reduzindo custos, aumentando lucros e garantindo qualidade.” Nesse contexto o estudo do gerenciamento de obras se classifica em três áreas: gerenciamento do trabalho (gerenciamento do projeto), gerenciamento técnico (gerenciamento do produto) e gerenciamento da produção.

Segundo o mesmo autor, as definições das três áreas são:

- **Gerenciamento do trabalho (gerenciamento do projeto)**, que enfatiza a evolução do empreendimento e pode ser fundamentado pelo Project Management Body Of Knowledge (PMBOK, Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos);
- **Gerenciamento técnico (gerenciamento do produto)**, que foca na própria edificação, como produto e também como processo, com seus projetos, detalhes, características e interferências;
- **Gerenciamento da produção**, que busca otimizar o processo produtivo da construção em si e encaixa os princípios da construção enxuta (*lean construction*) e de programação e controle da produção (PCP), bem como a gestão logística.

Essas definições são expressas pelo “cubo de gestão”, do mesmo autor, e são representadas na Figura 9.

Figura 9 - Cubo de gestão



Fonte: Polito (2015)

Na Figura 9, é possível observar o conjunto de estratégias utilizadas em cada área do gerenciamento de obras. Na área do gerenciamento de trabalho ou gerenciamento do projeto, referência ao Guia PMBOK; na área do gerenciamento técnico ou gerenciamento do produto, são incluídos projetos detalhados, por último, na área de gerenciamento da produção, são referidos os princípios da construção enxuta, visando o controle do desperdício.

De acordo com Calçada (2014), uma das opções para se obter ganhos de produtividade e qualidade nas obras encontra-se na criação de métodos de gerenciamento das obras, por meio de indicadores de qualidade e produtividade. A criação de sistemas de indicadores de desempenho (incluindo qualidade e produtividade) ainda está em um estado considerado inicial e não regularmente implantado nos processos organizacionais das empresas construtoras. As empresas possuem bancos de dados próprios, porém não utilizam de forma sistemática seus indicadores para gerenciar as obras de forma mais eficiente. Segundo o mesmo autor, alguns indicadores de qualidade utilizados pelas construtoras podem ser destacados:

- a) Índice de Lucro (Lucro Previsto x Lucro Obtido);
- b) Índice de Satisfação do Cliente;
- c) Índice de Conformidade dos Serviços (Serviços Realizados x Serviços Conformes);
- d) Índice de Desempenho de Fornecedores de Materiais;
- e) Ações Corretivas Implementadas (Ações Planejadas x Ações Implementadas);

f) Eficácia de Treinamentos.

O panorama atual apresenta uma tendência de não-padronização, a maioria das construtoras acaba utilizando, de forma pouco consistente, seus próprios indicadores, tendo como base suas próprias obras anteriores. Além do mais, a maioria dos indicadores disponíveis acaba não sendo utilizada durante a execução da obra, por desconhecimento de métodos de gerenciamento da obra baseados nos indicadores (*ibid.*).

Porém, percebe-se uma preocupação cada vez maior em se realizar obras sustentáveis, com índices de desperdício de material cada vez menores.

Nesse sentido, o *lean construction* é considerado uma filosofia de gestão que auxilia na eliminação de desperdícios.

3.2 Sistema *lean construction*

De acordo com Moraes (2000), uma nova filosofia de produção surgiu na indústria automobilística por volta da década de 1950, com o objetivo principal de reduzir custos por meio da eliminação dos elementos desnecessários ao processo produtivo. Guimarães e Guimarães (2016) destacam que o sistema de produção *lean* nasceu da rejeição ao desperdício e da busca de novas ferramentas de contribuição a produção enxuta. Em concordância com esta nova filosofia, o pesquisador finlandês Lauri Koskela buscou transferir os conhecimentos obtidos na indústria automobilística para a indústria da construção, com o intuito de diminuir o elevado índice de perdas que ocorre na indústria da construção.

Assim, a filosofia *lean production* tem sido praticada no setor de construção civil em busca de incorporação de seus benefícios ao gerenciamento de obras civis, sendo chamada de *lean construction*. De acordo com Formoso (2000), o *lean construction* está fortemente baseado no paradigma do *lean production* (produção enxuta), que se contrapõe ao paradigma da produção em massa (*mass production*), cujas raízes estão no Taylorismo e Fordismo.

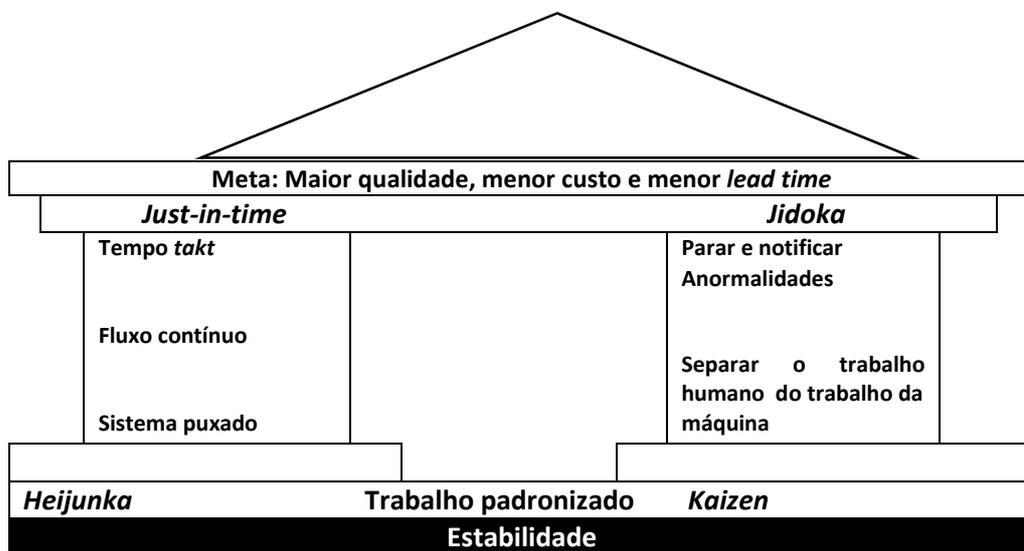
3.2.1 Origem e conceitos

Começando em 1992 e continuando até o início dos anos 2000, os teóricos da gestão da construção, incluindo Lauri Koskela, Glenn Ballard e Gregory Howell, começaram a

induzir o setor da construção a reavaliar seus processos. Koskela (1992) foi o pioneiro a adaptar a ideia para o mundo da construção, identificando uma série de princípios que mitigariam problemas tradicionais do setor, ao mesmo tempo em que melhoraria a performance produtiva. O mesmo autor enfatizou que a construção estável, quando executada corretamente, projetaria sistemas de produção para minimizar o desperdício de materiais, tempo e esforço, gerando a quantidade máxima possível de valor.

Segundo Lean Institute Brasil (2019), existem muitas descrições sobre o *lean* e conceitos esclarecedores que conseguem dar uma boa perspectiva do negócio e evidenciar oportunidades de melhorias, porém é favorável voltar às bases e entender a “casa” do STP (Sistema Toyota de Produção).

Figura 10 - A casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Adaptado de Lean Institute Brasil (2019)

A Figura 10, representa a casa do Sistema Toyota de Produção, como uma bússola, que orienta as empresas que desejam iniciar a trajetória *lean*. O teto representa a meta, ou seja, os objetivos que devem ser buscados, por meio de maior qualidade, menor custo e menor *lead time* (tempo de espera entre o início da primeira atividade (pedido) até que esse produto ou serviço seja entregue ou concluído). Os pilares representam a estrutura de análise, mostra como compreender as operações afim de alcançar os objetivos definidos e o último nível representa como as melhorias são realizadas na prática, para alcançar os objetivos de maior qualidade, menor custo e menor *lead time* (tempo entre o momento do pedido do cliente até a chegada do produto no mesmo). Enquanto aumentam-se os níveis de *just-in-time* (nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da

hora) e *jidoka* (automação com um toque humano), é necessário, na prática, um programa de atividades com introdução das iniciativas de *Kaizen* (estudo dos próprios métodos de trabalho e melhorias), aprimoramento dos padrões de trabalho e *heijunka* (melhorias no planejamento da produção para nivelar altos e baixos, no sentido de fracionar e misturar o trabalho e mantê-lo estável).

Para Paez *et al.* (2005), é importante seguir outras técnicas como: engenharia simultânea (execução paralela de diversas atividades), último plano (responsáveis pelo controle e planejamento), reuniões diárias (compartilhar o que foi alcançado e suas dificuldades), sistema *Kanban* (cartões que permitem o controle visual de ordens de produção, movimentação e posição de estoque de qualquer item, a qualquer momento), ferramentas de qualidade (acompanhamento e controle de qualidade) e inspeção visual (fácil identificação dos gargalos), que serão abordados na seção, a seguir.

Estudos apontam que a indústria da construção civil tem um nível muito alto de perdas, que representa uma proporção grande em relação ao custo total do empreendimento. Além de desperdício de material, existe o desperdício de tempo, gerando atrasos e retrabalhos das atividades. Formoso *et al.* (2002) definem perdas, como qualquer espécie de desperdício de recursos – material, tempo (mão-de-obra e equipamentos) e capital – processados por atividades que geram custo direto ou indireto, mas não adicionam valor para o produto final do ponto de vista do cliente. Segundo o mesmo autor, problemas gerenciais são os maiores responsáveis pela elevada incidência destas perdas, principalmente aquelas relacionadas a processos que antecedem a produção, como projeto, suprimentos e planejamento. O retrabalho é um tipo de perda que também é bastante mencionada na construção civil, pois resulta de uma atividade inadequada, que pode ser eliminada sem que haja perda de valor no produto final (BALLARD, 2000b).

Para Santos (2017), estudos do Reino Unido indicaram que até 30% da construção é retrabalhada, apenas 40-60% é o valor da eficiência de trabalho potencial, os acidentes podem representar 3-6% dos custos totais e pelo menos 10% dos materiais são desperdiçados. O custo do retrabalho nos projetos de construção australianos foi relatado como sendo de até 35% dos custos totais do projeto e contribui com até 50% dos custos totais de superação de um projeto.

Assim, a prioridade da *lean construction* é manter a construção produtiva, reduzir os desperdícios e reduzir o uso de materiais e ferramentas desnecessários.

Desde o trabalho pioneiro de Koskela (1992), alguns pesquisadores do Brasil (Formoso *et al.*, 1999; Bernardes, 2003) e de outros países (Ballard e Howell, 1996; Ballard, 2000a; Koskela, 2000), têm buscado interpretar os conceitos para o ambiente da construção civil, bem como realizar aplicações práticas. Adicionalmente, estes e outros autores da área têm dedicado muitos de seus trabalhos ao desenvolvimento de um referencial teórico que contribua para a formulação de modelos de planejamento e controle do processo construtivo e introdução dos princípios da Construção Enxuta nos canteiros de obra.

Segundo Ohno (1997), a produção *lean* pode ser alcançada a partir da eliminação de sete principais desperdícios ou perdas de processo, sendo definido como desperdício toda e qualquer atividade que absorve recursos, porém não gera valor para o processo ou para o cliente final. Em 2005, Liker (2005) acrescenta um oitavo desperdício.

De acordo com Ohno (1997), os sete principais desperdícios são:

- Superprodução: caracterizado pela produção superior e antecipada segundo o ponto de vista do consumidor. Está atrelado a outras perdas como o consumo desnecessário de matéria prima, ocupação de estoque e utilização desnecessária de equipamentos e recursos.
- Transporte: movimentações excessivas de pessoas, peças e equipamentos. Geralmente estão atreladas a um *layout* mal planejado.
- Processamento desnecessário: existência de atividades de processamento que não agregam valor ao produto. Surgem quando o trabalho é executado de forma ineficiente ou inadequada ou quando a atividade não é necessária se considerados os requisitos do consumidor.
- Estoques: conjunto de produtos acabados ou semiacabados em espera para a próxima etapa. Estoques são gerados quando os materiais são produzidos em quantidade superior a demanda do próximo processo, quando os tempos de *setups* são elevados, entre outros.
- Defeitos: perda relacionada a fabricação de produtos com defeitos, ou seja, que não atendem os requisitos de qualidade estipulados. Os defeitos geram a necessidade de mais recursos para retrabalho ou até mesmo descarte.
- Espera: períodos de espera de pessoas, materiais ou equipamentos em substituição a realização da atividade. Causados por filas, quebras de equipamentos, produção excessiva, entre outros.

- **Movimentação:** deslocamentos ou movimentações desnecessárias geralmente geradas pela desorganização do ambiente de trabalho ou procedimentos de trabalho não adequados para atividade.

De acordo com Liker (2005) existe também:

- **Criatividade:** perda de tempo, ideias e oportunidades de aprendizagem, ou seja, a má utilização do capital intelectual e da criatividade dos funcionários. O desperdício por ser observado quando os funcionários passam a maior parte do tempo se movimentando na empresa e resolvendo problemas o que impede que possam buscar melhorias nos processos.

De acordo com Womack e Jones (2004), pensamento enxuto é um poderoso neutralizante do desperdício, sendo uma forma de especificar valor, alinhar na melhor sequência as ações que criam valor, realizar essas atividades sem interrupção toda vez que alguém as solicita e realizá-las de forma cada vez mais eficaz. Em síntese, o pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com menos (menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço).

Corroborando com essa afirmação, Formoso (2000) destaca que o desafio da *lean construction* é eliminar tudo que não agrega valor, reduzindo assim os custos e gerando maior lucro. Assim, a geração de valor é outro aspecto que caracteriza os processos da *lean construction*. O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, não sendo inerente à execução de um processo. Womack e Jones (2004) definem 5 princípios do pensamento enxuto, que usam como base para definir técnicas para a aplicação do pensamento enxuto. São eles: valor, fluxo de valor, fluxo, puxar e perfeição, descritos resumidamente a seguir:

- **Valor**

O valor só pode ser definido pelo cliente final. E só é significativo quando expresso em termos de um produto específico (um bem, um serviço ou, muitas vezes, ambos) que atenda às necessidades do cliente a um preço específico em um momento específico. O valor é criado pelo produtor. Do ponto de vista do cliente, é essa a função do produtor. Sendo assim, por diversos motivos, é muito difícil definir produtor com precisão. Em resumo, especificar o valor com precisão é o primeiro passo essencial no pensamento enxuto. Oferecer o bem ou o serviço errado da forma certa é desperdício.

- Fluxo de Valor

O Fluxo de Valor é o agrupamento de todas as ações necessárias para se levar um produto específico (seja ele um bem, um serviço, ou cada vez mais, a combinação dos dois) a passar pelas três tarefas gerenciais críticas em qualquer negócio: a tarefa de solução de problemas que vai da concepção até o lançamento do produto, passando pelo projeto detalhado e pela engenharia, a tarefa de gerenciamento da informação, que vai do recebimento do pedido até a entrega, seguindo um detalhado cronograma, e a tarefa de transformação física, que vai da matéria-prima ao produto acabado nas mãos do cliente. A identificação do fluxo de valor inteiro para cada produto (ou, em alguns casos, para cada família de produtos) é o próximo passo no pensamento enxuto, um passo que as empresas raramente tentaram dar, mas que quase sempre expõe quantidades enormes de desperdício.

- Fluxo

Visto que o valor tenha sido especificado com precisão, o fluxo de valor de determinado produto totalmente mapeado pela empresa enxuta e, evidentemente, as etapas que geram desperdício eliminadas, o próximo passo é definido como fluxo. Contudo, essa etapa exige uma mudança completa de mentalidade. A opção enxuta é redefinir o trabalho das funções, departamentos e empresas, permitindo-lhes contribuir de forma benéfica para a criação de valor.

- Puxar

A primeira consequência perceptível da conversão de departamentos e lotes em equipes de produtos e fluxo é que o tempo necessário para se passar da concepção ao lançamento, da venda à entrega, da matéria-prima ao cliente cai drasticamente. Quando se introduz o fluxo, os produtos que consumiam anos para serem projetados agora levam meses, os pedidos que levavam dias para serem processados estão prontos em questão de horas e as semanas e meses de tempo de *throughput* para a produção física convencional são reduzidos a minutos. Além do mais, os sistemas enxutos podem fabricar qualquer produto em produção atualmente, em qualquer combinação, de modo a acomodar imediatamente as mudanças na demanda. Isso produz um fluxo de caixa extra, decorrente da redução dos estoques, e acelera o retorno do investimento.

- Perfeição

Enquanto as organizações começarem a especificar valor com precisão, identificarem o fluxo de valor total, à medida que fizerem com que os passos para a

criação de valor fluam continuamente, e deixem que os clientes puxem o valor, é necessário adicionar o quinto e último conceito do pensamento enxuto, a perfeição. Verifica-se que o processo de redução de esforço, tempo, espaço, custo e erros é infinito e, ao mesmo tempo, oferece um produto que se aproxima ainda mais do que o cliente realmente quer. Os quatro princípios iniciais integram entre si em um círculo poderoso. Fazer com que o valor flua mais rápido sempre expõe os desperdícios ocultos no fluxo de valor. E, quanto mais você puxar, mais revelará os obstáculos ao fluxo, permitindo sua eliminação.

Segundo Arbulu e Todd (2006), a aplicação do *lean construction* pode oferecer vários benefícios tanto ao cliente com a agregação de valores quanto ajudar o empreendedor a melhorar os processos e entrega do projeto, aumentar a produtividade por meio da melhoria de planejamento, reduzir o custo, melhorar a qualidade e segurança, fornecer confiabilidade, responsabilidade, segurança no ambiente do projeto e incentivar a melhoria contínua.

3.2.2 Princípios do *lean construction* e ferramentas

Koskela (1992), estabelece onze princípios aplicáveis efetivamente à indústria da construção civil, conforme listados, a seguir:

1. Redução das atividades que não agregam valor: Existem algumas atividades que não são necessárias dentro de um processo construtivo. Na construção civil, existem três causas principais que são: má construção, gestão e desperdício.
2. Aumento do valor do produto por meio da consideração das necessidades do cliente: A identificação dos clientes e suas opiniões aumentam a produtividade e o valor do produto final. Portanto, esse princípio está focado no cliente, utilizando-se de estratégias. É preciso fazer bem feito uma atividade, já pensando na atividade subsequente, para que tenha qualidade e que não exista desperdício com retrabalho.
3. Redução das variabilidades do processo: Sob perspectiva do cliente, um produto uniforme é melhor. Além disso, a variabilidade aumenta o volume de atividades que não agregam valor e a padronização dos processos evita erros.
4. Redução do tempo de ciclo de produção: Este critério objetiva diminuir tanto o tempo de armazenamento quanto os movimentos no canteiro de obra. Caso algumas atividades sejam feitas em paralelo, ganha-se velocidade na execução.

5. Simplificação por meio da redução do número de etapas: Na construção civil, este critério de simplificação é a minimização das atividades que não agregam valor e das etapas que agregam menos valores. Por meio de uma análise mais profunda é possível eliminar desperdícios com simplificação de etapas.
6. Aumento da flexibilidade na execução: Pode ser aplicada pela minimização das etapas, reduzindo a dificuldade de construção e de alterações. Esse princípio visa realizar um conjunto de atividades ligadas a um bom planejamento, melhorando a qualidade do produto, antecipando a necessidade do cliente.
7. Aumento de transparência do processo: Processo claro e simples por meio de uma transparência de informações do projeto da construção. A transparência estrategicamente é muito bem vista, significa ter respeito com todos os envolvidos, pois coloca em evidência a boa performance do negócio.
8. Foco no controle do processo global: Para este critério é importante o desenvolvimento de avaliações, listas de verificação e indicadores de desempenho, ou seja, significa focar na performance do processo.
9. Melhoria contínua no processo. São importantes esforços e recompensas pelas melhorias atribuídas pelos funcionários. Será necessário manter o ambiente saudável, seguro, ergonomicamente correto, fazer com que as pessoas entendam a necessidade da introdução de uma filosofia de melhoria contínua.
10. Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões: Quanto mais complexo o processo, maior o impacto na melhoria do fluxo e da conversão. A taxa de conversão precisa estar compatível com a saída, ou seja, com o fluxo do processo.
11. Benchmarking: É importante para identificar a posição da empresa e as possíveis oportunidades de melhoria. É processo de comparação de produtos, serviços e práticas empresariais.

A pesquisa de Ogunbiyi, Goulding e Oladapo (2014) identificou um *ranking* de 16 princípios/técnicas de construção enxuta para permitir a sustentabilidade nas organizações, quais sejam: *Just-in-time*, Ferramenta de gestão a vista, Reuniões diárias de grupo/equipe, Análise de valor, Mapeamento do fluxo de valor, Gestão da qualidade total, Falha segura visando a qualidade, 5S (cinco S), Manutenção preventiva total, Estudos de primeira produção, *Last Planner*, Engenharia simultânea, Produção Puxada, *Kanban*, *Kaizen* e Seis Sigma.

A seguir, será realizada uma breve definição de cada uma dessas ferramentas:

1. *Just-in-time (JIT)*

Essa técnica visa principalmente reduzir os tempos de fluxo dentro de um sistema produtivo, bem como os tempos de resposta dos fornecedores e dos usuários finais. De qualquer forma, o JIT é uma maneira de pensar, trabalhar e gerenciar para eliminar desperdícios nos processos (ANSAH *et al.*, 2016).

2. Ferramentas de gestão a vista

De acordo com Gao e Low (2014), o controle visual utiliza sinalizações que demonstram, marcam, documentam e reportam tudo o que ocorre no processo produtivo, de maneira que seja possível identificar o estado das operações e das regras de operações. Os mesmos autores citam como exemplo o painel de controle visual e painel de comunicação, utilizados para informar sobre o estado do processo e os seus problemas.

3. Reuniões diárias de grupo/equipe

Reuniões diárias de informação fornecem uma plataforma aos membros da equipe para compartilhar suas opiniões e o que tem sido alcançado, ao mesmo tempo, discutir problemas que estão enfrentando durante o processo de produção (AZIZ e HAFEZ, 2013).

4. Análise de valor

Al-Aomar (2012) recomenda que, ao final de cada período, seja medido o desempenho do projeto de construção, usando o LSS (do inglês *Lean Six Sigma*) indicadores chave de desempenho (do inglês *Key Performance Indicators* - KPIs), qualidade (classificação Sigma), velocidade (índice de desempenho de cronograma), custo (índice de desempenho de custo), valor (índice de valor) e desperdícios (índice de desperdícios). O índice de valor (do inglês *Value Index* - VI) compara a duração do trabalho efetivo (tempo de conversão) com a duração total do período. O foco é aumentar a quantidade de tempo gasto na realização de atividades de conversão (trabalho de valor adicionado) e minimizar os atrasos, interrupções e o tempo gasto em transporte desnecessário e circulação de material e mão de obra.

5. Mapeamento do fluxo de valor

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta de visualização, originalmente desenvolvida pela Toyota, para analisar e projetar o fluxo de materiais e informações necessárias para produzir um produto ou serviço. De acordo com Ansah *et al.* (2016), é uma técnica para analisar visualmente, documentar e melhorar o fluxo de um processo de maneira a destacar oportunidades de melhoria.

6. Gestão da qualidade Total

O Gerenciamento da Qualidade Total usa uma combinação de controle estatístico de processos e equipes de solução de problemas para melhorar o índice de capacidade do processo e garantir que fatores externos não afetem negativamente o mesmo (AKHUND *et al.*, 2017).

7. Falha segura visando a qualidade

Essa técnica depende da geração de conceitos que alertam para possíveis defeitos. Isso é quase o mesmo que as técnicas de Poka-Yoke, mas também pode ser estendido para segurança. No entanto, a concentração em segurança está nos riscos possíveis, e não nos defeitos possíveis, e é identificada como a técnica de avaliação de riscos. Requer um plano de ação que evite resultados ruins (ANSAH *et al.*, 2016).

8. 5 S (Cinco S)

Segundo Solomon (2004), o 5S é uma ferramenta utilizada para manter a casa em ordem. Organiza os materiais de forma padronizada, de maneira que tudo tenha um lugar e que tudo esteja no lugar. Os 5S são: *seiri* (senso de utilização); *seiton* (senso de organização); *seiso* (senso de limpeza); *seiketsu* (senso de saúde); *shitsuke* (senso de autodisciplina).

9. Manutenção preventiva total

A manutenção preventiva total é um programa para planejar e obter um tempo de inatividade mínimo da máquina. O objetivo é desviar da correção de avarias. Para esse propósito, os operadores de máquinas assumem responsabilidades muito maiores de monitorar a função das máquinas e alertar os construtores sobre a multifuncionalidade das mesmas (MEMON *et al.*, 2018).

10. Estudos da primeira produção

Estudos de primeira produção são utilizados para remodelar importantes tarefas. As operações são minuciosamente examinadas, trazendo idéias e sugestões para explorar a alternativa de realizar a tarefa. O ciclo PDCA (planejar, executar, verificar e agir) é usado para construir o estudo inicial (SALEM *et al.*, 2006).

11. Last Planner System (LPS)

O *Last Planner System* (LPS) é um sistema de planejamento e controle que nasceu da visão do planejamento baseado em atividades. O LPS é um processo social que envolve discussão com as equipes de obra e planejamento no intuito de assegurar que o trabalho não está esperando pelos trabalhadores e que os trabalhadores não estejam esperando pelo trabalho (KENLEY e SEPPANEN, 2010). Para Ballard (2000a) o LPS pode ser entendido como um mecanismo para transformar o que poderia ser feito no que pode ser feito, utilizando o plano de trabalho semanal.

12. Engenharia Simultânea

A Engenharia Simultânea (ES) é considerada uma abordagem sistemática na qual várias tarefas são executadas simultaneamente, integrando projeto, construção e processos relacionados. Uma equipe multifuncional e multidisciplinar é organizada para ajudar a desenvolver conceitos de design alternativos (SHOUKE, ZHUOBIN e JIE 2010). Adicionalmente, a ES incorpora os valores da equipe, cooperação, confiança, comunicação e compartilhamento de informações.

13. Produção puxada

A abordagem puxada (do inglês *pull-driven approach* - PDA) foi originalmente proposta como uma técnica de produção enxuta para puxar materiais por meio do sistema de produção, a fim de atender a demandas específicas de clientes (NG, ZHENG e XIE 2013). Ou seja, é um sistema de produção, em que cada ciclo da fabricação “puxa” a etapa do processo anterior, na qual a ordem de produção sai a partir da demanda dos clientes para só então ser produzida.

14. Kanban

O *Kanban* consiste em uma das principais formas de se operacionalizar o sistema puxado de produção, considerado, portanto, uma ferramenta fundamental para aplicação da filosofia *Just in Time*. De acordo com Stefanelli (2010), a adoção do *Kanban* na produção puxada aborda um sistema de informações que tem como intuito controlar toda fábrica. Isto inclui a autorização da produção, do transporte, assim como a informação dos componentes por meio de cartões. A autora explicita que a produção ou a retirada de peças de um processo apenas é realizada quando há cartões *Kanbans*, sempre na quantidade estabelecida por estes cartões.

15. Kaizen

Kaizen é uma a filosofia de negócios japonesa para melhoria contínua, que busca criar um ambiente no qual as responsabilidades são atribuídas a cada trabalhador e também incentiva e motiva os trabalhadores a identificar lacunas para melhorar a qualidade e a eficiência, por meio de eliminação de desperdícios (MEMON *et al.*, 2018).

16. Seis Sigma

De acordo com Freitag (2015), compreendendo como variabilidade as incertezas na construção que produzem atrasos nas entregas de material e equipamento, erros de projeto, pedidos de alteração, avarias de equipamentos, mau funcionamento de ferramentas, utilização imprópria da equipe, greves trabalhistas, efeitos ambientais, acidentes e exigências físicas do trabalho, para eliminar estas variações e criar fluxo de trabalho em um processo, é amplamente reconhecida a utilização do método LSS (do inglês *Lean Six Sigma*).

Assim, com base no entendimento dos principais elementos que compõem a filosofia *lean construction*, é importante definir uma metodologia para aplicação da mesma. Hines e Taylor (2000) propõem 6 passos que podem auxiliar no direcionamento de ações, conforme listados, a seguir:

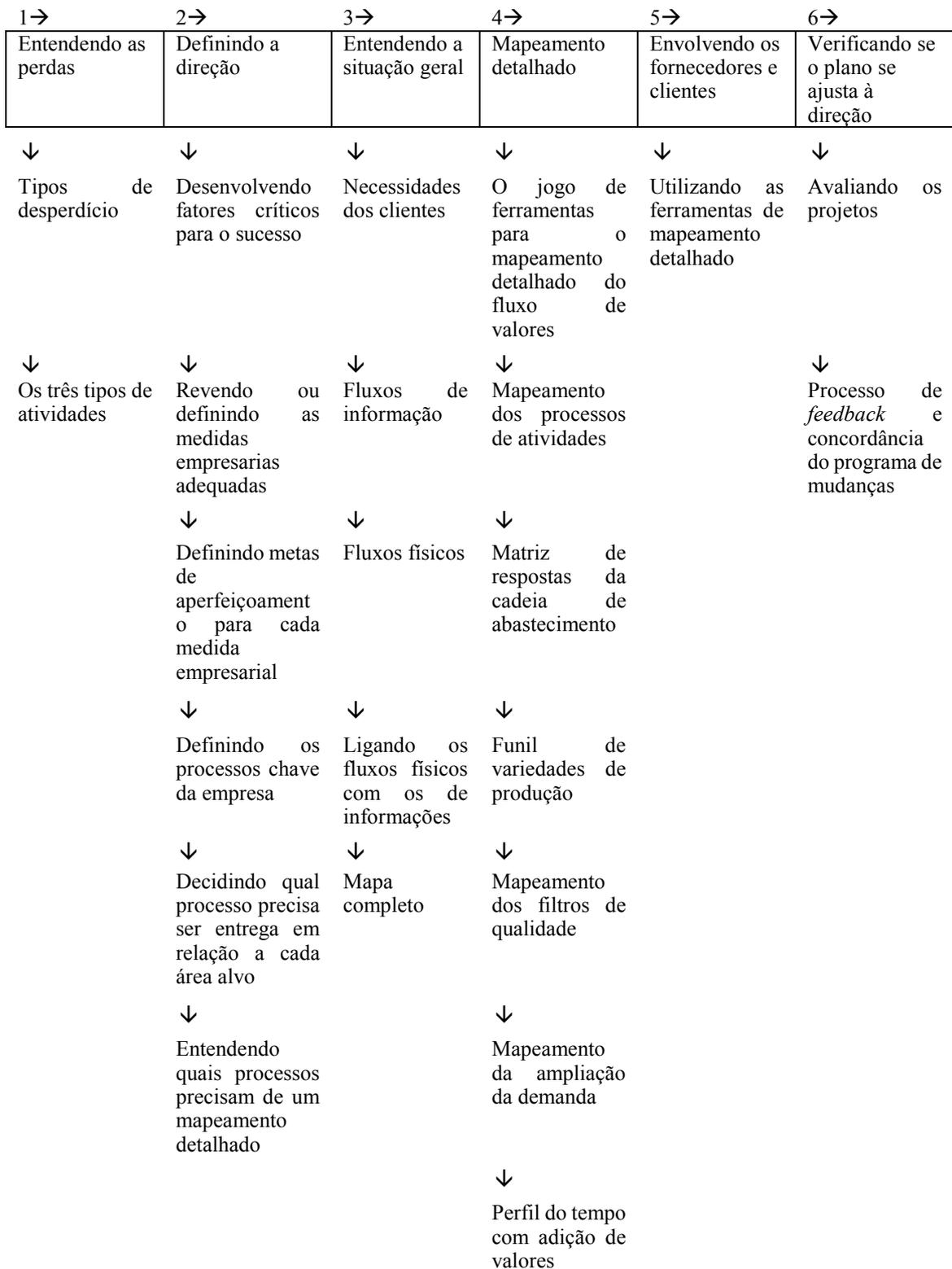
1. Entendendo as perdas: além de se conhecer os fatores sem adição de valores ao produto ou serviço, também conhecidos como desperdícios ou perdas, é importante conhecer os três tipos de atividades dentro da organização: atividade com adição de valor, atividade sem adição de valor e atividade necessária sem adição de valores.

Uma vez existindo a consciência das perdas, torna-se mais natural enxergá-las e eliminá-las.

2. Definindo a direção: a falta de direção, planejamento e falta de uma sequência adequada do projeto são as principais dificuldades observadas, quando as empresas tentam aplicar o pensamento enxuto. Para alcançar um bom resultado é relevante conhecer os passos preliminares listados, a seguir: desenvolver os fatores críticos para o sucesso, rever ou definir as medidas empresariais adequadas, definir metas para as necessidades de aperfeiçoamento no decorrer do tempo, definir os processos chave da empresa, decidir qual processo precisa ser entregue em relação a cada área alvo e entender qual processo precisa de mapeamento detalhado.
3. Entendendo a situação geral: entender a situação geral significa conhecer as necessidades do cliente, conhecer o fluxo de informações e fluxos físicos, além de desenvolver um mapa que possibilite o desenvolvimento de uma visão geral das características do processo.
4. Mapeamento detalhado: esta etapa consiste em incluir todos os envolvidos nos fluxos físicos e de informações para desenvolver planos de ação. A utilização de ferramentas adequadas será útil para preencher as lacunas deixadas no mapeamento geral.
5. Envolvendo os fornecedores e clientes: é altamente benéfico envolver os fornecedores e clientes, portanto é necessária prudência, ao envolver pessoas de fora da organização. Esta etapa é realizada por meio da utilização de ferramentas de mapeamento detalhado.
6. Verificando se o plano se ajusta à direção: é realizada a avaliação dos projetos nesta fase, processo de feedback e concordância do programa de mudanças para confirmação de que o plano elaborado será executável dentro de prazo sensato e identificação de problemas e irregularidades potenciais.

Esses passos, podem ser desdobrados em outras ações, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 – Passos do pensamento enxuto



Fonte: Hines e Taylor (2000)

3.3 Gestão do conhecimento

A gestão do conhecimento é uma forma de estruturar e armazenar o conhecimento produzido em uma organização e engloba uma série de ações, como por exemplo: identificar, capturar, recuperar e compartilhar o conhecimento existente nas organizações. Com isso, erros e acertos são gerenciados e utilizados estrategicamente em decisões futuras com base no aprendizado obtido em experiências anteriores.

De acordo com Martinez (2013), a gestão do conhecimento é apresentada como uma importante abordagem para resolver os problemas de competitividade e inovação nas organizações, e encarada como elemento central do desempenho organizacional.

Segundo o mesmo autor, gestão do conhecimento é a gestão clara e sistemática do conhecimento vital da organização, sendo necessário trabalhar para converter o conhecimento individual em um conhecimento corporativo de forma torná-lo disponível para toda a organização. Envolve a conexão eficiente entre quem sabe e quem precisa saber, convertendo conhecimento individual em conhecimento organizacional.

Segundo Rosa, Abrão e Pereira (2014), conhecimento é a fonte de riqueza de uma empresa, tanto que não existe produto, inovação, tecnologia e outros recursos sem conhecimento. Devido a essa consideração, as grandes organizações passaram a investir mais nesta fonte, acreditando-se que tal investimento implicará no diferencial da empresa, podendo gerar certa vantagem competitiva.

É necessário estabelecer a gestão do conhecimento na corporação como uma orientação para a elaboração de um planejamento estratégico eficaz, implantando o processo no dia a dia dos funcionários, identificando o conhecimento individual e transformando-o em capital ativo e intelectual na corporação como um todo (*ibid*).

Já para Gonçalves (2016), a gestão do conhecimento é uma ferramenta que processa e transforma toda a informação em conhecimento, possibilitando a todos os profissionais a informação necessária para poderem tomar as suas decisões. Para que se cumpra a função dessa gestão é fundamental o apoio organizacional e a adaptação da sua cultura, alimentando e atualizando as ferramentas de gestão adequadas para o sucesso de todo este processo.

Na verdade, todos os envolvidos dentro de uma organização são responsáveis por produzir dados e informações pertinentes capazes de auxiliar na criação de soluções e tomadas de decisões, desde que essas informações sejam ordenadas para produzir conhecimento e distribuídas estrategicamente.

São várias as definições sobre gestão do conhecimento, mas ambas com o mesmo consenso de que gestão do conhecimento está relacionada com crescimento, evolução, valorização, competitividade e retenção de experiências intelectuais. Sendo assim, trata-se de um processo que pode trazer benefícios tanto para o profissional quanto para a organização.

3.3.1 Princípios sobre o conhecimento e gestão do conhecimento

A história da filosofia desde o período grego pode ser vista como o processo de busca de uma resposta à pergunta “O que é o conhecimento?”. Embora existam diferenças fundamentais entre o racionalismo e o empirismo, os filósofos ocidentais em geral concordam que conhecimento é a “crença verdadeira justificada”, um conceito introduzido inicialmente por Platão em Ménon, Pédon e Teeteto. Sendo assim, a definição de conhecimento está longe de ser perfeita em termos lógicos. Segundo essa definição, nossa crença na verdade de uma coisa não constitui nosso verdadeiro conhecimento dessa coisa, por isso existe uma chance, por menor que seja, de que nossa crença esteja errada. Portanto, a busca do conhecimento na filosofia ocidental é carregada de desconfiança, o que induziu diversos filósofos a buscarem um método que os ajudasse a estabelecer a verdade indiscutível do conhecimento. Eles almejavam descobrir o “conhecimento fundamental sem prova ou indício” sobre o qual seria possível assentar todo e qualquer conhecimento (NONAKA e TAKEUCHI, 1995).

Para Gao, Li e Clarke (2008), existem várias observações para a palavra conhecimento, baseadas em alguns conceitos como dados, informação, inteligência, habilidade, experiência, ideias ou intuição, mediante diversos contextos.

Já Gonçalves (2016) considera importante esclarecer que, o conhecimento é bastante distinto de dados e informações, embora os três termos (dados, informações e conhecimento) serem usados alternadamente, alguns autores consideram dados ou informações como conhecimento. Os dados são informação sem qualquer contexto específico; enquanto a informação é organizada para que possa ser comunicada; e o conhecimento é informação que pode ser processada por um indivíduo permitindo-o tomar decisões e criar soluções apropriadas.

No ponto de vista de Nonaka e Takeuchi (1995), há dois tipos de conhecimentos, o tácito e o explícito. O conhecimento tácito é altamente pessoal, difícil de ser formalizado e visualizado, fazendo com que a comunicação seja difícil pois está relacionado com a

experiência dos indivíduos, princípios, atitudes e comportamentos. Já o conhecimento explícito permite uma rápida transmissão de informação entre indivíduos, pode ser transferido numa linguagem metódica e formal por meio de palavras, números ou sons. Assim, o conhecimento explícito pode ser armazenado por meio de documentos, manuais e base de dados.

Gestão do Conhecimento (GC), para Turban *et al.* (2010), é um processo que auxilia as organizações a identificar, selecionar, organizar, disseminar e transferir qualificações e informações importantes que são parte da memória da organização e que, normalmente, residem dentro da organização de uma maneira não estruturada. Essa forma de estruturar o conhecimento permite resolução eficaz e eficiente de problemas, aprendizagem dinâmica, planejamento estratégico e tomada de decisão. Iniciativas da gestão de conhecimento se concentram na identificação do conhecimento e em explicá-lo nitidamente para que ele possa ser compartilhado de uma maneira formal e, assim, fortalecer seu valor por meio da reutilização. Já os sistemas de gestão do conhecimento propõem-se a ajudar uma organização a lidar com rotatividade de pessoal, mudança rápida e enxugamento, tornando a experiência do capital humano da organização amplamente acessível e ajudam, também, as organizações a reter o conhecimento dos funcionários que deixam a empresa.

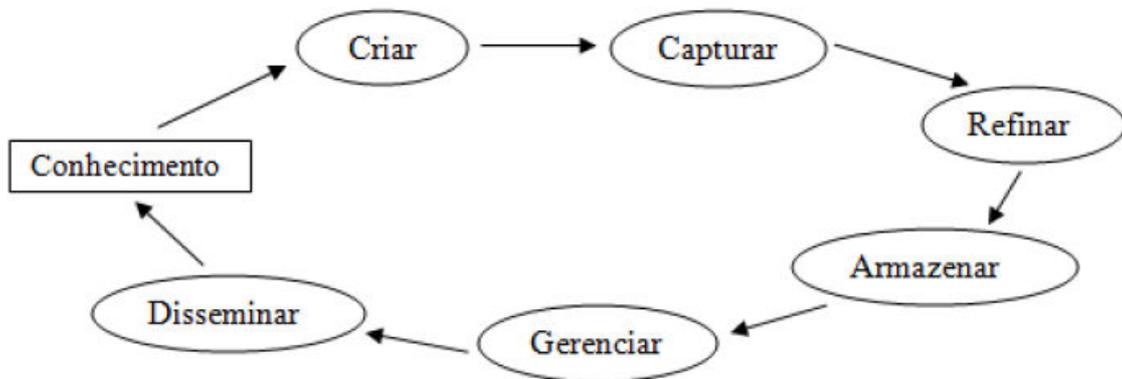
Ainda de acordo com o mesmo autor, um sistema de gestão de conhecimento em funcionamento engloba seis etapas em um ciclo (ver Figura 12). O motivo do sistema ser cíclico é que o conhecimento é refinado de forma dinâmica ao longo do tempo. O conhecimento em um bom sistema de GC nunca está completo porque, ao longo do tempo, o ambiente muda e o conhecimento deve ser atualizado a fim de reproduzir essas mudanças. Para os autores, o ciclo funciona da seguinte maneira:

- Criar conhecimento: o conhecimento é criado por meio de novas maneiras de fazer coisas ou desenvolver o *know-how*. Por vezes o conhecimento externo é incorporado.
- Capturar conhecimento: a captura ocorre quando o novo conhecimento é identificado como valioso e representado de maneira razoável.
- Refinar conhecimento: o novo conhecimento deve ser posicionado no contexto de modo que seja acionável. É aqui que *insights* (qualidade tácitas das pessoas) devem ser capturados junto com os fatos explícitos.

- Armazenar conhecimento: o conhecimento útil é armazenado de forma razoável no repositório de conhecimento, possibilitando acesso a outras pessoas na organização.
- Gerenciar conhecimento: O conhecimento precisa ser atualizado e precisa ser revisado para verificar a relevância.
- Disseminar conhecimento: O conhecimento deve estar disponível de forma precisa para qualquer pessoa na organização que necessite dele, em qualquer lugar e a qualquer hora.

Ainda de acordo com os mesmos autores, conforme o conhecimento é transmitido, indivíduos desenvolvem, criam e identificam um novo conhecimento ou atualizam o conhecimento antigo, com o qual eles reabastecem o sistema. O conhecimento é um recurso que não é consumido quando utilizado, precisa e deve ser atualizado e sua quantidade cresce ao longo do tempo.

Figura 12 - Ciclo da Gestão do Conhecimento



Fonte: Turban *et al.* (2010)

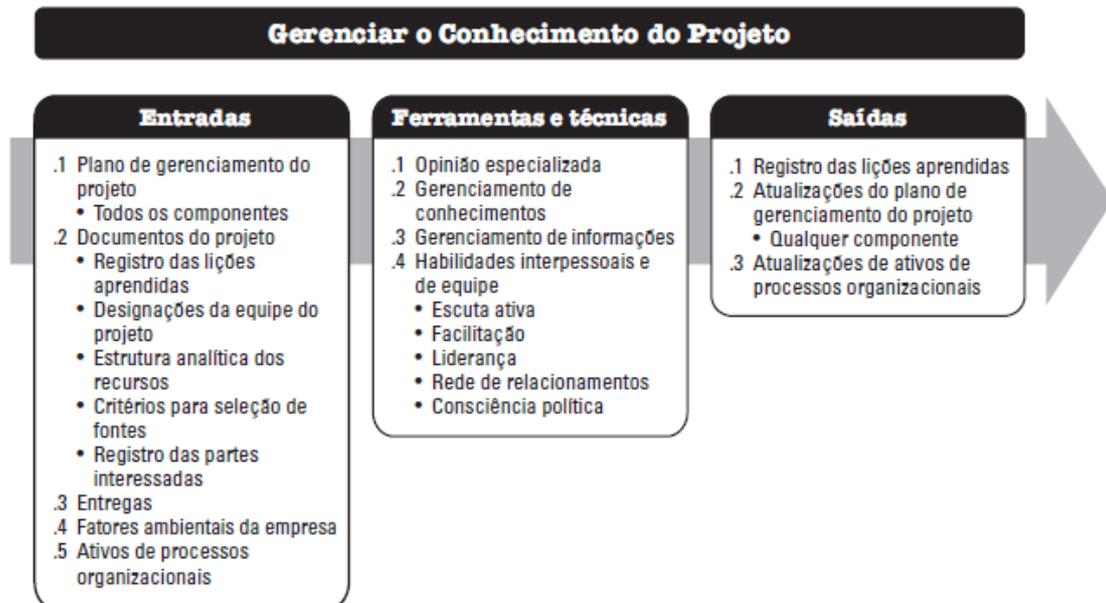
Assim como o conhecimento é reconhecido como um recurso organizacional, paralelamente também pode ser identificado como um importante recurso no projeto ou até mesmo considerado como um fator crítico de sucesso para o mesmo e a gestão desse recurso traz resultados diferenciados.

Conforme o Guia Project Management Institute, gerenciar o conhecimento do projeto é o processo de utilizar conhecimentos existentes e criar novos conhecimentos para alcançar os objetivos do projeto e contribuir para a aprendizagem organizacional. Os principais benefícios deste processo são que conhecimentos organizacionais anteriores são aproveitados para produzir ou

aprimorar os resultados do projeto, e esse conhecimento criado pelo projeto fica disponível para apoiar as operações organizacionais e projetos ou fases futuros. Este processo é realizado ao longo do projeto (2017, 6ª ed., p. 98).

As entradas, ferramentas e técnicas, e saídas desse processo estão ilustradas na Figura 13.

Figura 13 - Gerenciar o Conhecimento do Projeto: Entradas, Ferramentas e Técnicas, e Saídas



Fonte: PMI (2017)

Ainda segundo o Guia PMI (2017, 6ª ed., p. 100), o gerenciamento de conhecimento envolve o gerenciamento de conhecimentos tanto tácitos como explícitos para duas finalidades: reutilização de conhecimentos existentes e criação de novos conhecimentos. As principais atividades que sustentam as duas finalidades são compartilhamento e integração de conhecimentos (de diferentes domínios, contextual e de gerenciamento de projetos).

É um equívoco comum considerar que o gerenciamento do conhecimento envolve apenas documentá-lo para que possa ser compartilhado. Um outro equívoco comum é que o gerenciamento do conhecimento envolve apenas obter lições aprendidas no final do projeto para usá-las em projetos futuros. Apenas o conhecimento explícito codificado pode ser compartilhado dessa forma. Porém, o conhecimento explícito codificado carece de contexto e está aberto a diferentes interpretações, portanto, apesar de poder ser facilmente compartilhado, nem sempre é entendido ou aplicado da forma correta. O conhecimento tácito possui contexto incorporado, mas é muito difícil de codificar. Ele reside nas mentes dos especialistas individuais ou em grupos e situações sociais e normalmente é compartilhado por meio de conversas e interações entre pessoas (*ibid*).

Conforme o Guia PMI (2017, 6ª ed., p. 100), o gerenciamento do conhecimento envolve garantir que as habilidades, as experiências e a expertise da equipe do projeto e de outras partes interessadas, sejam utilizadas antes, durante e depois do projeto. Como o conhecimento reside nas mentes das pessoas e as pessoas não podem ser forçadas a compartilhar o que sabem (nem a dar atenção ao conhecimento de outros), a parte mais importante do gerenciamento do conhecimento é criar uma atmosfera de confiança para que as pessoas sejam motivadas a compartilhar seus conhecimentos. Até mesmo as melhores ferramentas e técnicas de gerenciamento de conhecimento não funcionarão, se as pessoas não estiverem motivadas a compartilhar o que sabem ou prestar atenção ao que os outros sabem. Na prática, o conhecimento é compartilhado, usando uma mistura de ferramentas e técnicas de gerenciamento de conhecimento (interações entre pessoas) e ferramentas e técnicas de gerenciamento de informações (em que as pessoas codificam parte do seu conhecimento explícito documentando-o para que possa ser compartilhado).

Para Silva (2010) *apud* Rosa, Abrão e Pereira (2014), o objetivo do gerenciamento do conhecimento é garantir que a informação certa seja entregue até o local adequado ou à pessoa competente, no momento certo para permitir que a decisão certa seja realizada. A meta da gestão do conhecimento é permitir que as organizações possam melhorar a qualidade da gestão de tomada de decisão, assegurando-se que a informação e os dados sejam confiáveis e seguros estando disponíveis, durante todo o ciclo de vida.

Segundo os mesmos autores, o grande desafio da gestão do conhecimento é reter parte do conhecimento de um profissional que venha a se desligar da empresa. Diante das definições explanadas sobre conhecimento, percebe-se que não é possível armazenar na organização todo conhecimento de um profissional, independentemente do tempo de carreira. Sendo assim, a opção é elaborar ferramentas que possam auxiliar na retenção de parte do conhecimento de um profissional.

Existe na construção civil uma grande rotatividade de profissionais e como consequência perda de conhecimento e de capital intelectual. No processo de gestão do conhecimento é fundamental a retenção do conhecimento adquirido e desenvolvido, sendo importante o registro de lições aprendidas nos projetos, capaz de reduzir os impactos das sucessões de cargos.

Ferramentas e técnicas de gerenciamento de conhecimento conectam pessoas para que possam trabalhar juntas e criar novos conhecimentos, compartilhar conhecimento tácito e integrar o conhecimento dos membros diversificados da equipe. As ferramentas e técnicas adequadas em um projeto dependem da natureza do projeto, especialmente do

grau de inovação envolvido, da complexidade do projeto e do nível de diversidade (incluindo a diversidade das disciplinas) entre os membros da equipe (Guia PMI, 2017, 6ª ed., p. 102).

Para Batista (2012), o plano de gestão do conhecimento (PGC) é descrito por como a etapa prescritiva do modelo de gestão do conhecimento (GC) da administração e é formado por quatro etapas: diagnosticar, planejar, desenvolver e Implementar, conforme definição abaixo:

a) Diagnosticar: etapa em que a organização realiza uma breve autoavaliação do seu grau de maturidade em GC utilizando um questionário que aborda as perspectivas: Liderança em GC, Processo, Pessoas, Tecnologia, Processos de Conhecimento, Aprendizagem e Inovação e por fim, Resultados da GC. Com base nessa avaliação, deve-se elaborar um business case justificando a importância da GC;

b) Planejar: etapa em que a organização irá definir elementos como: a visão, os objetivos e as estratégias de GC; identificar e priorizar os projetos de GC a serem implementados; bem como definir a estrutura de governança de GC e as práticas de GC, de maneira a sensibilizar as pessoas; e por fim é elaborado o PGC (Plano de Gestão do Conhecimento);

c) Desenvolver: é a etapa em que a organização seleciona um projeto piloto para ser testado. É feita a implementação e avaliação do resultado desse projeto para, posteriormente, esse ser empreendido em outras áreas da organização, baseando-se nas lições aprendidas;

d) Implementar: etapa de compilar todos os fatores críticos que influenciaram no sucesso da implementação do PGC. Utiliza-se dessa fase para definir os meios para manter os resultados sustentáveis após a implementação da GC, bem como para lidar com a resistência das pessoas à implementação. Importante ponto desta etapa é garantir um bom plano de comunicação do PGC e elaborar a estratégia de avaliação contínua na execução do PGC.

Segundo o mesmo autor, para concluir a etapa do modelo de GC é necessário cumprir os seguintes passos:

- Passo 1 - definir visão, objetivos e estratégias de GC: como a organização pretende gerenciar melhor o seu conhecimento em busca de um desempenho satisfatório;

- Passo 2 - identificar e priorizar os projetos de GC a serem implementados: de acordo com as definições feitas no passo anterior, é necessário determinar projetos aos quais deseja-se atuar de acordo com o foco da organização, em diferentes dimensões, sejam individuais, em equipe, intraorganizacional ou interorganizacional. Para auxiliar na priorização podem ser utilizados critérios como: importância e impacto na atuação da empresa, resultados comprovados de casos exitosos de implementação, disponibilidade de recursos e oportunidade de aprendizagem;
- Passo 3: definir a estrutura de governança, as práticas de GC e sensibilizar as pessoas na organização: o foco desse passo, é a formação de uma equipe responsável pela supervisão estratégica, direcionamento e gestão de recursos para a implementação da GC na organização, e definição das práticas de GC que possam ser disseminadas em todos os setores da empresa, finalizando com uma boa comunicação capaz de sensibilizar e motivar a implementação do plano pelos funcionários;
- Passo 4: elaborar o PGC: este último passo será realizado com base em todas as informações anteriores. O objetivo é fazer um plano completo que aborde de maneira complementar informações como descrição de atividades a serem executadas acompanhadas do cronograma, responsáveis, recursos necessários com os respectivos orçamentos e os resultados a serem obtidos.

No tópico seguinte serão abordados os processos de sistematização de lições aprendidas: uma ferramenta existente no gerenciamento de conhecimento que pode beneficiar os processos existentes em uma organização.

3.3.2 Sistematização das lições aprendidas nos processos de gestão de projeto

No cenário da gestão de projetos uma das principais ferramentas para a gestão do conhecimento é a sistematização de lições aprendidas. As organizações precisam de aprimorar suas práticas, atualizar os seus processos, reduzir custos e evitar retrabalhos. Qualificar o profissional, estimular ações para mudança de cultura dos envolvidos quanto ao registro das experiências positivas e negativas pode trazer diferenciais e proporcionar vantagem a essas organizações.

Sendo assim, o objetivo desse tópico é apresentar os principais conceitos teóricos relacionados aos processos de sistematização das lições aprendidas, de forma a contextualizar sua relevância nas organizações.

Segundo Baaz *et al.* (2010), as lições aprendidas ajudam a explicitar o conhecimento, a desenvolvê-lo, a aumentar o compartilhamento do mesmo no projeto e entre projetos, a aumentar a satisfação com o trabalho, a melhorar a relação entre os participantes e a contribuir para o aprendizado.

De acordo com Huemann e Anbari (2007) *apud* Ferenhof, Forcellini e Varvakis (2013), as lições aprendidas são uma investigação sistemática sobre o mérito da gestão técnica e processos, e critérios de desempenho. Elas ajudam a identificar as causas raiz do sucesso ou do fracasso e a destacar as melhorias e as oportunidades.

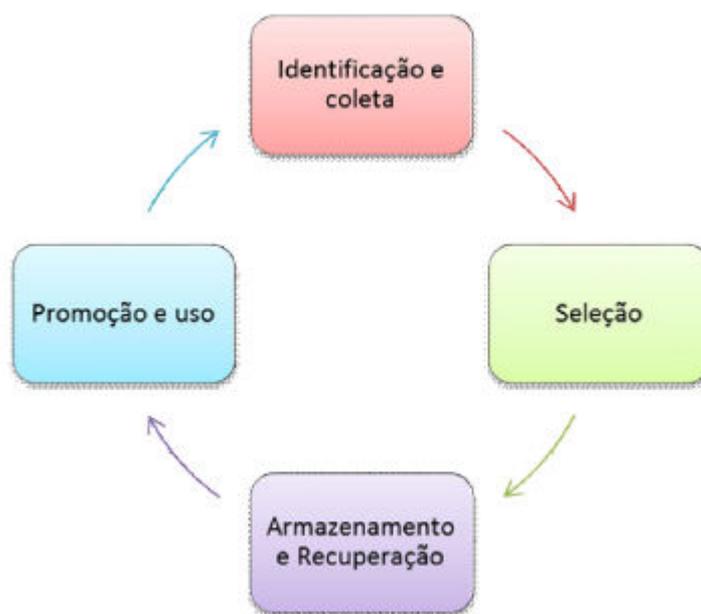
Já para o Guia PMI (2017), as lições aprendidas são usadas para melhorar o desempenho do projeto e evitar a repetição de erros. O registro ajuda a identificar onde definir regras ou diretrizes para alinhar as ações da equipe. Esse registro das lições aprendidas pode incluir a categoria e a descrição da situação, assim como o impacto, recomendações, ações propostas associadas com a situação, dificuldades, problemas, riscos e oportunidades percebidas ou outro conteúdo mais apropriado.

A retenção organizada de conhecimentos e experiências em projetos permitirá à organização a comparação entre diversos projetos, consultas de soluções anteriores, caminhos a serem evitados, auxiliando, portanto, a redução de riscos do projeto.

Para Guzzo, Maccari e Piscopo (2012), a documentação das lições aprendidas tem como principal função evitar a perda de conhecimento produzido pela equipe envolvida em sua execução e também evitar que erros cometidos no passado sejam repetidos.

Por meio do estudo de uma organização, os mesmos autores propõem como modelo para sistematização de lições aprendidas, o estabelecimento de um processo cíclico, sistematizado para fins didáticos em quatro etapas organizadas, a partir dos conceitos encontrados no referencial teórico.

Figura 14 - Ciclo de vida de gestão de lições aprendidas



Fonte: Guzzo, Maccari e Piscopo, (2012)

Conforme visualizado na Figura 14, na etapa de identificação e coleta, para os autores, perguntas-chave para o levantamento das lições aprendidas junto à equipe podem ser utilizadas e a metodologia de coleta também deve ser adequada a cada necessidade, considerando-se a relevância, o tamanho do projeto e o número de profissionais envolvidos. É desejável que a dinâmica realizada para promover a identificação e a coleta das lições aprendidas na organização tenha a participação do líder do projeto, da equipe envolvida na execução (e seus gerentes funcionais), do patrocinador (*sponsor*) e da área de controladoria e processos. Para sistematização do conhecimento produzido, sugere-se também a elaboração de um formulário padrão para coleta de dados.

Para a etapa de seleção, Guzzo, Maccari e Piscopo (2012), consideram que após o debate e a coleta das lições aprendidas, chega-se a fase de análise, seleção e compilação dos dados. É importante que a organização tenha critérios pré-estabelecidos para determinação do que, efetivamente, deva ser considerada uma lição aprendida e quem realizará esta análise. Após a consideração desses critérios, propõe-se que o líder do projeto compile os resultados coletados na etapa anterior em um documento único, estruturado e sem juízo de valor.

Já na etapa de armazenamento e seleção, os mesmos autores, destacam que uma vez coletadas, analisadas, selecionadas e compiladas as melhores práticas relevantes para a empresa, elas devem ser armazenadas de forma sistematizada de modo a permitir sua

recuperação posterior, produzindo-se uma base de conhecimento de lições aprendidas. O armazenamento de lições aprendidas revela-se uma atividade importante para a organização, à medida que seus líderes de projeto declaram a importância e o uso efetivo da experiência de colegas em suas atividades. No entanto, sempre as obtendo de modo informal. Esta característica evidencia um risco para a empresa, pois cada vez que um profissional deixa o quadro funcional da organização leva todo o conhecimento adquirido que não foi sistematizado ou transferido às equipes.

Finalmente, na etapa de promoção e uso, os autores esclarecem que a promoção de lições aprendidas é fundamental para o fortalecimento da cultura de organização aprendiz, para o estímulo ao reuso do conhecimento gerado e o aperfeiçoamento da documentação existente. Os autores destacam, também, que o uso de lições aprendidas deve ser sempre precedido de uma análise detalhada do contexto em que foram produzidas. Essa atenção é importante para que insucessos no passado não sejam fatores impeditivos à inovação nas organizações.

Após a aplicação do procedimento metodológico proposto para esta pesquisa, o modelo para sistematização de lições aprendidas apresentado por Guzzo, Maccari e Piscopo (2012), será utilizado para avaliação de processos de construções metálicas.

Assim como o gerenciamento de projetos, o processo de captura e análise de lições aprendidas apresenta vantagens, permitindo que a organização compartilhe conhecimento, melhore resultados econômicos e gere produtos e serviços com maior valor para os clientes. Sendo assim, no tópico a seguir serão apresentados os principais métodos para captura de lições aprendidas.

3.3.3 Métodos para captura de lições aprendidas

De acordo com Yang (2010), a gestão do conhecimento é um processo com fases específicas, as quais têm como objetivo central a disseminação do conhecimento para sua posterior reutilização por outros indivíduos e grupos e consequente transformação de seu conteúdo, gerando novos conhecimentos. Assim, o sucesso da implementação desse processo é condicionado ao desenvolvimento de características organizacionais adequadas que propiciem o desenvolvimento de quatro fases: aquisição, armazenamento, distribuição e utilização do conhecimento (GONZALEZ, MARTINS e TOLEDO, 2014).

Nesse sentido, é importante que as empresas conheçam os diferentes métodos de captura de lições aprendidas para que possam escolher aqueles que mais se adequam às

suas metas e objetivos. Adicionalmente, esses métodos apresentam particularidades quanto a forma de registro, periodicidade, participantes, modos de interação e benefícios, que devem ser avaliados. Com base no trabalho de Veronese (2014), uma síntese dos principais métodos de análise e captura de lições aprendidas é apresentada a seguir. São eles:

- **Avaliação Após Ação (*After Action Review*)** – resume-se em uma avaliação após a ação que é realizada sempre que um problema é resolvido ou que qualquer ação ou decisão relevante é tomada durante o andamento do projeto. A equipe do projeto é confrontada com questões sobre o que era esperado acontecer, o que realmente aconteceu, o porquê das diferenças e o que aprender com a experiência. O principal benefício desse método é permitir que a equipe do projeto reflita sobre as medidas que podem ser tomadas a fim de melhorar os resultados de projetos futuros.
- ***Journaling*** - consiste em uma narrativa articulada que decorre do pensamento reflexivo e crítico sobre as experiências de aprendizagem ou eventos específicos de aprendizagem. Sugere-se que seja realizado pelo menos duas vezes por semana, a fim de que detalhes relevantes sobre determinada situação não sejam perdidos. Algumas questões a serem avaliadas são: Qual foi a situação/evento do aprendizado? O que aprendi? Como eu aprendi isso? Como posso me sentir sobre o que aprendi? Como é que eu poderia ter aprendido de forma mais eficaz/eficiente? Os benefícios do método são: identificar causas raiz de problemas e permitir que gerentes de projetos registrem e critiquem sua própria atuação a fim de buscar a melhora contínua no seu desempenho.
- **Histórias de Aprendizagem (*Learning Histories*)** - esse método estabelece um poderoso veículo de comunicação, por meio do processo de entrevista e durante o processo de disseminação da informação nos *workshops*, e deve ser realizado após a conclusão do projeto. Pode ser utilizado como um mecanismo de transformação nas organizações permitindo que a equipe conheça suas principais debilidades, discuta e trace estratégias para superá-las.
- **Micro Artigos (*Micro Articles*)** – esse método é utilizado para reter as experiências após a conclusão de uma atividade ou experiência relevante de um projeto. Cada experiência relevante num projeto é descrita como um micro artigo por isso esse método é descrito também como uma versão leve do método histórias de aprendizagem que agrupa todo o conhecimento de um determinado projeto em um único documento/formato.

- **Método Apreciativo de Lições Aprendidas (*Appreciative Lessons Learned Method* - 4ALL)** - o objetivo deste método é ter um balanço entre excelência, desafios e mudanças gerando um melhor nível de comprometimento da equipe. Após a conclusão do projeto um moderador é designado para coordenar um *workshop* definindo a agenda e o foco do evento. A execução do *workshop* é realizada seguindo cinco premissas básicas: introdução, identificar excelências e desafios, organizar e decidir sobre as principais áreas, analisar e formular sugestões, concordar em melhorias e concluir
- **Reuniões de Retrospectiva (*Retrospective Meetings*)** - as reuniões são coordenadas pela equipe que é auto administrável com o apoio de um facilitador que coleta e organiza a informação dos demais integrantes. As reuniões são realizadas no final de cada fase do projeto. Geralmente uma fase dura quatro semanas (*Sprint*). Durante as reuniões de retrospectiva a equipe analisa como foi o trabalho, se os objetivos daquela fase foram cumpridos e se as expectativas do cliente foram atendidas. Os principais benefícios deste método são aumento da produtividade e qualidade do produto por focarem em ações de melhora contínua de curto prazo.
- **Comunidades de Prática (*Communities of Practice*)** - consiste em um grupo de pessoas que estão conectadas informalmente que possuem um interesse comum no aprendizado teórico e prático num determinado assunto. Como o objetivo das comunidades de prática é prover o aprendizado contínuo a periodicidade da revisão das lições aprendidas pode variar conforme o formato do CdP adotado pela organização. Entre os principais benefícios das comunidades de pratica podemos citar o ambiente favorável e confiável para intercâmbio de informação entre os participantes, utilização da experiência e conhecimento coletivo, melhora relacionamento interpessoal estabelecendo redes pessoais de longo prazo.
- **Contexto Compartilhado (*Ba – Shared context*)** - dentro do contexto de lições aprendidas, o *Ba* pode ser aplicado por meio da interação de membros de diferentes projetos a fim de compartilhar diferentes experiências e visões distintas sobre a mesma experiência. Neste modelo a periodicidade e os participantes podem variar bastante. Esse modelo conta com a presença de um líder, que sintetiza o conhecimento adquirido por meio dos *Bas* em que participa. O principal benefício do *Ba* é proporcionar condições favoráveis a uma sinergia ativa aos processos de criação e ampliação de conhecimento.

- **Avaliação do Projeto (*Project Review*) e Avaliação Pós-Projeto (*Postcontrol ou Post-Project Review*)** - o método de avaliação do projeto pode ser realizado após a finalização do mesmo ou durante suas fases individuais. Este método é aplicado por meio de reuniões presenciais e conta com moderadores (membros do projeto) e auditores (pessoas externas ao projeto). O propósito desse método que possui um foco na equipe interna do projeto é identificar previamente os possíveis riscos do projeto. Nesse método inicialmente é descrito o contexto em que se aplica o projeto. A seguir, são identificadas e detalhadas as principais técnicas, abordagens, decisões que foram importantes para o êxito do projeto a fim de que possam ser reutilizadas em projetos futuros. Os principais benefícios dessas duas abordagens incluem a melhoria da disciplina da equipe, a prevenção dos pontos fracos e a validação das estratégias utilizadas no projeto.
- **Apreciação Pós-Projeto (*Post-Project Appraisal*)** - esse método é geralmente usado após dois anos de conclusão de projetos de grandes dimensões. A justificativa para aplicar esse método em projetos de grandes dimensões é que as lições mais valiosas são obtidas de projetos que apresentam maior custo, número de pessoas e diversidade de perfis. Os maiores benefícios da aplicação deste método são: identificação de melhores práticas, melhora significativa na estimação, projeção e propostas de projetos grandes dimensões.
- **Documentação Leve de Experiências (*Light-weight Documentation of Experiences - LIDs*)** - o método LID procura capturar as experiências obtidas logo após a conclusão de uma atividade em uma organização. As pessoas envolvidas na atividade são contatadas para contar as experiências obtidas por meio de uma história. Este método é adequado para situações específicas tais como a introdução de novas tecnologias em um pequeno grupo de trabalho, o treinamento de uma atividade de um projeto como a escrita de planos e casos de teste, e a organização e realização de *workshops* ou em uma reunião de especialistas.

O Quadro 1, **quadro comparativo entre os métodos para captura de lições aprendidas**, compara os métodos para captura de lições aprendidas apresentados anteriormente, de acordo com apanhado de Veronese (2014). A síntese procura apresentar resumidamente a característica do método, a periodicidade identifica a fase do projeto mais indicada para o método ser usado e finalmente os benefícios mostram as vantagens da utilização de cada método de captura para aprendizados em projetos.

Quadro 1 – Quadro comparativo entre os métodos para captura de lições aprendidas

Método	Síntese	Periodicidade	Benefícios
Avaliação Após Ação (<i>After Action Review</i>)	A equipe do projeto é confrontada com questões sobre o que era esperado acontecer, o que realmente aconteceu, o porquê das diferenças e o que aprender com a experiência.	Sempre que um problema é resolvido ou que qualquer ação ou decisão relevante é tomada durante o andamento do projeto	Permitir a equipe do projeto reflita sobre as medidas que podem ser tomadas a fim de melhorar os resultados de projetos futuros.
<i>Journaling</i>	Narrativa articulada que decorre do pensamento reflexivo e crítico sobre as experiências de aprendizagem ou eventos específicos de aprendizagem.	Pelo menos duas vezes por semana	Identificar causas raiz de problemas e permitir que gerentes de projetos registrem e critiquem sua própria atuação a fim de buscar a melhora contínua no seu desempenho.
Histórias de Aprendizagem (<i>Learning Histories</i>)	Estabelece um poderoso veículo de comunicação por meio do processo de entrevista e durante o processo de disseminação da informação nos <i>workshops</i> .	Após a conclusão do projeto.	Pode ser utilizado como um mecanismo de transformação nas organizações permitindo que a equipe conheça suas principais debilidades, discuta e trace estratégias para superá-las.
Micro Artigos (<i>Micro Articles</i>)	Cada experiência relevante num projeto é descrita como um micro artigo por isso esse método é descrito também como uma versão leve do método histórias de aprendizagem.	Após a conclusão de uma atividade ou experiência relevante de um projeto.	Agrupar todo o conhecimento de um determinado projeto em um único documento/formato.
Método Apreciativo de Lições Aprendidas (<i>Appreciative Lessons Learned Method - 4ALL</i>)	O objetivo deste método é ter um balanço entre excelência, desafios e mudanças. Um moderador é designado para coordenar um <i>workshop</i> definindo a agenda e o foco do evento.	Após a conclusão do projeto.	Gerar um melhor nível de comprometimento da equipe.

(Continua...)

Quadro 1 – Quadro comparativo entre os métodos para captura de lições aprendidas

Método	Síntese	Periodicidade	Benefícios
Reuniões de Retrospectiva (<i>Retrospective Meetings</i>)	Durante as reuniões de retrospectiva a equipe analisa como foi o trabalho, se os objetivos daquela fase foram cumpridos e se as expectativas do cliente foram atendidas.	No final de cada fase do projeto. Geralmente uma fase dura quatro semanas (<i>Sprint</i>).	Os principais benefícios deste método são aumento da produtividade e qualidade do produto por focarem em ações de melhora contínua de curto prazo.
Comunidades de Prática (<i>Communities of Practice</i>)	O objetivo do método é prover o aprendizado contínuo através de um grupo de pessoas que estão conectadas informalmente e que possuem um interesse comum no aprendizado teórico e prático num determinado assunto.	A periodicidade da revisão das lições aprendidas pode variar conforme o formato do CdP adotado pela organização.	Entre os principais benefícios podemos citar o ambiente favorável e confiável para intercâmbio de informação entre os participantes, utilização da experiência e conhecimento coletivo, melhora relacionamento interpessoal estabelecendo redes pessoais de longo prazo.
Contexto Compartilhado (Ba – <i>Shared context</i>)	O Ba pode ser aplicado através da interação de membros de diferentes projetos a fim de compartilhar diferentes experiências e visões distintas sobre a mesma experiência.	Neste modelo a periodicidade e os participantes podem variar bastante.	O principal benefício do Ba é proporcionar condições favoráveis a uma sinergia ativa aos processos de criação e ampliação de conhecimento.
Avaliação do Projeto (<i>Project Review</i>) e Avaliação Pós-Projeto (<i>Postcontrol ou Post-Project Review</i>)	Este método é aplicado por meio de reuniões presenciais e tem o propósito de identificar previamente os possíveis riscos do projeto.	Após a finalização do projeto ou durante suas fases individuais.	Os principais benefícios dessas duas abordagens incluem a melhoria da disciplina da equipe, a prevenção dos pontos fracos e a validação das estratégias utilizadas no projeto.
Apreciação Pós-Projeto (<i>Post-Project Appraisal</i>)	A justificativa para aplicar esse método em grandes projetos é que as lições mais valiosas são obtidas de projetos que apresentam maior custo, número de pessoas e diversidade de perfis.	Após dois anos de conclusão de projetos de grandes dimensões.	Os maiores benefícios da aplicação deste método são: identificação de melhores práticas, melhora significativa na estimação, projeção e propostas de projetos grandes dimensões.

(Continua...)

Quadro 1 – Quadro comparativo entre os métodos para captura de lições aprendidas

Método	Síntese	Periodicidade	Benefícios
Documentação Leve de Experiências (<i>Light-weight Documentation of Experiences - LIDs</i>)	As pessoas envolvidas na atividade são contatadas para contar as experiências obtidas por meio de uma história.	Após a conclusão de uma atividade em uma organização.	Método adequado para situações específicas como a introdução de novas tecnologias em um pequeno grupo de trabalho, o treinamento de uma atividade de um projeto, organização e realização de <i>workshops</i> ou em uma reunião de especialistas.

Fonte: Desenvolvido pela autora baseado em Veronese (2014)

De acordo com Veronese (2014), os principais fatores que devem ser considerados na escolha e implantação dos métodos de aprendizado dentro do contexto da gestão de projetos são: consideração dos objetivos de aprendizado nas diferentes áreas do ambiente organizacional, definição de objetivos pretendidos, análise do tempo de execução dos projetos, revisão contínua das lições aprendidas, captura dinâmica e de fácil acesso, reuniões de retrospectiva com facilitador, seguimento e controle das ações e transformação das informações em indicadores de qualidade e maturidade da gestão de projetos.

3.4 Relação do sistema *lean* com os processos de gestão do conhecimento

Embora vários trabalhos reconheçam a importância de se mensurar desempenho e de se registrar os resultados obtidos com a adoção do *lean construction*, poucos deles descrevem sobre a relação entre o *lean* e a gestão do conhecimento. Um desses trabalhos é o de Simão (2003), que tem como objetivo estruturar as lições aprendidas durante a implantação de um modelo adaptado de produção enxuta, chamado de ABS (Alcoa Business System). Dentre os resultados obtidos, foi observado que a produção enxuta pode ser implantada sem que os conceitos de gestão do conhecimento e de aprendizagem organizacional sejam explicitamente conhecidos e aplicados, porém o uso destes conhecimentos no processo de implantação pode permitir um entendimento mais claro e uma aplicação mais eficaz desse sistema de produção, permitindo identificar pontos de alavancagem para melhorias do sistema de forma estruturada.

Zhang e Chen (2016) destacam que existem poucos estudos em gestão do conhecimento da construção enxuta e que a implementação da construção enxuta depende amplamente do aprendizado organizacional e da criação de conhecimento, que por sua vez é promovido por técnicas enxutas.

Saini, Arief e Kulonda (2018) apresentam fatores críticos de sucesso associados à transferência e compartilhamento de conhecimento tácito em processos de construção enxutos. Para os autores, a iniciativa em processos enxutos exige habilidades, treinamento e desenvolvimento de recursos individuais que garantem a transferência e o compartilhamento de conhecimento tácito.

Neste trabalho, os principais conceitos, princípios, ferramentas e passos para aplicação do *lean construction* foram apresentados no tópico 3.2. Da mesma forma, os conceitos sobre conhecimento, passos para gestão do conhecimento e métodos para captura de lições aprendidas foram abordados no tópico 3.3.

Uma síntese dos principais tópicos abordados neste capítulo é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Síntese da relação do sistema *lean* com os processos de gestão do conhecimento

	Princípios do <i>lean construction</i> – Koskela (1992)	Princípios/técnicas de construção enxuta – Ogunbiyi, Goulding e Oladapo. (2014)	Desperdícios ou perdas de processo - Ohno (1997) e Liker (2005)	Gerenciamento de obras – Polito (2015)	Passos Pensamento enxuto – Hines e Taylor (2000)	Passos GC - Batista (2012)	Métodos captura LA – Veronese (2014)
01	Redução das atividades que não agregam valor	<i>Just-in-time</i>	Superprodução	Gerenciamento do trabalho (gerenciamento do projeto),	Entendendo as perdas	Definir visão, objetivos e estratégias de GC	Avaliação Após Ação
02	Aumento do valor do produto por meio da consideração das necessidades do cliente	Ferramenta de visualização	Transporte	Gerenciamento técnico (gerenciamento do produto),	Definindo a direção	Identificar e priorizar os projetos de GC a serem implementados	<i>Journaling</i>
03	Redução das variabilidades do processo	Reuniões diárias de grupo/equipe	Processamento desnecessário	Gerenciamento da produção	Entendendo a situação geral	Definir a estrutura de governança, as práticas de GC e sensibilizar as pessoas na organização	Histórias de Aprendizagem
04	Redução do tempo de ciclo de produção	Análise de valor	Estoques		Mapeamento detalhado	Elaborar o PGC	Micro Artigos
05	Simplificação por meio da redução do número de etapas	Mapeamento do fluxo de valor	Defeitos		Envolvendo os fornecedores e clientes		Método Apreciativo de Lições Aprendidas
06	Aumento da flexibilidade na execução	Gestão da qualidade total	Espera		Verificando se o plano se ajusta à direção		Reuniões de Retrospectiva
07	Aumento do processo de transparência	Falha segura visando qualidade	Movimentação				Comunidades de Prática

(Continua...)

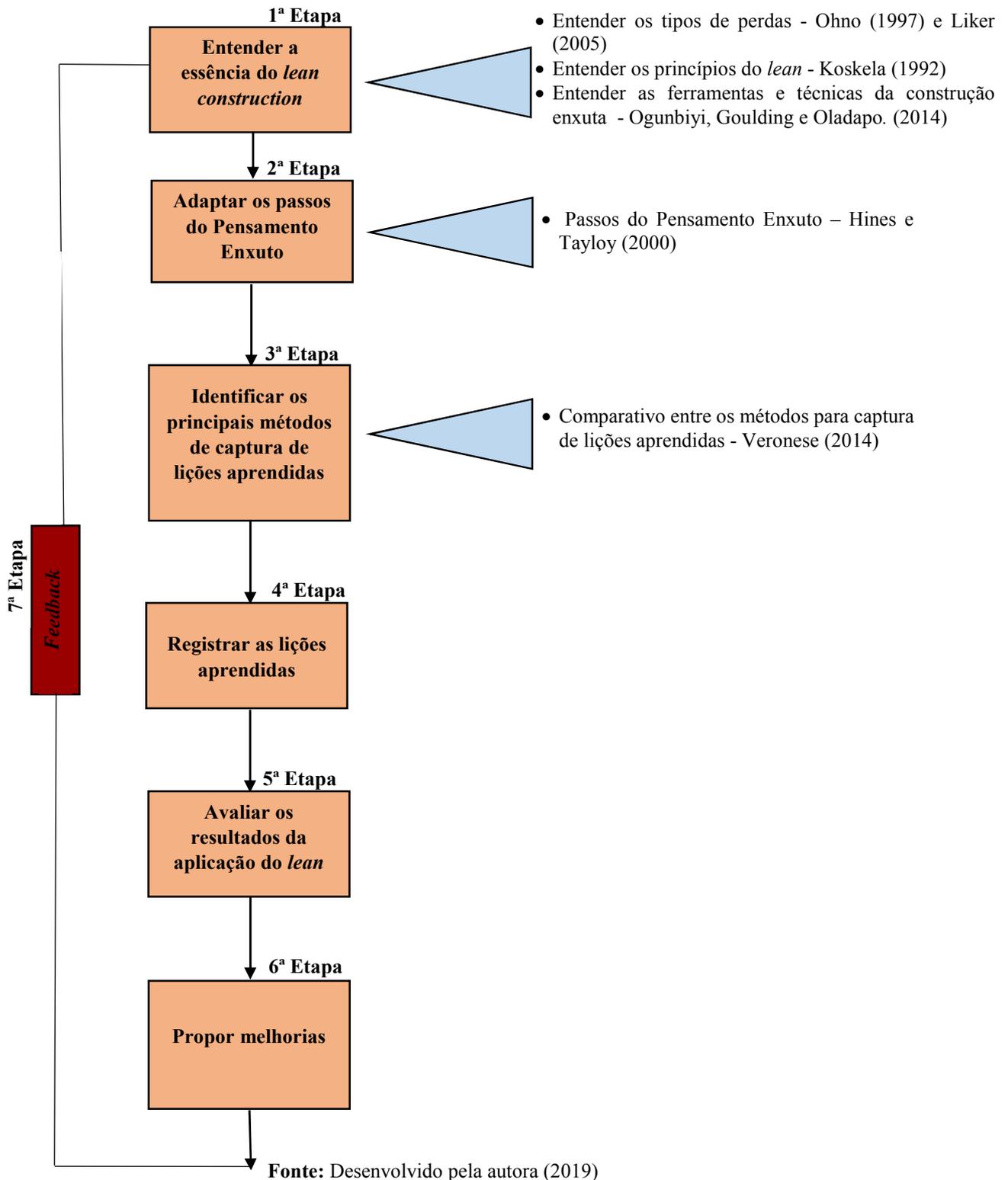
Quadro 2 – Síntese da relação do sistema *lean* com os processos de gestão de conhecimento

	Princípios do <i>lean construction</i> – Koskela (1992)	Princípios/técnicas de construção enxuta – Ogunbiyi, Goulding e Oladapo. (2014)	Desperdícios ou perdas de processo - Ohno (1997) e Liker (2005)	Gerenciamento de obras – Polito (2015)	Passos Pensamento enxuto – Hines e Taylor (2000)	Passos GC - Batista (2012)	Métodos captura LA – Veronese (2014)
08	Foco no controle do processo global	5S (cinco S)	Criatividade				Contexto Compartilhado
09	Melhoria contínua no processo	Manutenção preventiva total					Avaliação do Projeto
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	Estudos de primeira produção					Apreciação Pós-Projeto
11	<i>Benchmarking</i>	Último planejador (<i>Last Planner</i>)					Documentação Leve de Experiências
12		Engenharia simultânea					
13		Produção puxada					
14		<i>Kanban</i>					
15		<i>Kaizen</i>					
16		Seis Sigma					

Fonte: Desenvolvido pela autora (2019)

Baseado no Quadro 2, **síntese da relação do sistema *lean* com os processos de gestão do conhecimento**, foi proposta uma estrutura conceitual, ilustrada na Figura 15, que associa as principais etapas de aplicação do *lean* relacionados com a gestão do Conhecimento.

Figura 15 – Estrutura Conceitual



Conforme pode ser visualizado na Figura 15, a primeira etapa para aplicação do *lean* consiste em entender a essência do *lean*. Para tanto, é importante que todos os envolvidos na adoção da filosofia conheçam os principais tipos de perdas, princípios e ferramentas do *lean construction* e passos da gestão do conhecimento descritos na seção 3.3.1.

Uma vez que as empresas entendam os princípios do *lean* e as principais ferramentas de construção enxuta, podem identificar as possíveis perdas de processos existentes na organização, para, em seguida, discutir os passos propostos por Hines e Taylor (2000) voltados para aplicação do pensamento enxuto, por meio de definição de direção e entendimento da situação geral.

Nesse momento, é importante seguir os passos da gestão do conhecimento, propostos por Batista (2012) e definir, também, qual o procedimento para registrar as lições aprendidas das ações. Para tanto, a empresa pode escolher um método de captura de lições aprendidas, conforme resumo de Veronese (2014). Feito isso, a empresa poderá mapear processos, envolver fornecedores e clientes e verificar se o plano se ajusta à direção, conforme os passos sugeridos por Hines e Taylor (2000).

Quanto às ferramentas de construção enxuta, Zhang e Chen (2016), relatam que as ferramentas *lean* têm um efeito positivo no conhecimento e finalmente promovem o desempenho enxuto. Para os mesmos autores, quando os gerentes de construção enxuta implementam uma ferramenta enxuta, eles involuntariamente facilitam a criação de conhecimento. Portanto, deve-se prestar atenção para manter novos conhecimentos registrados e criar um sistema de gestão do conhecimento mais abrangente e eficiente.

Consequentemente, ao efetuar os registros e as lições aprendidas durante os processos, espera-se que experiências sejam compartilhadas e que desperdícios e retrabalhos sejam evitados, contribuindo para a aplicação do *lean construction*. O Quadro 2, síntese da relação do sistema *lean* com os processos de gestão do conhecimento, sintetiza os conceitos discutidos e a Figura 15, estrutura conceitual, relaciona os conceitos por meio de uma estrutura conceitual.

Assim, sabendo-se que princípios do *lean construction* têm potencial para aumentar o valor dos projetos e evidenciam recursos desperdiçados por meio de conhecimento compartilhado e objetivos comuns, acredita-se que somar os benefícios dessa filosofia aos processos de gestão do conhecimento pode conduzir a melhorias aos processos da organização.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, são apresentadas a natureza, a abordagem e a classificação da pesquisa, assim como descrita a metodologia para coleta e análise dos dados.

4.1 Características da pesquisa

Quanto à natureza, este trabalho pode ser descrito como uma pesquisa aplicada, pois busca contribuir para solução de um determinado problema, avaliando a pertinência da Gestão do Conhecimento dentro dos conceitos do *lean construction* em processos da construção metálica e propondo melhorias para a metodologia de gestão de lições aprendidas em contextos de projeto e obras de construção metálica. Segundo Turrioni e Mello (2012), a pesquisa aplicada caracteriza-se por seu interesse prático, ou seja, aquela pesquisa em que os resultados sejam aplicados ou utilizados imediatamente na solução de problemas que ocorrem na realidade.

Quanto à abordagem, esse trabalho pode ser classificado como qualitativo, uma vez que investiga opiniões e preocupa-se com a qualidade, colocando o foco na interpretação e não na quantificação dos dados obtidos. Para Turrioni e Mello (2012), a pesquisa qualitativa considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, ou seja, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa, não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. Além do mais, o ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. Os pesquisadores tendem a analisar os dados da pesquisa indutivamente, sendo o processo e seu significado os focos principais de abordagem.

Considerando-se os objetivos propostos, pode-se dizer que se trata de uma pesquisa exploratória, que envolve levantamento bibliográfico, questionário e entrevista com pessoas que compreendem os processos de gestão de lições aprendidas em construções metálicas. Segundo Turrioni e Mello (2012), a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema pretendendo torná-lo explícito ou construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão.

4.2 Processo de coletas de dados

A coleta de dados foi realizada a partir da aplicação de um questionário e entrevista, com profissionais de empresas e autônomos, com o intuito de verificar a aplicação do objeto de estudo, por meio da percepção desses profissionais que possuem experiências com o sistema construtivo metálico.

Para a seleção dos participantes da pesquisa, procurou-se trabalhar com profissionais experientes, que já exerceram função gerencial ou de coordenação, com atuação em diversas áreas dentro do sistema construtivo metálico. Fez-se, previamente, um contato telefônico, para os profissionais de empresas que aceitaram participar, foram enviadas informações por e-mail, a fim de se esclarecerem os objetivos da pesquisa. Foram contactados profissionais de empresas e profissionais autônomos do ramo da construção metálica, totalizando 25 contatos. Porém, apenas 10 contatos (profissionais de empresas/autônomos) aceitaram participar da pesquisa e enviaram o termo de anuência autorizando, portanto, a participação no desenvolvimento de pesquisa.

A distribuição dos profissionais de empresas que consentiram participar foi a seguinte: profissionais de empresas que desenvolvem projetos estruturais de construção metálica (3 profissionais); profissionais de empresas responsáveis pela fabricação e/ou montagem de estrutura (3 profissionais); profissional de empresa responsável por construções e que utilizaram o sistema estrutural metálico (1 profissional); profissionais autônomos com experiência em projetos estruturais de construção metálica (3 profissionais). O motivo dessa distribuição foi para que se alcançasse uma variedade de lições aprendidas perante a visão dos profissionais, com cargo, nível de formação e tempo de experiência profissional diversificados, dentro do ramo da construção metálica.

Devido à garantia dos profissionais quanto ao total sigilo das identidades dos participantes, adotou-se na redação da dissertação, um código para cada empresa, constituído por letras maiúsculas e números sequenciais, conforme apresentado no Quadro 3. Desta forma, profissionais de empresas que desenvolvem projetos estruturais de construção metálica receberam a letra P (P-1 a P-3), profissionais de empresas responsáveis pela fabricação e/ou montagem de estrutura, a letra FM (F-1 a F-3), profissional de empresa responsável por construção e que utiliza o sistema estrutural metálico, a letra C (C-1) e profissionais autônomos com experiência em projetos estruturais de construção metálica, a letra A (A-1 a A-3).

Quadro 3 - Relação dos profissionais de empresas/autônomos que aceitaram participar da pesquisa

	COD.	CLASSIFICAÇÃO NA PESQUISA
1	P-1	Profissional de empresa que desenvolve projetos estruturais de construção metálica.
2	P-2	Profissional de empresa que desenvolve projetos estruturais de construção metálica.
3	P-3	Profissional de empresa que desenvolve projetos estruturais de construção metálica.
4	FM-1	Profissional de empresa responsável pela fabricação e/ou montagem da estrutura.
5	FM-2	Profissional de empresa responsável pela fabricação e/ou montagem da estrutura.
6	FM-3	Profissional de empresa responsável pela fabricação e/ou montagem da estrutura.
7	C-1	Profissional de empresa responsável por construção e que utiliza o sistema estrutural metálico.
8	A-1	Profissional autônomo com experiência em projetos estruturais de construção metálica.
9	A-2	Profissional autônomo com experiência em projetos estruturais de construção metálica.
10	A-3	Profissional autônomo com experiência em projetos estruturais de construção metálica.

Fonte: Desenvolvido pela autora (2019)

O questionário (Apêndice I) é dividido em quatro seções. A primeira seção é constituída pela apresentação do estudo, os objetivos e a identificação dos autores. A importância da colaboração dos profissionais no trabalho e o sigilo em relação a identidade da empresa e do profissional nas publicações que advirem deste trabalho foi ressaltada. Foi informado, para esclarecimentos necessários, um contato de e-mail do pesquisador e informado também o endereço eletrônico dos currículos lattes dos autores. Em seguida, na seção dois, foi realizada a caracterização da empresa/autônomo, em relação ao tempo de mercado e porte (para o caso de empresas). A seção três referiu-se à caracterização do entrevistado (identificação, contato, nível de formação, nomenclatura do cargo, qualificação em gerenciamento de projetos, tempo de experiência e total de projetos desenvolvidos). Por fim, a seção quatro, foi elaborada com a função de realizar uma análise geral para alcançar os objetivos do estudo e reunir sugestões dos entrevistados. Essa seção foi dividida em questões com temas específicos para o alcance dos objetivos propostos. Os tópicos abordados no questionário são: uso da construção

metálica, aplicação do *lean construction*, registro de lições aprendidas e comentários sobre o estudo.

As questões das entrevistas foram elaboradas com o intuito de acrescentarem informações dos questionários e auxiliarem no alcance dos objetivos da pesquisa. A pesquisa teve a participação de 7 profissionais nas entrevistas (P-1, P-2, FM-2, FM-3, C1, A1 e A2). Os comentários podem ser visualizados no Apêndice II.

Procurou-se utilizar uma linguagem transparente e objetiva, durante a redação do questionário e entrevista, com o objetivo de não existir duplo sentido e para que os entrevistados entendessem prontamente o que estava sendo questionado.

Um pré-teste foi realizado, para validação do questionário, com profissionais autônomos que não participaram efetivamente da pesquisa. Esse pré-teste foi realizado antes do envio do e-mail para os participantes e teve o objetivo de verificar a eficiência do questionário em relação aos objetivos preliminarmente apresentados e, também, verificar se o tamanho do questionário estava adequado. A escolha dos autônomos para realização do pré-teste foi devido ao fato de serem profissionais experientes que atuaram em empresas de grande porte do ramo de construção metálica e que poderiam contribuir com sugestões na elaboração do questionário.

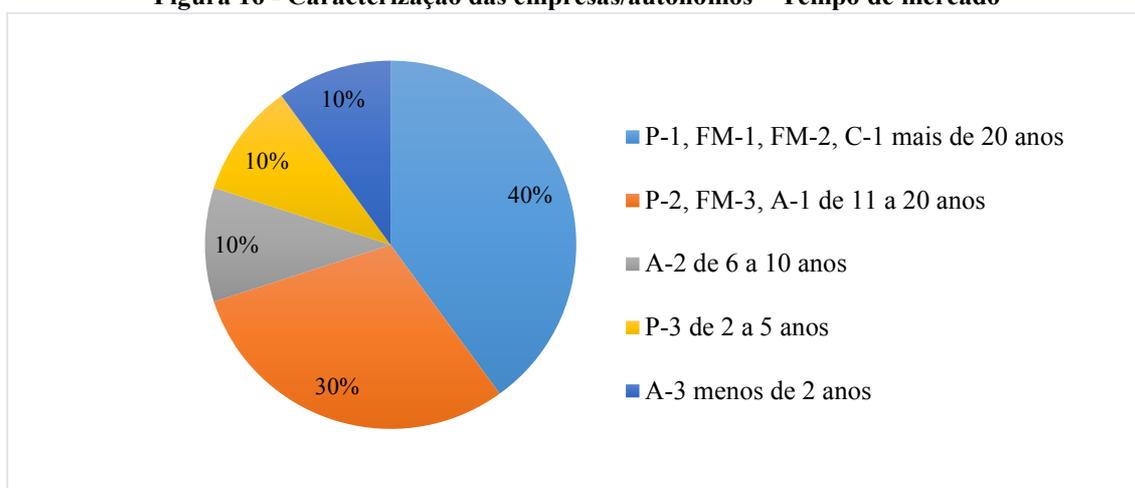
Considerando-se que todos os projetos de pesquisa que envolvam seres humanos (direta ou indiretamente), devam ser submetidos ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) para apreciação, conforme definido na Resolução CNS 196/96, fez-se necessário a submissão do projeto de pesquisa desse estudo. O seguinte número 97942818.6.0000.5150 foi gerado automaticamente na Plataforma Brasil e corresponde ao CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética). Esse número comprova o recebimento do projeto pelo CEP/UFOP e representa uma segurança para o pesquisador e para as pessoas envolvidas na pesquisa.

Os contatos com os profissionais foram realizados no período compreendido entre junho a agosto de 2018 e a submissão do projeto para avaliação do CEP ocorreu em 27 de agosto de 2018. No dia 11 de outubro de 2018, no histórico de trâmites (Plataforma Brasil), foi informado sobre a aprovação do parecer consubstanciado do CEP, sendo assim possível a aplicação dos questionários que foi realizada no período compreendido entre novembro a dezembro de 2018.

4.3 Caracterização das empresas/autônomos

Em relação ao tempo de mercado, quatro empresas possuem mais de 20 anos de experiência (P-1, FM-1, FM-2, C-1), duas empresas e um autônomo possuem de 11 a 20 anos (P-2, FM-3, A-1), um autônomo possui de seis a dez anos (A-2), uma empresa de dois a cinco anos (P-3) e um autônomo possui menos de dois anos de experiência (A-3). Essa informação pode ser verificada na Figura 16.

Figura 16 - Caracterização das empresas/autônomos – Tempo de mercado



Fonte: Desenvolvido pela autora (2019)

Quanto ao porte, de acordo com a classificação da Tabela 2, 2 empresas (20%) são consideradas de grande porte (P-1 e FM-1), com mais de 500 funcionários; 3 empresas (cerca de 30%) são de pequeno porte (P-2, FM2 E C-1), com número de funcionários compreendido entre 20 e 99 funcionários. Desse grupo, temos 2 microempresas (20%), com até 19 funcionários (P3 e FM-3). Como 3 são profissionais autônomos não enquadram nessa classificação quanto ao porte. A Tabela 3 ilustra o número de empresas por número de funcionários.

Tabela 2 - Classificação das empresas segundo porte

PORTE / SETOR	INDÚSTRIA / CONSTRUÇÃO	COMÉRCIO / SERVIÇOS
Micro empresa	até 19 pessoas	até 9 pessoas
Pequena empresa	20 a 99 pessoas	10 a 49 pessoas
Média empresa	100 a 499 pessoas	50 a 99 pessoas
Grande empresa	> de 500 pessoas	> de 100 pessoas

Fonte: Adaptado de SEBRAE - MG (2013)

Tabela 3 - Relação do número de empresas x número de funcionários

Código das empresas	Número de empresas	Número de funcionários
A-1, A-3	2	1
P-3, A-2	2	2
FM-3	1	15
FM-2	1	35
P-2	1	50
C-1	1	98
P-1	1	1200
FM-1	1	2700

Fonte: Desenvolvido pela autora (2019)

No próximo tópico serão analisadas as características dos responsáveis pelo preenchimento do questionário.

4.4 Caracterização dos entrevistados

Quanto nível de formação dos entrevistados, 3 possuem mestrado ou doutorado (FM-1, A-1 e A-3), 2 possuem especialização (P-1 e FM-2), 4 possuem superior completo (P-3, FM-3, C-1 e A-2) e 1 entrevistado possui curso técnico (P-2). A informação pode ser melhor visualizada no Quadro 4.

Os cargos exercidos pelos participantes variam entre as seguintes nomenclaturas consultor, gerente de projetos, engenheiro civil, sócio diretor, diretor, professor e engenheiro metalúrgico, conforme o Quadro 4.

No Quadro 4, dos 10 participantes, 6 possuem qualificação em gerenciamento de projetos, ou seja, esse número evidencia a importância e o interesse pela área de gestão. Esse conhecimento dos participantes da pesquisa na área de gestão de projetos, revela também um maior senso crítico, uma melhor visualização e consonância com a área de atuação, podendo-se obter uma boa contribuição desses profissionais em relação aos métodos de captura de lições aprendidas em construção metálica.

Quanto ao tempo de experiência na empresa, de acordo com o Quadro 4, participaram desse estudo, 1 profissional com o tempo de 2 a 5 anos (P-3), 1 profissional (FM-1) e 2 profissionais autônomos de 6 a 10 anos (A-2 e A-3), 3 profissionais (P-1, P-2, FM-3) e 1 profissional autônomo (A-1) de 11 a 20 anos e 2 profissionais (FM-2 e C-1) com mais de 20 anos de experiência na empresa atual. Nota-se que a maioria dos participantes da pesquisa apresenta larga experiência profissional, o que enriquece o conteúdo das informações coletadas. Espera-se que, um maior tempo de experiência

profissional, dos participantes do estudo, contribua para facilitar o alcance do objetivo da pesquisa, pois acredita-se que tenham um número maior de lições aprendidas.

Em relação ao total de projetos desenvolvidos pelos participantes da pesquisa, 1 profissional de empresa (FM-1) registrou não ter nenhum projeto desenvolvido, 1 profissional autônomo (A-3) registrou que possui o total de 10 projetos desenvolvidos, enquanto 2 profissionais autônomos possuem 20 projetos desenvolvidos (A-1 e A-2), 2 profissionais de empresas (P1 e P3) possuem 30 projetos, 1 profissional de empresa (C-1) possui 52 projetos, 1 profissional de empresa (FM-3) possui 100 projetos, 1 profissional de empresa (FM-2) possui 400 projetos e 1 profissional de empresa (P-2) possui cerca de 1000 projetos desenvolvidos.

Os números zero e 1000 projetos destacam em relação aos outros números, porém vale ressaltar a função do profissional de empresa (FM-1), que registrou não ter nenhum projeto desenvolvido, é gerente e o tempo de experiência na função ser de onze a vinte anos. Pode ser que, pelo fato de ser gerente, o participante considere que sua participação seja indireta nos projetos desenvolvidos da empresa e optou-se por não contabilizar o número de projetos desenvolvidos. Quanto à função do profissional de empresa (P-2), que registrou ter 1000 projetos desenvolvidos, é gerente de projetos e o tempo de experiência também na função ser de onze a vinte anos. Por ser gerente de projetos, pode ser que o participante considere envolvimento em todos os projetos da empresa.

No Quadro 4, é mostrado o número de projetos desenvolvidos dos participantes e confirma a experiência, trazendo um respaldo importante para a pesquisa. O Quadro 4 resume todas as informações apresentadas anteriormente, onde exhibe os códigos dos participantes, garante a identidade e as demais características, além de facilitar para um bom entendimento da pesquisa.

Quadro 4 - Resumo da caracterização dos entrevistados

	COD.	NÍVEL DE FORMAÇÃO	NOMENCLATURA DO CARGO	QUALIFICAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS	TEMPO DE EXPERIÊNCIA NA EMPRESA	TOTAL DE PROJETOS DESENVOLVIDOS
1	P-1	Especialização	Consultor de estruturas	Sim	de 11 a 20 anos	30
2	P-2	Técnico	Gerente de projetos	Sim	de 11 a 20 anos	1000
3	P-3	Superior completo	Engenheiro civil	Não	de 2 a 5 anos	30
4	FM-1	Mestrado ou doutorado	Gerente	Sim	de 6 a 10 anos	0
5	FM-2	Especialização	Sócio diretor	Sim	mais de 20 anos	400
6	FM-3	Superior completo	Sócio diretor	Sim	de 11 a 20 anos	100

(Continua...)

	COD.	NÍVEL DE FORMAÇÃO	NOMENCLATURA DO CARGO	QUALIFICAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS	TEMPO DE EXPERIÊNCIA NA EMPRESA	TOTAL DE PROJETOS DESENVOLVIDOS
7	C-1	Superior completo	Diretor	Sim	mais de 20 anos	52
8	A-1	Mestrado ou Doutorado	Professor	Não	de 11 a 20 anos	20
9	A-2	Superior completo	Engenharia civil	Não	de 6 a 10 anos	20
10	A-3	Mestrado ou doutorado	Engenheiro metalurgista	Não	de 6 a 10 anos	10

Fonte: Desenvolvido pela autora (2019)

No Capítulo 5, serão apresentados os dados obtidos a partir da aplicação do questionário e entrevista.

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS

Este capítulo tem o objetivo de apresentar e analisar os resultados obtidos na pesquisa.

5.1 Apresentação dos resultados obtidos

Apresenta-se nesse tópico, os resultados das 14 perguntas da seção quatro do questionário e os resultados das seis perguntas da entrevista.

5.1.1 Sobre o uso da construção metálica

No tocante a esse assunto, foi solicitado que os participantes selecionassem as vantagens identificadas para utilização da construção metálica.

As vantagens citadas e sugeridas foram retiradas do apanhado da Teixeira (2007), a partir de outros autores. O Quadro 5, **vantagens identificadas para a utilização da construção metálica**, apresenta as respostas.

Três vantagens para utilização da construção metálica, foram selecionadas quase que por unanimidade (90%) e são as seguintes: velocidade de execução da estrutura, o que torna a obra mais competitiva; possibilidade de projetar grandes vãos; estrutura mais leve, favorecendo transporte e montagem; e 80% dos participantes selecionaram também a seguinte vantagem: diminuição do desperdício. Mais duas vantagens: possibilidade de utilização de peças mais esbeltas e redução do número de pilares necessários foram selecionadas por 70% dos entrevistados; assim como duas foram selecionadas por 60%: possibilidade de montagem e desmontagem da edificação em outro local, permitindo o aproveitamento da estrutura em outra obra e ampliação e reforma da edificação, com o mínimo de interferência e transtornos para o usuário. Alívio nas fundações devido a um menor peso e volume da estrutura e redução da área do canteiro de obras e do espaço para estocagem foram indicadas por 50% dos participantes e apenas 1, selecionou a opção outros e acrescentou as seguintes vantagens: obra mais limpa, menos entulho e projeto mais flexível. A opção outros representou 10%.

Quadro 5 - Vantagens identificadas para a utilização da construção metálica

Vantagens identificadas	Porcentagem	COD.
Velocidade de execução da estrutura, o que torna a obra mais competitiva.	90%	P-1, P-2, P-3, FM-1, FM-2, FM-3, C-1, A-1, A-2
Possibilidade de projetar grandes vãos.	90%	P-1, P-2, P-3, FM-1, FM-2, FM-3, C-1, A-1, A-2
Possibilidade de utilização de peças mais esbeltas.	70%	P-1, P-2, P-3, FM-1, C-1, A-1, A-2
Estrutura mais leve, favorecendo transporte e montagem.	90%	P-1, P-2, P-3, FM-1, FM-2, FM-3, C-1, A-1, A-2
Redução do número de pilares necessários.	70%	P-2, P-3, FM-1, FM-2, FM-3, C-1, A-1
Possibilidade de montagem e desmontagem da edificação em outro local.	60%	P-2, P-3, FM-1, FM-3, C-1, A-2
Ampliação e reforma da edificação, com o mínimo de interferência.	60%	P-1, P-2, P-3, FM-1, FM-3, C-1
Alívio nas fundações devido a um menor peso e volume da estrutura.	50%	P-2, P-3, FM-2, C-1, A-2
Redução da área do canteiro de obras e do espaço para estocagem.	50%	P-2, P-3, FM-3, C-1, A-2
Diminuição do desperdício.	80%	P-1, P-2, P-3, FM-1, FM-2, FM-3, C-1, A-2
Outros	10%	A-2

Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Nesta pesquisa, buscou-se também identificar as possíveis desvantagens na utilização da construção metálica. As desvantagens sugeridas também foram retiradas do apanhado da Teixeira (2007), a partir de vários autores. O Quadro 6, **desvantagens identificadas na utilização da construção metálica**, apresenta as respostas.

A desvantagem que se destacou ao ser selecionada 80% foi a seguinte: cultura brasileira ainda extremamente voltada para o concreto armado o que gera resistência para novas tecnologias. A desvantagem desembolso financeiro imediato e único para aquisição da estrutura teve o registro de 60% e preço elevado da estrutura, quando analisada de forma isolada, o registro de 50%.

Com 40% de indicações, outras 5 desvantagens foram selecionadas: exigência de cuidados inerentes às movimentações diferentes dos componentes estruturais e vedação para que não gerem patologias; necessidade de maior qualificação das pessoas que trabalham com esta tecnologia; necessidade de tratamento termoacústico do edifício, pois com a retirada de massa, o conforto térmico fica prejudicado, em virtude do material ficar

mais suscetível a propagação de calor; necessidade de medidas adicionais de proteção para aumentar o tempo de resistência da estrutura metálica ao fogo; ensino ainda pouco aprofundado e específico sobre sistemas construtivos metálicos nas escolas de formação de arquitetos, engenheiros e projetistas, fazendo com que haja uma carência de profissionais especializados no mercado.

Outras desvantagens foram indicadas por um número menor de entrevistados: necessidade de criação de uma filosofia industrializada (30%), falta de materiais complementares industrializados (vedações, por exemplo) ou fornecedores nacionais 20% e apenas 1 participante selecionou a opção outros e acrescentou a seguinte desvantagem: mistificação do produto por parte dos próprios projetistas, ou melhor deve-se desmistificar a utilização da estrutura metálica 10%.

Quadro 6 - Desvantagens identificadas na utilização da construção metálica

Desvantagens identificadas	Porcentagem	COD.
Desembolso financeiro imediato e único para aquisição da estrutura.	60%	P-1, P-3, FM-1, FM-2, FM-3, A-1
Falta de materiais complementares industrializados ou fornecedores nacionais.	20%	FM-3, C-1
Exigência de cuidados inerentes às movimentações diferentes dos componentes estruturais e vedação para que não gerem patologias.	40%	P-3, FM-3, C-1, A-2
Necessidade de maior qualificação das pessoas que trabalham com esta tecnologia.	40%	P-2, P-3, C-1, A-1
Necessidade de tratamento termoacústico do edifício.	40%	P-2, P-3, FM-1, C-1
Necessidade de medidas adicionais de proteção para aumentar o tempo de resistência da estrutura metálica ao fogo.	40%	P-2, P-3, C-1, A-2
Preço elevado da estrutura, quando analisada de forma isolada.	50%	P-1, P-3, C-1, A-1, A-2
Cultura brasileira ainda extremamente voltada para o concreto armado.	80%	P-1, P-2, FM-1, FM-2, C-1, A-1, A-2, A-3
Necessidade de criação de uma filosofia industrializada.	30%	P-3, C-1, A-1
Ensino ainda pouco aprofundado e específico sobre sistemas construtivos metálicos.	40%	P-2, FM-1, C-1, A-2
Outros.	10%	FM-2

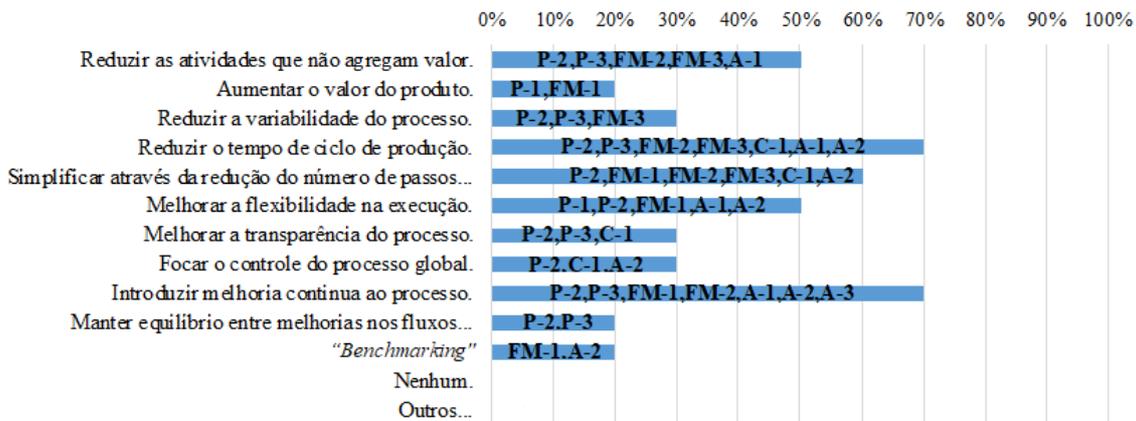
Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Sobre as possíveis perdas e desperdícios que ocorrem nos processos de construção metálica, os participantes da pesquisa citaram: os retrabalhos no campo, devido a falhas no projeto e/ou falhas na fabricação da estrutura metálica, alterações de projetos e planejamento incorreto da construção, que podem acarretar em perda de material. Incompatibilidade entre disciplinas de projetos, perdas de tempo com revisões e medidas fracionadas em projetos também foram citadas como determinantes na ocorrência de perdas e desperdícios que ocorrem nos processos de construção metálica (ver Apêndice II).

5.1.2 Sobre a aplicação do *lean construction*

Em relação à aplicação do *lean construction*, foi solicitado que os participantes selecionassem os princípios do *lean construction* que são observados na prática das atividades da empresa/autônomo. A Figura 17 ilustra as respostas. A maioria dos participantes (70%) selecionaram dois princípios: reduzir o tempo de ciclo de produção e introduzir melhoria contínua ao processo. O princípio simplificar por meio da redução do número de passos ou partes foi escolhido por (60%) dos participantes; seguido pelos princípios reduzir as atividades que não agregam valor e melhorar a flexibilidade na execução (50%); (30%) consideram os princípios: reduzir a variabilidade do processo, melhorar a transparência do processo e focar o controle do processo global e (20%), selecionaram os três princípios: aumentar o valor do produto por meio da consideração das necessidades do cliente, "*benchmarking*" - processo de comparação (com outras empresas) de produtos, serviços e práticas empresariais, e é um importante instrumento de gestão e manter equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões.

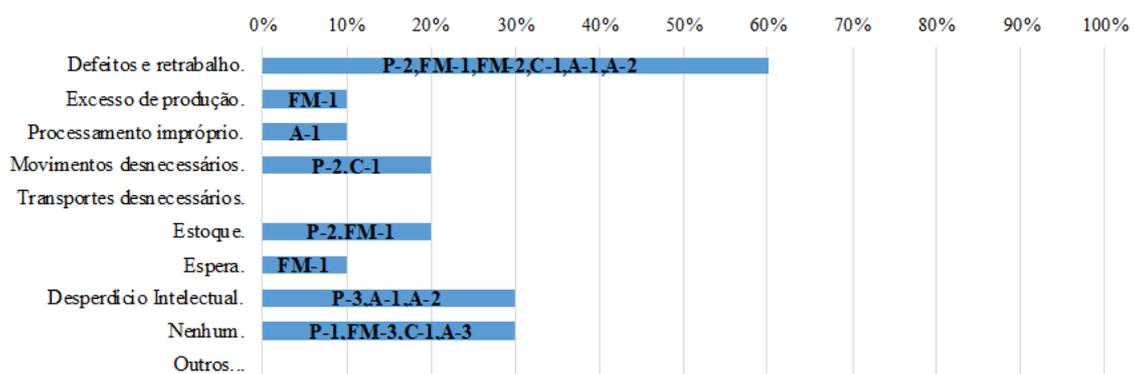
Figura 17 - Princípios do *lean construction* observados na prática das atividades da empresa/autônomo



Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

O conhecimento dos desperdícios que ocorrem nos projetos desenvolvidos pela empresa/autônomo, de acordo com a visão dos participantes da pesquisa foi também considerado relevante a este estudo. Na Figura 18 são apresentadas as respostas. O desperdício defeitos e retrabalho foi selecionado pela maioria dos participantes 60%. Já 30% escolheram a opção nenhum e desperdício intelectual, seguido por movimentos desnecessários e estoque (20%), enquanto 10% escolheram os desperdícios excesso de produção, processamento impróprio e espera, respectivamente.

Figura 18 - Desperdícios identificados em projetos desenvolvidos pela empresa/autônomo



Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Os participantes da pesquisa propuseram soluções para eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica baseado no conceito do *lean construction*. As respostas podem ser visualizadas no Quadro 7.

Quadro 7 - Soluções propostas para eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica baseado no conceito do *lean construction*

COD.	Poderia propor soluções para eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica baseado no conceito do "<i>lean construction</i>"?
P-1	Não.
P-2	Aumentar o volume de horas aula e matérias nas faculdades, assim mudaria a cultura do concreto.
P-3	"Executar uma boa compatibilização do projeto com as demais disciplinas, evitando o retrabalho posterior.
FM-1	Automatizar o processo por meio de softwares modernos com conceito BIM.
FM-2	Custo benefício.
FM-3	"Simplificar (como o próprio conceito). Mostrar que estrutura metálica pode ser acessível e que pode ser adaptada aos interesses do cliente final.
C-1	Há que "desmistificar" o uso do aço na construção. Os profissionais envolvidos com aço tendem a "vender" a construção metálica como algo muito técnico e pouco acessível aos "não iniciados".
A-1	Dividir a compra de materiais conforme um cronograma e setorizado as partes das estruturas.
A-2	"Maior acessibilidade à informações e equipamentos.
A-3	Um desenvolvimento tecnológico muito maior no Brasil, para trazer credibilidade ao mercado de estrutura metálica.

Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Sobre a questão de como é feito o planejamento, gestão e controle das atividades e dos recursos, os participantes citaram: a utilização de linha de base de controle das atividades, diretrizes do PMI e utilização de cronogramas (ver apêndice II).

Para análise e controle de qualidade dos processos, os participantes citaram: procedimento de utilização periódica da lista de documentos e atividades, atualização de cronogramas, procedimento interno de verificação e controle, aplicação dos princípios da ISO:9001 (*International Organization for Standardization*) e PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat). Os participantes citaram também o desenvolvimento de indicadores de desempenho, controle de revisões, procedimentos gerenciais, ferramentas de qualidade e realização de auditorias de qualidade (ver apêndice II).

5.1.3 Sobre registro de lições aprendidas

Nesta pesquisa, buscou-se conhecer com qual frequência o registro de lições aprendidas é realizado, considerando o total de projetos desenvolvidos pela empresa/autônomo.

Como pode ser visualizado na Tabela 4, considerando que o número 1 correspondia a raramente e o 10 a frequentemente, as respostas foram bem distribuídas. Um participante (10%) selecionou o número 3, um outro (10%) selecionou o número 6, dois participantes (20%) selecionaram o número 7, três participantes (30%) selecionaram o número 8, dois participantes (20%) selecionaram o número 9 e apenas um (10%) selecionou o número 10.

Tabela 4 - Frequência do registro de lições aprendidas

Número de empresas	Frequência de registro de lições aprendidas	Código das empresas
0	1	
0	2	
1	3	P-1
0	4	
0	5	
1	6	A-1
2	7	P-3,C-1
3	8	FM-1, FM-2, A-3
2	9	P-2, A-2
1	10	FM-3

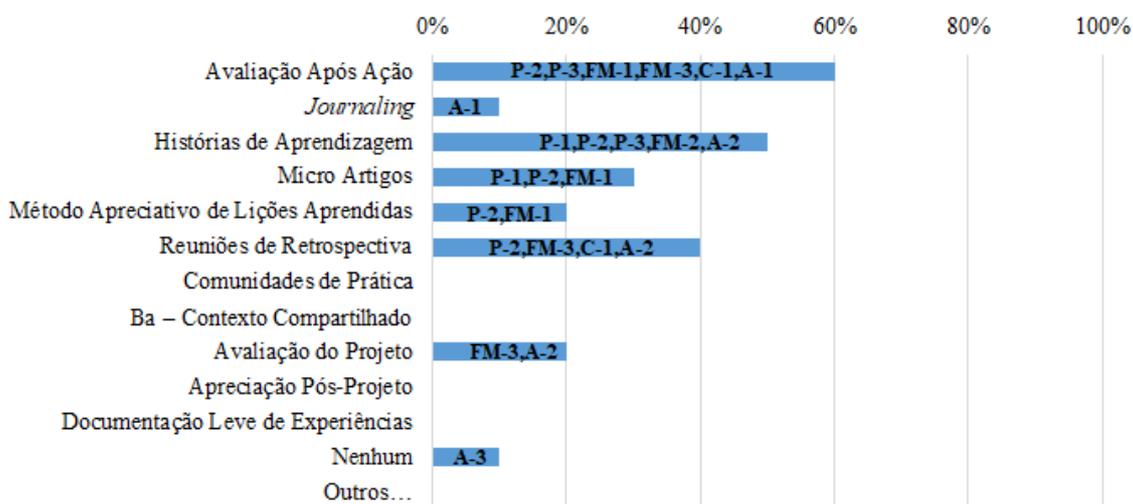
Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Adicionalmente, buscou-se identificar o(s) método(s) que os participantes utilizam para cadastrar as lições aprendidas. Os métodos citados e sugeridos na pesquisa, foram retirados do apanhado da Veronese (2014), a partir de outros autores sobre os métodos de análise e captura de lições aprendidas mais discutidos e referenciados na literatura e as respostas podem ser visualizadas na Figura 19.

Conforme pode ser visualizado na Figura 19, o método que sobressaiu com uma porcentagem maior (60%) foi o método Avaliação Após Ação (*After Action Review*): realizada sempre que um problema é resolvido ou que qualquer ação ou decisão relevante é tomada durante o andamento do projeto. Os métodos: Histórias de Aprendizagem (*Learning Histories*): método de captura de lições aprendidas e deve ser realizado após a conclusão do projeto (50%), Reuniões de Retrospectiva (*Retrospective Meetings*): as

reuniões são realizadas no final de cada fase do projeto e são coordenadas pela equipe que é auto administrável com o apoio de um facilitador que coleta e organiza a informação dos demais integrantes (40%); Micro Artigos (*Micro Articles*): método para reter as experiências após a conclusão de uma atividade ou experiência relevante de um projeto (30%); Método Apreciativo de Lições Aprendidas (*Appreciative Lessons Learned Method - 4ALL*): o objetivo deste método é ter um balanço entre excelência, desafios e mudanças gerando um melhor nível de comprometimento da equipe e Avaliação do Projeto (*Project Review*) e Avaliação Pós-Projeto (*Postcontrol ou Post-Project Review*): este método é aplicado por meio de reuniões presenciais e conta com moderadores (membros do projeto) e auditores (pessoas externas ao projeto (20%); *Journaling*: consiste em uma narrativa articulada que decorre do pensamento reflexivo e crítico sobre as experiências de aprendizagem ou eventos específicos de aprendizagem (10%) e também 1 participante (10%) registrou não utilizar nenhum método para cadastrar as lições aprendidas em projetos.

Figura 19 - Método(s) utilizado(s) para cadastrar lições aprendidas



Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Os participantes da pesquisa citaram exemplos de lições aprendidas em construções metálicas cadastradas pelas (os) empresas/autônomos. As respostas podem ser visualizadas no Quadro 8.

Quadro 8- Exemplos de lições aprendidas em construções metálicas cadastradas pela empresa/autônomo

COD.	Cite exemplos de lições aprendidas em construções metálicas cadastradas pela empresa/profissional.
P-1	Utilização de <i>seel deck</i> formando vigas mistas (viga metálica + mesa de concreto) em obras prediais industriais.
P-2	Verificação de modelos 3D antes da liberação para o detalhamento, evita retrabalho, uma vez que a verificação descobre erros antes da mudança de fase, que é o detalhamento.
P-3	Cadastro de fornecedores qualificados para fabricação e montagem de estruturas. Indicação de profissionais qualificados para execução das demais disciplinas com o objetivo de preservar a originalidade do projeto.
FM-1	Ponte sobre o Rio Tietê.
FM-2	Ligação pilar em estrutura metálica com alvenaria Vedação das alvenarias junto às vigas metálicas.
FM-3	Modelos de ligações de vigas em colunas que facilitam o processo de montagem.
C-1	Redirecionamento de profissionais à atividade melhor adequada a cada um. Nunca improvisar ferramentas/materiais/equipamentos.
A-1	Os projetos em aço somente devem ser iniciados tomando-se como referência o projeto arquitetônico executivo da edificação. Projetos com indefinições normalmente conduzem a atrasos e inconsistências.
A-2	Ajustes na fabricação que ajudaram na montagem da estrutura.
A-3	Erros de fabricação/montagem.

Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Alguns participantes citaram também exemplos de lições aprendidas em construções metálicas, que não foram cadastradas, mas que consideram que deveriam ser cadastradas pela empresa/autônomo. Quatro participantes não citaram exemplos ou não quiseram opinar. As respostas podem ser visualizadas no Quadro 9.

Quadro 9 - Exemplos de lições aprendidas em construções metálicas, que não foram, mas deveriam ser cadastradas pela empresa/autônomo

COD.	Cite exemplos de lições aprendidas em construções metálicas, que não foram, mas deveriam ser cadastradas pela empresa/profissional.
P-1	Treinamento e elaboração de projeto em 3D.
P-2	A empresa fabricante deveria verificar a altura de todos os perfis laminados, uma vez que existe uma variação de laminação, esta variação pode acarretar em diferenças de montagem.

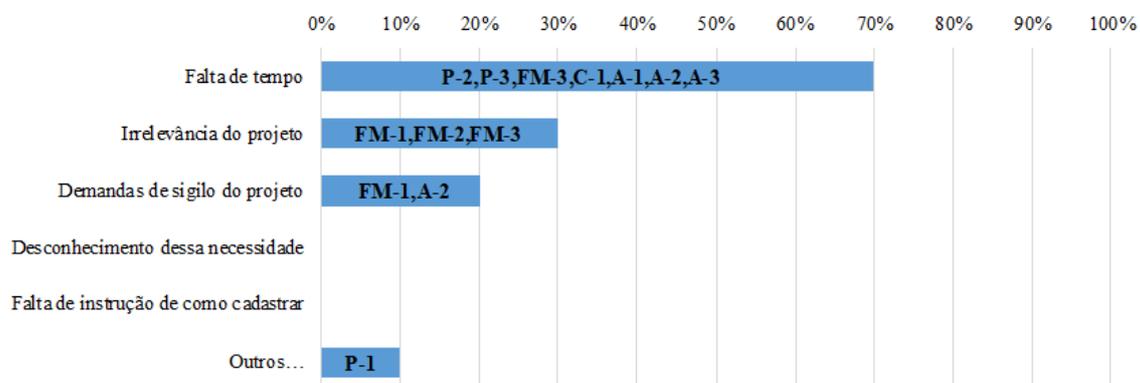
(Continua...)

COD.	Cite exemplos de lições aprendidas em construções metálicas, que não foram, mas deveriam ser cadastradas pela empresa/profissional.
P-3	Listagens de empresas de fabricação que não atendem corretamente as especificações de projetos estruturais (<i>Black list</i>). Iniciar os trabalhos em projetos estruturais sempre tendo em mãos o projeto arquitetônico aprovado e compatibilizado com as demais disciplinas.
FM-1	Não registrado.
FM-2	Não tenho exemplos neste quesito.
FM-3	Nenhum.
C-1	Fizemos muitas pesquisas com nossos clientes, com a mesma indagação, juntamos tudo e sempre procuramos resolver, para suprir as carências de um produto final com menos patologias.
A-1	--
A-2	Todos os detectados foram considerados.
A-3	Vantagens da construção metálica em obras residenciais.

Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Os participantes foram questionados sobre as principais razões de não cadastrarem as lições aprendidas. As respostas podem ser visualizadas na Figura 20. Grande parte dos participantes (70%) selecionaram a opção: falta de tempo, 30% consideram que o motivo de não realizarem o cadastro seja a irrelevância do projeto, 20% não cadastram por demanda de sigilo do projeto e apenas um participante selecionou a opção outro e acredita ser a falta de cultura interna a razão de não efetuar o cadastro.

Figura 20 - Razões das lições aprendidas não serem cadastradas



Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Os participantes descreveram os pontos fundamentais, para um bom processo de registro de lições aprendidas. As respostas podem ser visualizadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Pontos fundamentais para um bom processo de registro de lições aprendidas

COD.	Na sua opinião, quais são os pontos fundamentais, para um bom processo de registro de lições aprendidas?
P-1	Haver cultura interna destes registros.
P-2	Envolvimento de toda equipe participante.
P-3	Criar um documento específico de lições aprendidas para cada projeto sendo obrigatório seu preenchimento.
FM-1	Reunião com toda equipe envolvida para dirimir as lições aprendidas.
FM-2	Compartilhamento com equipe.
FM-3	O sucesso na montagem e a qualidade de produto final.
C-1	Fornecer produtos e serviços de qualidade, satisfazendo as necessidades de dos clientes, com eficiência, dentro do prazo acordado; conscientizar os funcionários da empresa, assegurando uma equipe ética e profissional, no cumprimento das atividades; promover a melhoria constante dos serviços, cumprindo com os requisitos aplicáveis em matéria de qualidade em todas as obras; assegurar o cumprimento dos requisitos de gestão implantados.
A-1	A organização.
A-2	O correto entendimento e análise das lições, bem como sua disseminação.
A-3	Melhorias nos projetos subsequentes.

Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

Em relação à gestão de lições aprendidas, foi solicitado aos participantes que dessem opiniões de como esta gestão pode auxiliar na utilização dos princípios do *lean construction*, dentro no processo da construção metálica. As respostas podem ser visualizadas no Quadro 11.

Quadro 11- Sugestões de como a gestão de lições aprendidas pode auxiliar na utilização dos princípios do *lean construction*, dentro no processo da construção metálica

COD.	Na sua opinião, no processo da construção metálica, como a gestão de lições aprendidas pode auxiliar na utilização dos princípios do "<i>lean construction</i>"?
P-1	Através do aculturação dos profissionais.
P-2	Evitando retrabalhos.
P-3	Sim. O processo de construção metálica possui um planejamento mais preciso que se comparado a construção civil.
FM-1	Qualidade do produto.
FM-2	Reduzindo perdas e retrabalhos.
COD.	Na sua opinião, no processo da construção metálica, como a gestão de lições aprendidas pode auxiliar na utilização dos princípios do "<i>lean construction</i>"?
FM-3	Sim.
C-1	Evitar patologias.
A-1	Sim.
A-2	As lições aprendidas nos fazem evitar erros já cometidos, através da análise dos erros e acertos.
A-3	Banco de Dados.

Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

A atualização periódica da lista de documentos e atividades, atualização do avanço físico baseado na linha de base, medidor de não conformidade, relatório de satisfação do cliente, apresentação de resultados através de indicadores, organização de documentos em pastas eletrônicas e pastas físicas são alguns exemplos citados pelos participantes da pesquisa para organização, análise e documentação dos resultados de projetos dos quais estão envolvidos (ver apêndice II).

Alguns dos procedimentos citados pelos participantes da pesquisa para divulgação dos resultados positivos ou negativos alcançados nos projetos são: relatórios de acompanhamento periódico, reuniões com a equipe, relatórios de conformidades e não conformidades e pesquisas informais realizadas com os construtores e contratantes (ver apêndice II).

Ajustes na produtividade, ajustes nos recursos disponíveis, relatórios de lições aprendidas e reuniões com as equipes envolvidas dos projetos são algumas das maneiras citadas para que os resultados obtidos em projetos auxiliem em ações futuras (ver apêndice II).

Por fim, foram citadas pelos participantes as seguintes propostas para melhorar o processo de organização e registro de lições aprendidas: utilização das diretrizes do PMI, interação das equipes, utilização da tecnologia, plataformas de compartilhamento e melhor divulgação das lições aprendidas entre os membros da equipe (ver apêndice II).

5.1.4 Sobre comentários dos participantes em relação ao estudo

Por fim, deu-se espaço aos participantes para fazerem algum comentário a respeito deste estudo. Os comentários podem ser visualizados no Quadro 12.

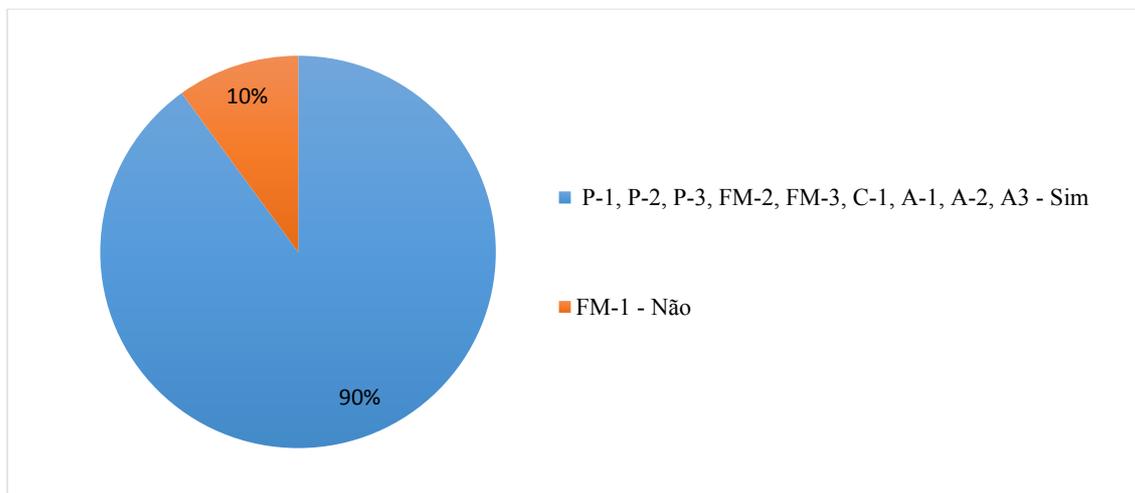
Quadro 12 - Comentários dos participantes a respeito desse estudo

COD.	Gostaria de fazer algum comentário a respeito desse estudo?
P-1	Não.
P-2	Muito bom, possibilita a interação entre faculdade e empresa.
P-3	Parabenizo os idealizadores do tema e espero ter contribuído para o estudo.
FM-1	Espero ter ajudado.
FM-2	Insisto no tema da "desmistificação" da construção em aço. Os princípios abordados por seu estudo deveriam abordar esta premissa. Também projetar levando em consideração o transporte das estruturas (dimensionar conforme capacidade da carreta) e também projetar de modo a otimizar a compra de perfis metálicas.
FM-3	Seria de grande valia a divulgação dos dados e experiências de outros durante a graduação.
C-1	Sentimos inseguros em executar obras em estrutura metálica, devido ao grande número de patologias, que com certeza não são objetos de estudo, quando na elaboração dos projetos, o que traz muitos reparos indesejados à estrutura e elementos de vedação, abalando sensivelmente a relação entre construtora e cliente final.
A-1	Trata-se de um tipo de estudo de grande relevância para a construção em aço já que muitas empresas/profissionais não se preocupam com detalhes dessa natureza, e isso normalmente gera reflexos negativos em todas as fases da construção metálica, já que trata-se de um processo altamente industrializado.
A-2	Um estudo desse tipo é bastante interessante e com certeza contribuirá para bons resultados para a caracterização em questão.
A-3	Extremamente pertinente, podendo ser pesquisado.

Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

O pesquisador interessou-se em saber também se os participantes gostariam de receber o resultado deste estudo. 90% responderam que sim e apenas um participante (10%) não apresentou interesse em receber o resultado. A Figura 21 comprova isso.

Figura 21 - Interesse do participante em receber o resultado da pesquisa



Fonte: Respostas adquiridas pelo questionário aplicado (2019)

5.2 Análise dos resultados obtidos

A proposta deste tópico é analisar os resultados obtidos após a aplicação do questionário. Pretende-se, portanto, por meio dessa análise, conhecer a percepção dos profissionais de empresas/autônomos em relação à gestão das lições aprendidas e a utilização dos princípios do *lean construction*, no processo da construção metálica.

5.2.1 Sobre o uso da construção metálica

A visualização das vantagens e desvantagens identificadas para utilização da construção metálica, verificada nas respostas dos questionários, está muito próxima das vantagens e desvantagens identificadas e sugeridas pelo apanhado de Teixeira (2007), a partir de vários autores. Foi dado aos respondentes, a abertura de sugerirem outras vantagens e desvantagens da utilização da construção metálica, a partir da opção (Outros).

Apenas um participante (A-2) visualizou vantagens diferentes das propostas, para a utilização da construção metálica, acrescentando as seguintes vantagens: obra mais limpa, menos entulho e projeto mais flexível. Isso mostra que essas vantagens consideradas pelo participante (A-2), não destacam entre grande parte dos outros participantes, embora sejam relevantes.

Quanto às desvantagens, apenas um participante visualizou uma desvantagem diferente das propostas, para a utilização da construção metálica, acrescentando a seguinte desvantagem: mistificação do produto por parte dos próprios projetistas. Há que desmistificar a utilização da estrutura metálica. Esse participante acredita que seja necessário revelar a utilização da estrutura metálica.

As vantagens identificadas pela maioria dos participantes são: velocidade de execução da estrutura, o que torna a obra mais competitiva; possibilidade de projetar grandes vãos; estrutura mais leve, favorecendo transporte e montagem, ambas selecionadas por nove participantes e diminuição do desperdício, com 80% de seleção. Isso revela quais são os principais pontos positivos visualizados e uma certa unanimidade na opinião desses participantes.

As desvantagens identificadas pela maioria dos participantes são: cultura brasileira ainda extremamente voltada para o concreto armado o que gera resistência para novas tecnologias, selecionada por oito participantes e desembolso financeiro imediato e único para aquisição da estrutura, com 60% de seleção. Isso revela também uma certa unanimidade na opinião dos participantes em relação à cultura brasileira voltada para o concreto armado.

Conhecer as vantagens e desvantagens para utilização da construção metálica, percebidas pela maioria dos participantes, auxilia no levantamento da cadeia de valores desse sistema construtivo. Dessa forma, é recomendável conhecer detalhadamente o processo do sistema construtivo para que desperdícios sejam eliminados e vantagens favorecidas.

Por fim, quanto às perdas e desperdícios que os participantes visualizam nos processos de construção metálica, alguns consideram que sejam mínimos os desperdícios, pois entendem como desperdícios apenas perda de material, não interpretam os outros tipos de desperdícios ou perdas de processo, conforme abordados na revisão de literatura. Este trabalho considera o termo “perdas” como o que é defendido por Formoso *et al.* (2002), quando afirmam que a definição de perdas compreende qualquer espécie de perdas de recurso (material, tempo e capital).

5.2.2 Sobre a aplicação do *lean construction*

A respeito da aplicação do *lean construction*, as respostas dos questionários revelam que a maioria dos respondentes observam na prática alguns dos princípios do *lean construction* estabelecidos por Koskela (1992), como, por exemplo, os princípios de redução do tempo de ciclo de produção e melhoria contínua do processo. Esse resultado revela o interesse das empresas/profissionais em ganhar velocidade na execução e a consciência da necessidade de melhoria no processo. Esse resultado é positivo, pois demonstra uma abertura das empresas/profissionais para introdução de uma nova filosofia de melhoria contínua e de aceitação de novas práticas no processo construtivo.

Outro princípio do *lean construction*, também selecionado por mais da metade dos participantes, observado na prática das atividades da empresa/autônomo é o seguinte: simplificação por meio da redução do número de etapas. Esse resultado também revela que eliminar desperdícios com simplificação de etapas tem sido foco e interesse das empresas/profissionais.

Ganham destaque também os seguintes princípios do *lean* que foram selecionados: redução das atividades que não agregam valor e aumento da flexibilidade na execução, que foram selecionados pela metade dos participantes, também observados na prática das atividades da empresa/autônomo. Isso também mostra a atenção das empresas/profissionais em não somente cuidar do negócio, mas também preocupar com o cliente.

Sobre os desperdícios identificados em projetos desenvolvidos pela empresa/autônomo, a maioria dos respondentes selecionaram a opção: defeitos e retrabalho. Esse resultado indica a percepção dos respondentes sobre o retrabalho ser um problema. O registro das lições aprendidas poderá auxiliar na eliminação desse tipo de desperdício identificado.

Foram várias as soluções propostas dos respondentes para eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica, porém nota-se que nem todas foram soluções baseadas no conceito do *lean construction*.

Identifica-se uma certa concordância entre as soluções propostas dos respondentes em relação à necessidade de um maior aprofundamento sobre o uso das estruturas metálicas, tanto nas universidades como nas empresas. A deficiência em relação ao estudo das estruturas metálicas é notada no próprio ensino universitário, onde grande parte das disciplinas estão direcionadas para estruturas de concreto. Com maior conhecimento

desse sistema construtivo, espera-se que como consequência, o aumento de soluções para eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica.

Quanto ao conceito BIM (*Building Information Modeling*), dois respondentes visualizam que a utilização do conceito possa ajudar a eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica. Como os projetos são multidisciplinares, envolvem muitos participantes, diversas interações e informações, o uso da metodologia BIM permite organizar a complexibilidade do processo. De fato, essa compatibilização do projeto com as demais disciplinas é uma forma de evitar o retrabalho de atividades, reduzindo atividades que não agregam valor, sendo um dos princípios do *lean construction*, visto na revisão bibliográfica.

As seguintes soluções propostas pelos respondentes da pesquisa para eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica: custo benefício e dividir a compra conforme um cronograma setorizado por partes das estruturas, estão relacionadas também com o princípio do *lean construction*: melhoria contínua no processo e além de serem soluções ligadas ao pensamento enxuto, conforme visto na revisão bibliográfica. De acordo com Womack e Jones (2004), pensamento enxuto é uma forma de fazer cada vez mais com menos (menos esforço humano, menos equipamento, menos tempo e menos espaço) e, ao mesmo tempo, aproximar-se cada vez mais de oferecer aos clientes exatamente o que eles desejam.

Por fim, a solução proposta por um respondente quanto à simplificação, mostrar que a estrutura metálica pode ser acessível e que pode ser adaptada aos interesses do cliente final nos remete ao princípio do aumento do processo de transparência, em que indica a necessidade de simplicidade e transparência de informações do projeto da construção.

Quanto às questões de como fazem o planejamento, a gestão e o controle das atividades e dos recursos; a análise e o controle de qualidade dos processos, os participantes não citaram as ferramentas e técnicas de construção enxuta discutidas na revisão de literatura. Para Ogunbiyi, Goulding e Oladapo (2014), existem técnicas de construção enxuta que auxiliam na gestão das atividades da organização. Enquanto Zhang e Chen (2016), acreditam que as ferramentas de construção enxuta podem promover efeitos positivos para a organização.

5.2.3 Sobre registro de lições aprendidas

Quanto às repostas aos questionários, sobre a frequência do registro das lições aprendidas, apenas um respondente mostrou uma frequência de registro abaixo de 5, sendo o número 1 ligado à frequência raramente e o número 10 ligado à frequência frequentemente. O resultado foi diferente do que se esperava, pois, a revisão bibliográfica dessa pesquisa, de acordo com Guzzo, Maccari e Piscopo (2012), alguns autores destacam o pouco uso ou o uso ineficiente de práticas de lições aprendidas no dia-a-dia do gerenciamento de projetos nas organizações.

Os métodos vistos na revisão bibliográfica, de acordo com Veronese (2014), são os métodos utilizados na prática pelos respondentes, visto que a opção outros não foi selecionada nos questionários pelos participantes da pesquisa, ou seja, não foram citados métodos diferentes. Apenas 1 respondente, do total de 10, selecionou a opção nenhum, evidenciando, portanto, a prática da maioria dos participantes em cadastrar lições aprendidas. Os métodos mais utilizados são avaliação após ação (*after action review*), histórias de aprendizagem (*learning histories*), reuniões de retrospectiva (*retrospective meetings*). Cada método com características próprias, conforme observado na revisão bibliográfica, porém ambos trazem benefícios para organização, auxiliam na retenção de conhecimento e aprendizado adquirido com o projeto, exigem interação e troca de experiências entre os envolvidos e possibilitam que erros e acertos sejam gerenciados e utilizados estrategicamente em decisões futuras.

Foram dados alguns exemplos de lições aprendidas em construções metálicas cadastradas pelos respondentes, porém esses exemplos foram apenas citados, sem maiores detalhamentos. Sendo assim, segue abaixo alguns exemplos citados pelos respondentes e uma breve consideração do pesquisador:

- Utilização de *steel deck*, formando vigas mistas (viga metálica + mesa de concreto) em obras prediais industriais: de acordo com Pfeil e Pfeil (2009), *steel deck* denomina-se uma laje moldada no local sobre fôrma composta de chapa corrugada de aço. Nesse sistema, a chapa de aço, além de atuar como escoramento na fase construtiva, funciona também como armadura inferior da laje. São diversas as vantagens do sistema *steel deck*, sendo umas delas a eliminação parcial ou total de escoras durante a concretagem, proporcionando a realização simultânea de etapas da construção em obras de edifício de múltiplos andares e obras em que existe restrição de espaço no canteiro.

- Verificação de modelos 3D antes da liberação para o detalhamento, evita retrabalho, uma vez que a verificação identifica erros antes da mudança de fase, que é o detalhamento: este procedimento otimiza o tempo e gera economia na realização dos projetos. Os *softwares* de projetos de estruturas metálicas estão cada vez mais aprimorados e oferecem um vasto número de possibilidades de testes para os projetistas estruturais, com elevada precisão. Porém, apesar da precisão, nenhum software dispensa o conhecimento profissional.

- Cadastro de fornecedores qualificados para fabricação e montagem de estruturas. Indicação de profissionais qualificados para execução das demais disciplinas com o objetivo de preservar a originalidade do projeto: o cadastro de fornecedores qualificados otimiza tempo e torna o processo de contratação mais ágil, uma vez que a avaliação dos requisitos quanto a capacidade técnica dos fornecedores já fora realizada. Uma boa gestão de fornecedores pode oferecer grandes vantagens para a organização como por exemplo realizar boas negociações de preço e opções de pagamento, além de controlar prazos de entrega e pagamentos, dentre outras vantagens. Essa gestão exige definições quanto aos principais critérios de avaliação a serem analisados, possibilita economia de tempo no processo devido à base de dados de fornecedores qualificados. Quanto à indicação de profissionais qualificados, pode-se também relacionar com otimização de tempo, uma vez que o serviço com um profissional qualificado é executado com um prazo menor, possibilidade de retrabalhos diminuída, significando menos investimentos por parte do empregador.

- Ligação pilar em estrutura metálica com alvenaria e vedação das alvenarias junto às vigas metálicas: a junção de materiais de comportamentos diferentes exige atenção e precisa ser devidamente projetada e executada para assegurar um melhor desempenho do conjunto. A engenharia utiliza algumas técnicas como elementos de ligação, como por exemplo o ferro-cabelo e fios de aço com diâmetro de 3mm a 8mm. Além de existirem outras alternativas como telas eletrossoldados, fitas e cantoneiras metálicas, porém todas as alternativas devem ser definidas antes da execução.

- Os projetos em aço somente devem ser iniciados tomando-se como referência o projeto arquitetônico executivo da edificação. Projetos com indefinições normalmente conduzem a atrasos e inconsistências: uma estrutura adequada precisa atender critérios de segurança, economia e ter compatibilidade com a arquitetura. O projeto estrutural é essencial para que esses critérios sejam satisfatórios e precisa ser desenvolvido com referência no projeto arquitetônico, estudos preliminares e investigações realizadas.

Existem etapas para um bom projeto estrutural que evitam indefinições, atrasos e inconsistências, como por exemplo: contato inicial com o proprietário e arquiteto, visita ao local da obra, definição do sistema estrutural, cálculo da estrutura, detalhamento e desenho do projeto e emissão do projeto.

- Ajustes na fabricação que ajudaram na montagem da estrutura: a montagem de estruturas metálicas exige cuidados especiais, como por exemplo mão de obra qualificada e utilização de diversos equipamentos. A fabricação correta e ajustada da estrutura metálica também contribui para o sucesso da montagem das estruturas.

Foram dados alguns exemplos de lições aprendidas em construções metálicas cadastradas pelos respondentes, que não foram, mas deveriam ser cadastradas, porém esses exemplos também foram apenas citados, sem maiores detalhamentos. Sendo assim, segue abaixo dois exemplos citados pelos respondentes e uma breve consideração do pesquisador:

- A empresa fabricante deveria verificar a altura de todos os perfis laminados, uma vez que existe uma variação de laminação, esta variação pode acarretar em diferenças de montagem: como todo processo produtivo, o processo de laminação está sujeito a ter problemas de qualidade, sendo importante a realização de inspeção do processo e identificação de pontos que influenciam nessas ocorrências de variações. Quanto à montagem, existem limites de tolerância da estrutura que devem ser considerados e que geralmente são especificados pelas normas ou pelo projeto da estrutura metálica. Importante o montador verificar a existência de erros e avaliá-los com base nos limites de tolerância para que não prejudiquem a estrutura ou inviabilizem a montagem.

- Listagens de empresas de fabricação que não atendem corretamente as especificações de projetos estruturais (*black list*): uma lista negra de empresas não qualificadas trazem benefícios conforme comentando anteriormente sobre o cadastro de fornecedores qualificados, evitando a ocorrência de problemas, como por exemplo: má qualidade do material, cálculos imprecisos, erros durante o detalhamento dos projetos ou erros na montagem.

No geral, esperavam-se exemplos mais técnicos de lições aprendidas ou exemplos preventivos observados nas atividades com estruturas metálicas. Não foram observadas lições aprendidas relacionadas com transporte, armazenamento da estrutura metálica,

escolha de equipamentos necessários, utilização de técnicas de içamento adequadas, cuidados com ligações soldadas ou parafusadas, limites de tolerância da estrutura, cuidados com estabilidade estrutural durante a montagem.

Sobre as razões das lições aprendidas não serem cadastradas, ganhou destaque a opção falta de tempo, apesar dos respondentes conhecerem a necessidade desse registro, uma vez que a opção desconhecimento dessa necessidade não foi selecionada. Alguns não cadastram lições aprendidas devido à irrelevância do projeto e demandas de sigilo do projeto, ou seja, perdem conhecimento produzido e deixam de identificar as causas raiz de sucesso ou fracasso e de destacar melhorias e oportunidades, conforme consideração vista na revisão bibliográfica por Huemann e Anbari (2007) *apud* Ferenhof, Forcellini e Varvakis (2013).

Os pontos apresentados pelos participantes para um bom processo de registro de lições aprendidas possuem uma concordância de opiniões e combinam com as observações da revisão de literatura. Os participantes consideram que a organização, o envolvimento da equipe, uma correta comunicação e uma cultura interna contribuam para o registro eficiente de lições aprendidas.

As sugestões, propostas pelos respondentes, de como a gestão de lições aprendidas pode auxiliar na utilização dos princípios do *lean construction*, dentro do processo da construção metálica, são consideradas sugestões generalizadas, ou seja, enquadram não somente para o processo da construção metálica. Conforme as respostas, nota-se também entendimento dos respondentes sobre a relação das lições aprendidas com a redução de retrabalhos. As sugestões são: elaboração de banco de dados de lições aprendidas, possibilitando, portanto, a análise dos erros e acertos, contribuindo para a redução de perdas e retrabalhos, conseqüentemente reduzindo custos e proporcionando vantagens para a organização.

Em relação à questão relacionada à gestão do conhecimento, relato de como os resultados dos projetos são organizados, analisados e documentados, verifica-se que são utilizados procedimentos distintos aos discutidos na revisão de literatura.

Sobre as questões relacionadas à captura de lições aprendidas, também não foram citados os métodos de captura apresentados na literatura.

As propostas de diretrizes para melhorar o processo de organização e registro de lições aprendidas citadas por dois participantes revelam a importância da utilização de tecnologias e de interação em equipes para o compartilhamento do conhecimento.

5.2.4 Sobre comentários dos participantes em relação ao estudo

Os comentários dos participantes a respeito desse estudo foram diversos e refletiram observações de diferentes aspectos como a sugestão de estudos que esclareçam a construção do aço, a fim de que o tema em questão seja melhor explorado. O transporte das estruturas também foi mencionado. Um participante sugeriu que o dimensionamento das estruturas deva considerar a capacidade das carretas, facilitando a gestão de logística das estruturas.

Outros comentários merecem ser destacados como a sugestão em divulgação de dados e experiências, durante a graduação e sobre a insegurança em executar obras em estruturas metálicas, devido ao grande número de patologias. Esses comentários revelam o quanto a construção em aço é pouco difundida e precisa ser expandida.

No geral, os comentários dos participantes foram motivadores e produziram ainda mais interesse para a continuação da pesquisa, visto que o assunto demonstrou apresentar relevância.

Apenas um dos dez participantes demonstrou não ter interesse em receber o resultado da pesquisa. Esse resultado também é um resultado incentivador para o pesquisador, visto que existem possibilidades para a pesquisa gerar contribuições efetivas.

6 PROPOSTAS DE DIRETRIZES PARA A METODOLOGIA DE GESTÃO DE LIÇÕES APRENDIDAS

O propósito deste capítulo é propor diretrizes para que as lições aprendidas da construção metálica, no ambiente *lean construction*, sejam estruturadas de forma que o conhecimento e experiência não fiquem armazenados somente na cabeça dos profissionais e que sejam registrados para que possam ser compartilhados e consultados por todos os integrantes da organização ou pelo próprio autor dos registros. O foco dessas propostas de diretrizes é evitar o desperdício intelectual das pessoas e concentrar a atenção dos profissionais em atividades que agregam valor e atividades que estão voltadas para melhoria contínua do processo, reduzindo movimentações desnecessárias, tempo de espera e superprodução.

A proposta inicial é que a estrutura conceitual apresentada no tópico 3.4 (Relação do sistema *lean* com os processos de gestão do conhecimento) seja colocada em prática nos processos de gestão de lições aprendidas da organização, voltados para o *lean construction*.

As diretrizes precisam ser práticas e dinâmicas para que sejam utilizadas e o registro das experiências vivenciadas no projeto não ser realizado somente após a conclusão do mesmo. Realizar o registro apenas no final do projeto permite que se perca informações importantes dos acontecimentos.

Fazer registros diários de lições aprendidas (RDLA's) nas organizações voltadas para construção metálica, seja na etapa de projetos, fabricação ou montagem da estrutura. Assim como os relatórios diário de obras, chamados de RDO's, utilizados em obras e projetos de construção civil para registro de informações diárias, possibilitam a visibilidade e o alinhamento de todos os envolvidos nas obras e projetos, os registros diários de lições aprendidas (RDLA's) possibilitariam que experiências positivas e negativas sejam documentadas.

A instrução é que os conceitos do *lean construction* sejam utilizados como bússola para o preenchimento dos RDLA's, recorrendo à análise vista na revisão bibliográfica, tópico 3.2.1 (*lean construction*) a respeito da “casa” do STP. O autor dos registros do RDLA's deve ter em mente os objetivos buscados pela organização, por meio de processos com maior qualidade, menor custo e menor *lead time*, ou seja, o autor deve mirar para o teto da “casa” do STP. Ao mesmo tempo, a estrutura atual deve ser examinada, ou seja, os processos atuais precisam ser verificados quanto à eficiência e

capacitação para atingirem os objetivos definidos. Esse exame, da estrutural real dos processos, pode ser denominado como a visão dos pilares da “casa” do STP, onde observa-se onde estão as carências e o que precisa ser aperfeiçoado e otimizado. Por fim, o autor dos RDLA’s precisa enxergar o piso da “casa” do SPT, um nível elementar capaz de sinalizar como as melhorias serão realizadas para que os objetivos de melhoria contínua dos processos sejam alcançados.

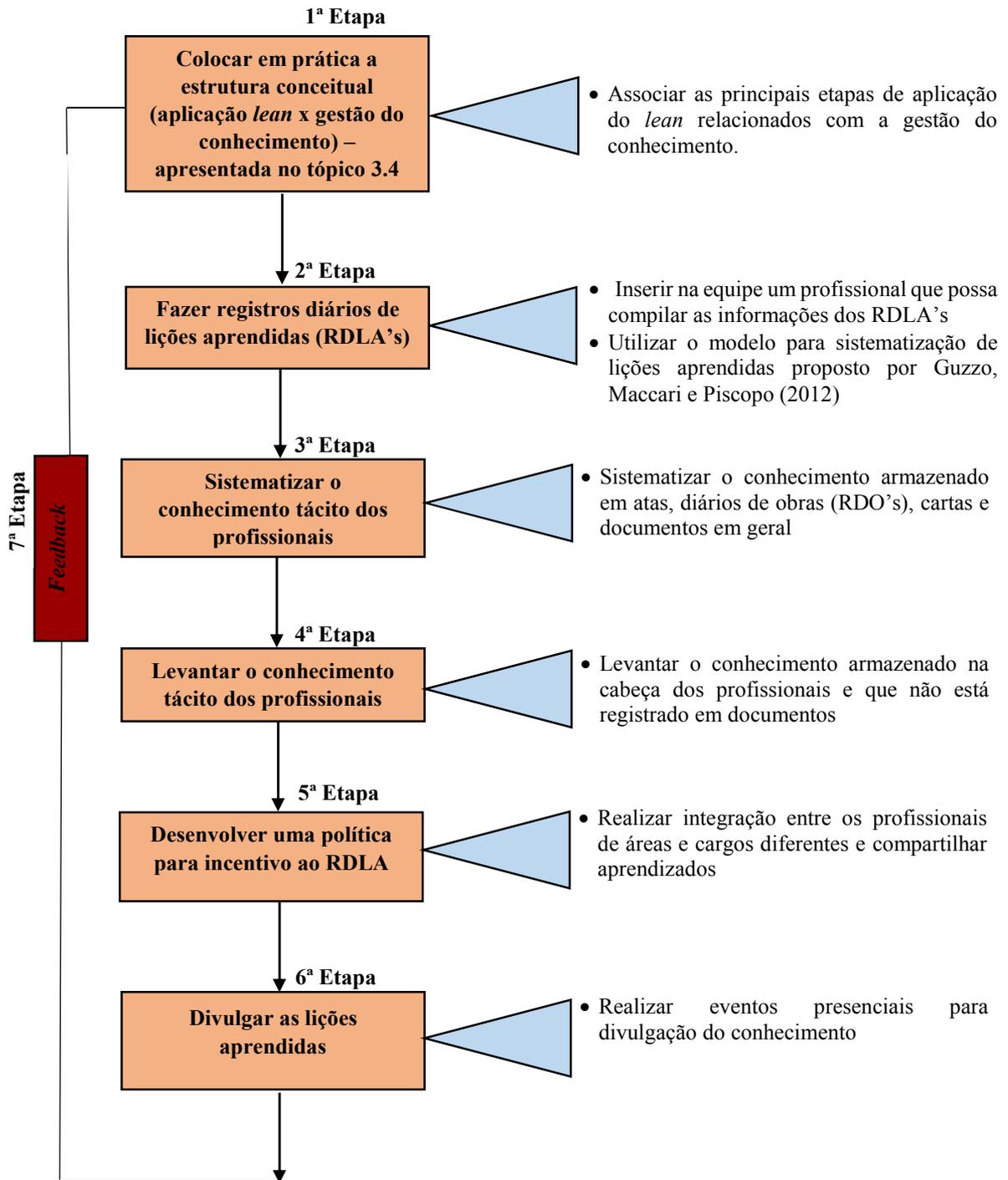
Inserir na equipe um profissional que possa compilar as informações dos RDLA’s, para que sejam posteriormente compartilhadas com diversas áreas. O modelo para sistematização de lições aprendidas proposto por Guzzo, Maccari e Piscopo (2012), visto na revisão bibliográfica, tópico 3.4 (Sistematização das lições aprendidas nos processos de gestão de projeto), poderá auxiliar no processo de identificação, seleção, armazenamento, recuperação, promoção e uso dos RDLA’s.

Sistematizar o conhecimento explícito da empresa, armazenado em atas, diários de obras (RDO’s), cartas e documentos em geral e o levantamento do conhecimento tácito dos profissionais, uma vez que existe grande conhecimento armazenado apenas na cabeça dos profissionais e não registrado em documentos.

Desenvolver uma política para incentivo ao RDLA e divulgação das lições aprendidas, ou seja, realizar eventos presenciais para divulgação do conhecimento, ação que abrange a gestão do conhecimento. Tal diretriz tem o objetivo de integração entre os profissionais de áreas e cargos diferentes, compartilhamento de aprendizados, com potencial de gerar melhores resultados nos processos desenvolvidos na organização e afirmação sobre as atividades que agregam valor. Por isso a importância da participação de profissionais de vários níveis.

Essas diretrizes estão resumidas na Figura 22.

Figura 22 – Propostas de diretrizes para metodologia de gestão de lições aprendidas



Fonte: Desenvolvido pela autora (2019)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, são apresentadas as considerações finais da pesquisa, as limitações e as sugestões para trabalhos futuros.

Por meio dos resultados foi possível visualizar que os conceitos dos participantes e experiências profissionais, estão próximos dos conceitos da literatura: vantagens e desvantagens identificadas para utilização da construção metálica, métodos utilizados para cadastrar as lições aprendidas e os tipos de desperdícios que ocorrem nos projetos desenvolvidos pela empresa/profissional.

Os princípios do *lean construction* são observados na prática das atividades das empresas/autônomos e o retrabalho é identificado como um desperdício nos projetos.

Destaca-se a importância de ações para fortalecimento do uso das estruturas metálicas, tanto nas universidades como nas empresas: divulgação das obras e compartilhamento de estudos e pesquisas científicas relativos à construção metálica e aumento do número de disciplinas direcionadas para a concepção de projetos em estruturas metálicas.

A aplicação dos princípios do *lean construction*, somada à gestão do conhecimento e de lições aprendidas podem oferecer benefícios tanto para o cliente quanto para o empreendedor do ramo de construção metálica: redução de perda, custos, retrabalho e qualidade do produto final.

A aplicação do Benchmarking, um dos princípios do *lean construction*, tem grande potencial para que a organização adquira informações valiosas e proporcione ganhos expressivos.

As hipóteses consideradas no início da pesquisa foram confirmadas, visto que apesar do reconhecimento da importância do registro das lições aprendidas, estas não são todas cadastradas, devido, principalmente, à falta de tempo. A revisão bibliográfica sobre os princípios do *lean construction* também confirmou a hipótese que esta filosofia representa um referencial teórico adequado para proposição de melhorias no processo da construção metálica.

Quanto aos métodos para captura de lições aprendidas, citados na revisão bibliográfica, tópico 3.5 (Métodos para captura de lições aprendidas), é possível destacar que todos são aplicáveis na área de construção metálica e a diretriz proposta no capítulo 6 (Proposta de diretrizes para a metodologia de gestão de lições aprendidas) para registros diários de lições aprendidas (RDLA) pode ser considerada como uma contribuição para

a gestão do conhecimento e denominada também como um método de captura a fim de garantir que experiências diárias sejam documentadas, evitando-se o desperdício intelectual.

Conforme exposto na introdução deste estudo, embora o mercado de estruturas de aço tenha sofrido decréscimo nos últimos anos, existem boas perspectivas para esse mercado, visto que o aço é uma matéria prima promissora, principalmente na construção civil. Sendo a construção civil, um dos maiores consumidores de aço no mundo, com grande importância para a economia nacional e o tema da pesquisa apresentar relevância para a gestão de conhecimento nas organizações, espera-se com este estudo ter contribuído com o setor da construção metálica.

7.1 Sugestões para trabalhos futuros

- Esta pesquisa focou em profissionais com o cargo de gerência. Outras pesquisas poderão ser desenvolvidas com funcionários de outros níveis, uma vez que com o tempo disponibilizado não seria possível atingir todos os níveis hierárquicos.
- Realizar esta pesquisa em outros ramos da construção civil, bem como em outros setores industriais.
- Elaborar um banco de dados com lições aprendidas em construções metálicas.
- Aplicar e mensurar os resultados das diretrizes propostas neste trabalho em empresas de construção metálica.
- Mensurar os resultados da aplicação do *lean* antes e depois do registro das lições aprendidas nas empresas, no intuito de mostrar a importância desse registro.
- Adaptar a metodologia *lean* para o setor de construção metálica e complementá-la com novas técnicas de eliminação dos desperdícios.
- Realizar comparações de processos, práticas, produtos e resultados, por meio de aplicação do *Benchmarking*, em empresas do ramo de construção metálica. Sendo fundamental, que as Organizações envolvidas no estudo de *Benchmarking* estejam dispostas a compartilhar informações.

REFERÊNCIAS

AKHUND, M. A.; KHAHRO, S. H.; ALI, T. H.; MEMON, N. A. ISO 9001:2008: A factorial analysis of its advantages and implementation for construction firms. **International Journal of Civil Engineering and Technology**, v. 8, n. 6, p. 969–976, 2017.

AL-AOMAR, R. A lean construction framework with Six Sigma rating. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 3, n. 4, p. 299-314, 2012.

ANSAH, R. H.; SOROOSHIAN, S.; MUSTAFA, S. B.; DUVVURU, G. Lean construction tools. In: Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. **Proceedings...** Michigan, United States of America, 2016.

ARAÚJO, L. Benefícios do incremento das operações *off-site* em empreendimentos imobiliários. In: ICEUBI 2017 - International Congress on Engineering. **Proceedings...** Covilhã, Portugal, 2017.

ARBULU, R.; TODD, Z. Implementing lean in construction: how to succeed proceedings. In: 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Proceedings...** Santiago, Chile, 2006.

AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. **Alexandria Engineering Journal**, v. 52, p. 679–695, 2013.

BAAZ, A.; HOLMBERG, L.; NILSSON, A.; OLSSON, H. H.; SANDBERG, A. B. Appreciating lessons learned. **Ieee Software**, v. 27, n. 4, p. 72-79, 2010.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding production from uncertainty: first step in an improvement strategy. In: Encontro Nacional de Profesionales De Project Management. **Proceedings....** Santiago, Chile, 1996.

BALLARD, G. Positive vs. Negative iteration in design. In: th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Proceedings...** Brighton, United Kingdom, 2000a.

BALLARD, G. **The last planner system of productions control**. PhD Thesis. School of Civil Engineering, University of Birmingham, Birmingham, United Kingdom, 2000b, p. 192.

BATISTA, F. F. **Modelo de gestão do conhecimento para a administração pública brasileira: como implementar a gestão do conhecimento para produzir resultados em benefício do cidadão**. Brasília: Ipea, 2012.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

CALÇADA, P. A. B. **Estudo dos processos produtivos na construção civil objetivando ganhos de produtividade e qualidade**. Monografia de Graduação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014, p. 90.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **PIB nacional cresce 1,1% em 2018, mas setor da construção encolhe pelo quinto ano consecutivo (2019)**. Disponível em: <<https://cbic.org.br/33505-2/>>. Acesso em: 25 jun 2018.

CASTRO, E. M. C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999, p. 202.

CENTRO BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO EM AÇO. **Cenário dos Fabricantes de Estrutura de Aço (2018)**. Disponível em: <https://www.abcem.org.br/lib/php/_download.php?now=0&arq=produtos/prod_20181023172211_cenario-dos-fabricantes-de-estruturas-de-aco-2018.pdf>. Acesso em: 13 out 2019.

FERENHOF, H. A.; FORCELLINI, F. A.; VARVAKIS, G. Lições aprendidas: agregando valor ao gerenciamento de projetos. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 4, n. 3, p. 197-209, 2013.

FORMOSO, C. T.; BERNARDES, M. M. S.; OLIVEIRA, L. F. M.; OLIVEIRA, K. A. Z.; PASA, M. B. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS, 1999.

FORMOSO, C. T. **Lean construction: Princípios básicos e exemplos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre - RS, 2000.

FORMOSO, C. T.; SOILBELMAN, L.; CESARE, C.; ISATTO, E. L. Material waste in the building industry: main causes and prevention. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, n. 4, p. 316-325, 2002.

FREITAG, A. E. B. **Fatores críticos de sucesso para adoção da gestão “enxuta” pela indústria da construção civil do estado do Rio de Janeiro**. Tese de doutorado, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015. p. 198.

GAO, F.; LI, M.; CLARKE, S. Knowledge, management, and knowledge management in business operations. **Journal of Knowledge Management**, v. 12, n. 2, p. 3–17, 2008.

GAO, S.; LOW, S. P. Impacto of Toyota way implementation on performance of large Chinese construction firms. **Total Quality and Business Excellence**, v. 24, n. 5, p. 323-344, 2014.

GONÇALVES, A. P. F. **Gestão do conhecimento em projetos**. Dissertação de Mestrado, Instituto Universitário de Lisboa, Lisboa, 2016. p. 47.

GONZALEZ, R. V. D.; MARTINS, M. F.; TOLEDO, J. C. Managing knowledge in a service provider: A network structure-based model. **Journal of Knowledge Management**, v. 18, n. 3, p. 611-630, 2014.

GUIMARÃES, L.; GUIMARÃES, C. Utilização da construção enxuta no planejamento e controle de obras na construção civil. In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** João Pessoa, Paraíba, 2016.

GUZZO, C.; MACCARI, E. A.; PISCOPO, M. R. Sistematização de um modelo de lições aprendidas em projetos como contribuição à aprendizagem organizacional. **Gestão & Planejamento**, v. 13, n. 3, p. 578-593, 2012.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Guia para implementação da manufatura enxuta - Lean Manufacturing**. São Paulo: IMAM, 2000.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; DE CESARE, C. M.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. C. L. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE, 2000.

KENLEY, R.; SEPPANEN, O. **Location-Based Management for Construction: planning, scheduling and control**. Abingdon: Spon, 2010.

KERZNER, H. **Project Management – a systems approach to planning, scheduling and control**. 10. ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Technical Research Center of Finland, Helsinki, Finland, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Center for Integrated Facility Engineering – CIFE, Stanford University, Stanford – EUA, Technical Report n. 72, 1992.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **A casa STP é uma luz orientadora para a empresa que deseja iniciar sua jornada lean (2019)**. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/453/a-casa-stp-e-uma-luz-orientadora-para-a-empresa-que-deseja-iniciar-sua-jornada-lean.aspx>>. Acesso em: 11 out 2019.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Título original: The Toyota way. Porto Alegre: Bookman, 2005.

MAPA DA OBRA. **De olho no futuro: entenda o mercado da construção civil (2018)**. Disponível em: <<http://www.mapadaobra.com.br/negocios/de-olho-no-futuro-entenda-o-mercado-da-construcao-civil>>. Acesso em: 22 set 2019.

MARTINEZ, A. C. P. **Gestão do conhecimento: gerenciamento das lições aprendidas em projetos de engenharia para a indústria de óleo e gás**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013, p. 147.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994, p. 308.

MELLO, L. C. B. B.; BANDEIRA, R. A. M.; BRANDALISE, N. Seleção de metodologia de mensuração de retrabalho através da utilização do método AHP. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 1, p. 94-106, 2018.

MEMON, A. H.; AKHUND, M. A.; LAGHARI, A. N.; IMAD, U.; BHANGWAR, S. N. Adoptability of lean construction techniques in pakistan's construction industry. **Civil Engineering Journal**, v. 4, n. 10, p. 2328-2337, 2018.

MORAES, F. R. **Uma contribuição ao estudo do processo de projeto de empreendimentos em construção metálica: uma visão segundo a nova filosofia de produção**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000, p. 396.

NG, S. T.; ZHENG, D. X. M.; XIE, J. Allocation of construction resources through a pull-driven approach. **Construction Innovation**, v. 13, n. 1, p. 77-97, 2013.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The knowledge creating company: how japanese companies create the dynamics of innovation**. New York: Oxford University Press, 1995.

OGUNBIYI, O.; OLADAPO, A. A.; GOULDING, J. An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. **Construction Innovation**, v. 14, n. 1, p. 88-107, 2014.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PAEZ, O.; SALEM, S.; SOLOMON, J.; GENAIDYET, A. Moving from lean manufacturing to lean construction: toward a common sociotechnological framework. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries**, v. 15, n. 2, p. 233-245, 2005.

PFEIL, W.; PFEIL, M. **Estruturas de Aço–Dimensionamento Prático de Acordo com a ABNT NBR 8800: 2008**. Editora LTC, 8ª. Edição, Rio de Janeiro, 2009.

POLITO, G. **Gerenciamento de obras pfeil: boas práticas para a melhoria da qualidade e da produtividade**. São Paulo: Pini, 2015.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos - Guia PMBOK**. 6 ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2017.

RIBEIRO, M. **Entenda a diferença entre projetos: conceitual, básico e executivo (2018)**. Disponível em: <www.maiscontroleerp.com.br/diferenca-entre-projeto-conceitual-basico-e-executivo>. Publicado em: 27 fev 2018. Acesso em: 11 out 2019.

ROSA, A. C.; ABRÃO, F. S.; PEREIRA, M. C. Como a gestão do conhecimento pode auxiliar no planejamento estratégico - utilização da ferramenta survey em colaboradores do Vale do Paraíba. In: XI SEGeT – Simpósio de excelência em gestão e tecnologia. **Anais...** Resende, Rio de Janeiro, 2014.

RUFINO, S. Importância do projeto no empreendimento. **Revista OESP Construção**. São Paulo, ano, 2011, 4.

SAINI, M.; ARIF, M.; KULONDA, D. J. Critical factors for transferring and sharing tacit knowledge within lean and agile construction processes. **Construction Innovation**, v. 18, n. 1, p. 64-89, 2018.

SALEM, O. M.; SOLOMON, J.; GENAIDY, A. M.; MINKARAH, I. Lean construction: from theory to implementation. **Journal of Management in Engineering**, v. 22, n. 4, p. 168-175, 2006.

SANTOS, V. **O que é Lean construction? Como aplicar? (2017)**. Disponível em: <www.fm2s.com.br/o-que-e-lean-construction-como-aplicar>. Publicado em: 07 jul. 2017. Acesso em: 11 out 2019.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE MINAS GERAIS (SEBRAE – MG). **Crítérios de Estratificação de Empresas por Porte. Conceitos Utilizados** ao Redor do Mundo. Relatórios de inteligência. Consulta ao acervo SEBRAE-MG, 2013.

SHOUKE, C.; ZHUOBIN, W.; JIE, L. Comprehensive evaluation for construction performance in concurrent engineering environment, **International Journal of Project Management**, v. 28, n. 7, p.708-718, 2010.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DE TREFILAÇÃO E LAMINAÇÃO DE METAIS FERROSOS. **Análise Mercado do Aço (2018)**. Disponível em: <www.sicetel.org.br>. Publicado em: 19 fev 2018. Acesso em: 11 out 2019.

SIMÃO, L. A. P. M. **Estruturação das lições aprendidas na implantação da produção enxuta na Alcoa de Poços de Caldas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003, p. 99.

SOLOMON, J. A. **Application of the principle of lean production to construction**. Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, College of Engineering, B.S.C.E, University of Cincinnati, Cincinnati, 2004.

STEFANELLI, P. **Modelo de programação da produção nivelada para produção enxuta em ambiente ETO com alta variedade de produtos e alta variação de tempos de ciclo**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010, p. 133.

STRUCTURAÇÃO. **Mercado do aço: otimismo para 2018**. Disponível em: <<http://www.structuraco.com/blog/mercado-do-aco-otimismo-para-2018>> Acesso em: 22 set 2019.

TEIXEIRA, R. B. **Análise da gestão do processo de projeto estrutural em construções metálicas**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007, p. 267.

TURBAN, E.; LEIDNER, D.; MCLEAN, E.; WETHERBE, J. **Tecnologia da informação para gestão**. 6.ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá. Itajubá: UNIFEI, 2012.

VERONESE, G. S. Métodos para captura de lições aprendidas: em direção a melhoria contínua na gestão de projetos. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 5, n. 1, p. 71-83, 2014.

YANG, J. The knowledge management strategy and its effect on firm performance: A contingency analysis. **International Journal of Production Economics**, v. 125, n. 2, p. 215-223, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas *lean thinking*: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora, 2004.

ZHANG, L.; CHEN, X. Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction. **Procedia Engineering**, v. 145, p. 1267-1274, 2016.

APÊNDICE I

QUESTIONÁRIO

Seção 1 de 4

Uma investigação sobre os processos de gestão de lições aprendidas com aplicação do *lean construction* em construções metálicas.

Olá! Meu nome é Cleide Gonçalves Oliveira, sou aluna do curso de Mestrado Profissional em Construção Metálica na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e estou fazendo uma pesquisa para o desenvolvimento de uma dissertação de mestrado. Por meio dos dados obtidos neste levantamento, pretende-se investigar no processo da construção metálica, como a gestão de lições aprendidas pode auxiliar na utilização dos princípios do *lean construction*. Pretende-se também propor diretrizes para a metodologia de gestão de lições aprendidas por meio de um consumo adequado de recursos sem desperdício de material buscando meios para favorecer a retenção do conhecimento e experiências dos profissionais envolvidos no sistema construtivo. Para que este estudo seja bem-sucedido, é fundamental a sua colaboração, motivo pelo qual entro em contato. Será usado o questionário, apresentado a seguir, para levantamento das informações, que serão utilizadas, única e exclusivamente para fins acadêmicos, ficando a identidade de sua empresa guardada em sigilo, em todas as publicações que advirem deste trabalho. Quaisquer esclarecimentos necessários, favor entrar em contato pelo e-mail: cleideapoliveira@yahoo.com.br.

Pesquisadora responsável: Cleide Aparecida Gonçalves de Oliveira

CV: <http://lattes.cnpq.br/6685857823784153>

Orientação: Professora Dra. Cláudia Maria Arcipreste

CV: <http://lattes.cnpq.br/7152305390870167>

Co-orientação: Professora Dra. Irce Fernandes Gomes Guimarães

CV: <http://lattes.cnpq.br/0593899120860770>

Seção 2 de 4

A - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

NOME/RAZÃO SOCIAL

TEMPO DE MERCADO

- menos de 2 anos
- de 2 a 5 anos
- de 6 a 10 anos
- de 11 a 20 anos
- mais de 20 anos

PORTE DA EMPRESA (Nº DE FUNCIONÁRIOS OU Nº APROXIMADO)

Seção 3 de 4

B - CARACTERIZAÇÃO DO ENTREVISTADO

NOME DO ENTREVISTADO

EMAIL

TELEFONE

NÍVEL DE FORMAÇÃO

- 2º Grau
- Técnico
- Superior Incompleto
- Superior Completo
- Especialização
- Mestrado ou Doutorado

NOMENCLATURA DO CARGO

QUALIFICAÇÃO EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS

- Sim

Não

TEMPO DE EXPERIÊNCIA NA EMPRESA

menos de 2 anos

de 2 a 5 anos

de 6 a 10 anos

de 11 a 20 anos

mais de 20 anos

TOTAL DE PROJETOS DESENVOLVIDOS

Seção 4 de 4

C - ANÁLISE GERAL / SUGESTÕES

1 - Selecione as vantagens identificadas para utilização da construção metálica:

Velocidade de execução da estrutura, o que torna a obra mais competitiva.

Possibilidade de projetar grandes vãos.

Possibilidade de utilização de peças mais esbeltas.

Estrutura mais leve, favorecendo transporte e montagem.

Redução do número de pilares necessários.

Possibilidade de montagem e desmontagem da edificação em outro local, permitindo o aproveitamento da estrutura em outra obra.

Ampliação e reforma da edificação, com o mínimo de interferência e transtornos para o usuário.

Alívio nas fundações devido a um menor peso e volume da estrutura.

Diminuição do desperdício.

Outros

2 - Selecione as desvantagens identificadas na utilização da construção metálica:

Desembolso financeiro imediato e único para aquisição da estrutura.

Falta de materiais complementares industrializados (vedações, por exemplo) ou fornecedores nacionais.

Exigência de cuidados inerentes às movimentações diferentes dos componentes estruturais e vedação para que não gerem patologias.

Necessidade de maior qualificação das pessoas que trabalham com esta tecnologia.

- () Necessidade de tratamento termoacústico do edifício, pois com a retirada de massa, o conforto térmico fica prejudicado, em virtude do material ficar mais suscetível a propagação de calor.
- () Necessidade de medidas adicionais de proteção para aumentar o tempo de resistência da estrutura metálica ao fogo.
- () Preço elevado da estrutura, quando analisada de forma isolada.
- () Cultura brasileira ainda extremamente voltada para o concreto armado o que gera resistência para novas tecnologias.
- () Necessidade de criação de uma filosofia industrializada.
- () Ensino ainda pouco aprofundado e específico sobre sistemas construtivos metálicos nas escolas de formação de arquitetos, engenheiros e projetistas, fazendo com que haja uma carência de profissionais especializados no mercado.
- () Outros

3 - Considerando o total de projetos desenvolvidos pela empresa/profissional, selecione a frequência que o registro de lições aprendidas é realizado:

1 – Raramente / 10 - Frequentemente

4 - Selecione o(s) método(s) utilizado(s) que utiliza para cadastrar as lições aprendidas:

- () Avaliação Após Ação (*After Action Review*): realizada sempre que um problema é resolvido ou que qualquer ação ou decisão relevante é tomada durante o andamento do projeto.
- () *Journaling*: consiste em uma narrativa articulada que decorre do pensamento reflexivo e crítico sobre as experiências de aprendizagem ou eventos específicos de aprendizagem.
- () Histórias de Aprendizagem (*Learning Histories*): método de captura de lições aprendidas e deve ser realizado após a conclusão do projeto.
- () Micro Artigos (*Micro Articles*): método para reter as experiências após a conclusão de uma atividade ou experiência relevante de um projeto.
- () Método Apreciativo de Lições Aprendidas (*Appreciative Lessons Learned Method - 4ALL*): o objetivo deste método é ter um balanço entre excelência, desafios e mudanças gerando um melhor nível de comprometimento da equipe.

() Reuniões de Retrospectiva (*Retrospective Meetings*): as reuniões são realizadas no final de cada fase do projeto e são coordenadas pela equipe que é auto administrável com o apoio de um facilitador que coleta e organiza a informação dos demais integrantes.

() Comunidades de Prática (*Communities of Practice*): consiste em um grupo de pessoas que estão conectadas informalmente que possuem um interesse comum no aprendizado teórico e prático num determinado assunto.

() Ba – Contexto Compartilhado (*Ba – Shared context*): pode ser aplicado através da interação de membros de diferentes projetos a fim de compartilhar diferentes experiências e visões distintas sobre a mesma experiência.

() Avaliação do Projeto (*Project Review*) e Avaliação Pós-Projeto (Postcontrol ou Post-Project Review): este método é aplicado por meio de reuniões presenciais e conta com moderadores (membros do projeto) e auditores (pessoas externas ao projeto).

() Apreciação Pós-Projeto (*Post-Project Appraisal*): esse método é geralmente usado após dois anos de conclusão de projetos de grandes dimensões, onde cria-se uma unidade de apreciação pós-projeto na organização.

() Documentação Leve de Experiências (*Light-weight Documentation of Experiences - LIDs*): método que procura capturar as experiências obtidas logo após a conclusão de uma atividade em uma organização.

() Nenhum

() Outros

5 - Cite exemplos de lições aprendidas em construções metálicas cadastradas pela empresa/profissional.

6 - Cite exemplos de lições aprendidas em construções metálicas, que não foram, mas deveriam ser cadastradas pela empresa/profissional.

7 - Nem sempre lições aprendidas podem ser cadastradas. Quais as razões que levam a isso?

() Falta de tempo

() Irrelevância do projeto

- Demandas de sigilo do projeto
- Desconhecimento dessa necessidade
- Falta de instrução de como cadastrar
- Outros

8 - *Lean construction* é a aplicação dos princípios do pensamento enxuto às atividades de construção civil, adaptando a metodologia às peculiaridades do setor. Selecione abaixo os princípios do *lean construction* que são observados na prática das atividades da empresa/profissional.

- Reduzir as atividades que não agregam valor
- Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades do cliente
- Reduzir a variabilidade do processo
- Reduzir o tempo de ciclo de produção
- Simplificar através da redução do número de passos ou partes
- Melhorar a flexibilidade na execução
- Melhorar a transparência do processo
- Focar o controle do processo global ()
- Introduzir melhoria contínua ao processo
- Manter equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões
- "Benchmarking" - processo de comparação (com outras empresas) de produtos, serviços e práticas empresariais, e é um importante instrumento de gestão. É realizado através de pesquisas, e tem o objetivo de melhorar as funções e processos de uma determinada empresa.
- Nenhum
- Outros...

9 - Selecione abaixo os desperdícios que ocorrem nos projetos desenvolvidos pela empresa/profissional.

- Defeitos e retrabalho
- Excesso de produção
- Processamento impróprio
- Movimentos desnecessários

- Transportes desnecessários
- Estoque
- Espera
- Desperdício Intelectual
- Nenhum
- Outros...

10 - Na sua opinião, quais são os pontos fundamentais, para um bom processo de registro de lições aprendidas?

11 - Poderia propor soluções para eliminar as desvantagens do uso da estrutura metálica baseado no conceito do *lean construction*?

12 - Na sua opinião, no processo da construção metálica, como a gestão de lições aprendidas pode auxiliar na utilização dos princípios do *lean construction*?

13 - Gostaria de fazer algum comentário a respeito desse estudo?

14 - Gostaria de receber o resultado deste estudo?

- Sim
- Não

QUESTÕES DA ENTREVISTA

1. Como é feito (a):

- Planejamento, gestão e controle das atividades e dos recursos?
- Análise e controle de qualidade dos processos?

2. Relate o passo a passo de como os resultados dos projetos dos quais você participa são organizados, analisados e documentados?

3. Como as pessoas têm conhecimento dos resultados positivos e negativos alcançados nos projetos?

4. De que maneira e com que frequência os resultados obtidos nos projetos subsidiam ações futuras?

5. Poderia propor diretrizes para melhorar o processo de organização e registro de lições aprendidas?

6. Comente as possíveis perdas e desperdícios que ocorrem nos processos de construção metálica dos quais você participa/participou.

APÊNDICE II

RESPOSTAS DOS ENTREVISTADOS

	1 - Como é feito (a): Planejamento, gestão e controle das atividades e dos recursos?	1 - Como é feito (a): Análise e controle de qualidade dos processos?	2 - Relate o passo a passo de como os resultados dos projetos dos quais você participa são organizados, analisados e documentados?	3 - Como as pessoas têm conhecimento dos resultados positivos e negativos alcançados nos projetos?	4 - De que maneira e com que frequência os resultados obtidos nos projetos subsidiam ações futuras?	5 - Poderia propor diretrizes para melhorar o processo de organização e registro de lições aprendidas?	6 - Comente as possíveis perdas e desperdícios que ocorrem nos processos de construção metálica dos quais você participa/participou.
P-1	Quando do início de um projeto é gerado lista de documentos / atividades que fazem parte do escopo deste projeto. Baseado nesta lista o grupo de planejamento prepara cronograma e atribui pesos relativos a cada uma destes documentos e/atividades e é gerado uma linha base de controle. No grupo de planejamento utiliza as diretrizes do PMI – Project Management Institute.	Análise e controle se realizam por atualização periódica da lista de documentos e atividades, do cronograma e computo do avanço físico obtido no período e acumulado baseado na linha base.	Análise e controle se realizam por atualização periódica da lista de documentos e atividades, do cronograma e computo do avanço físico obtido no período e acumulado baseado na linha base.	O resultado desta análise e controle é divulgado aos participantes através de relatório de acompanhamento periódico.	Os resultados sempre subsidiam as ações corretivas quando necessário, através de ajustes na produtividade e nos recursos disponíveis.	Utilização das diretrizes do PMI – Project Management Institute.	Retrabalhos no campo devido a falhas no projeto e/ou na fabricação não detectados pela garantia de qualidade.
P-2	Possuímos um sistema interno, onde alocamos os recursos disponíveis para desenvolvimento do projeto, durante o projeto vamos contabilizando todas horas. Debitando do valor disponível. No ato da proposta já é feito um pré planejamento identificando atividades e horas necessárias para cada item.	Possuímos um procedimento de verificação e controle.	Financeiro: Possuímos um objetivo de BDI, e com a contabilização de horas/avanço do projeto vamos acompanhando. Qualidade: Medimos através de contabilização de Não Conformidades e Relatório de satisfação do cliente.	Reuniões mensais.	Possuímos um relatório de lições aprendidas, este relatório sempre é observado antes do início de outra obra.	Possuímos um relatório por obra.	Alterações de projeto podem acarretar em perda de material, muitas vezes ocorrem mudanças de equipamentos, peneiras por exemplo, e o detalhamento da estrutura já está pronto e as vezes até fabricado.
FM-2	Cronograma físico – financeiro.	Pelo próprio encarregado de cada projeto.	Acompanhamento financeiro pela área financeira.	Reuniões periódicas com cada equipe.	Reunião com equipes envolvidas e discussão dos resultados bons e ruins.	Integração das equipes.	Praticamente não há perdas. Toda chaparia resultante de sobras de vigas é aproveitada. Em último caso é vendida para ferro velho.

	1 - Como é feito (a): Planejamento, gestão e controle das atividades e dos recursos?	1 - Como é feito (a): Análise e controle de qualidade dos processos?	2 - Relate o passo a passo de como os resultados dos projetos dos quais você participa são organizados, analisados e documentados?	3 - Como as pessoas têm conhecimento dos resultados positivos e negativos alcançados nos projetos?	4 - De que maneira e com que frequência os resultados obtidos nos projetos subsidiam ações futuras?	5 - Poderia propor diretrizes para melhorar o processo de organização e registro de lições aprendidas?	6 - Comente as possíveis perdas e desperdícios que ocorrem nos processos de construção metálica dos quais você participa/participou.
FM-3	Conforme a necessidade e disponibilidade de recursos do cliente, visando uma estratégia de provisionamento de matéria prima e de fabricação para atender a ordem de montagem das estruturas. Ressalto que nem sempre é possível tendo em vista que, os perfis metálicos comprados diretamente das usinas, visando melhores preços, devem seguir regras de compra, ou seja, feixes mínimos por bitolas. Baseados em quantidades aproximadas de 4,5ton por feixes da mesma bitola e uma quantidade mínima de 12ton por pedido. As vezes não é possível comprar diretamente da usina devido às quantidades demandadas, aí sim, compra-se no varejo as quantidades certas, porém com preços mais altos.	Nossos projetos sempre visam uma maior facilidade de montagem, buscando maior rapidez e diminuindo os trabalhos em alturas. Por isso buscamos dividir e fabricar as peças ou conjunto de peças que possam ser transportados e lançados por <i>munck</i> ou guindastes, mas garantindo que os maiores trabalhos sejam realizados na fábrica.	Muitas vezes os projetos iniciais, compatibilizados com a arquitetura, são detalhados durante a execução, e são atualizados dia a dia conforme o andamento. Após a conclusão da obra, é salvo em pasta final da obra realizada e armazenadas em arquivos em vários computadores, inclusive com o cliente.	Divulgamos pouco nossos trabalhos atualmente, pois estamos operando otimizados para a realização somente das obras contratadas. Alguns serviços são terceirizados, mas a divulgação atualmente é feita mais pelos próprios clientes e funcionários envolvidos.	Estamos envolvidos com a ampliação de uma indústria frigorífica a quase dois anos. Nos comprometemos em priorizar essas obras conforme a necessidade e prazos estabelecidos pelo cliente. Sendo assim, conforme o volume de serviços, são contratados novos funcionários. Atendemos todos os prazos contratados e mantendo o mesmo padrão de qualidade.	Na verdade, como todas as obras são diferentes umas das outras, cada uma com um tipo de dificuldade, fica difícil de propor essas diretrizes. Mas os registros maiores são feitos nos próprios projetos e estratégias de montagens.	Nossos desperdícios são mínimos hoje em dia. Procuramos detectar na elaboração dos projetos de fabricação as sobras que não poderão ser utilizadas. Muitas vezes, utilizamos pontas de perfis para a fabricação de chapas para diversos fins. Essas chapas, por virem de perfis laminados GERDAU (aço ASTM A 572 – grau 50), ganham em resistência das maiores compradas em aço comercial, ASTM A-36.
C-1	Toda a gestão da empresa parte de uma decisão estratégica da diretoria em forma de projeto, este projeto é planejado, organizado e delegado a um departamento com cronograma. A partir daí o departamento ajusta a conduta de logística, andamento, etc. Aliado a essa estrutura central temos as estruturas auxiliares que acompanham esses gestores de projetos, o recurso humano, jurídico, suprimentos, etc..	Temos atrelado à empresa os princípios da ISO:9001 e o PBQP-H que são os grandes norteadores da qualidade da empresa.	A empresa tem seus projetos organizados por etapas: 1) Viabilidade; 2) Planejamento; 3) Execução; 4) Entre e pós obra; Todas essas etapas têm suas especificidades e apresentam resultados através de indicadores.	O conhecimento dos resultados internamente é tratado como conformidades e não conformidades dentro dos planejamentos. Essas são tratadas, se necessário e corrigidas. Semestralmente são divulgados os resultados em formato numérico. Já o conhecimento dos resultados para o público externo está explicitado na melhoria continua de nossos produtos.	Fazendo um gancho com a pergunta anterior, os resultados obtidos nos indicadores de qualidade são passados à diretoria da empresa que por sua vez, estrategicamente, define as mudanças que teremos. Temos uma reunião de final ano para tratar somente este assunto, mas corriqueiramente abordamos esse tema com ele.	Para melhorar o processo de organização e registro de lições aprendidas, acredito que poderíamos usar melhor a tecnologia a favor disso. Imagino que trabalhando melhor em rede, plataformas de compartilhamento (como a BIM), enfim, acredito que não deixamos de abordar as lições aprendidas, mas talvez essas poderiam ser melhor divulgadas entre os membros da equipe.	Os principais desperdícios que presenciamos estão relacionados à mudança de projeto e mau planejamento da construção. Os projetos são feitos em datas muito distintas à construção, muda-se as necessidades e essas normalmente não são compatibilizadas com o restante do conjunto. As modulações que são projetadas as vezes incentivam o desperdício. Exemplo: Os perfis são vendidos comercialmente em 6m ou 12m de comprimento e o projeto pede medidas muito fracionadas.

	1 - Como é feito (a): Planejamento, gestão e controle das atividades e dos recursos?	1 - Como é feito (a): Análise e controle de qualidade dos processos?	2 - Relate o passo a passo de como os resultados dos projetos dos quais você participa são organizados, analisados e documentados?	3 - Como as pessoas têm conhecimento dos resultados positivos e negativos alcançados nos projetos?	4 - De que maneira e com que frequência os resultados obtidos nos projetos subsidiam ações futuras?	5 - Poderia propor diretrizes para melhorar o processo de organização e registro de lições aprendidas?	6 - Comente as possíveis perdas e desperdícios que ocorrem nos processos de construção metálica dos quais você participa/participou.
A-1	O planejamento, a gestão e o controle das atividades e dos recursos são pautados nas etapas e no cronograma definido para cada projeto.	A análise e o controle de qualidade dos processos também estão pautados, principalmente, nas etapas estabelecidas para desenvolvimento do projeto.	A princípio, não há uma metodologia definida para organização, análise e registro dos resultados. Normalmente o que tem sido adotado é organizar os documentos de forma digital e impressa, analisá-los durante o processo de desenvolvimento, e também, logo após a conclusão. A organização se dá por meio de pranchas (parte gráfica) e relatórios (parte escrita) impressos, assim como arquivos digitais.	Através de pesquisas informais feitas com os construtores e contratantes envolvidos no projeto.	Sempre.	Atualmente venho trabalhando no desenvolvimento dessas metodologias.	Especificamente, no que concerne ao desenvolvimento dos projetos de montagem e fabricação de estruturas metálica, tenho percebido grande desperdício de tempo devido à projetos de arquitetura com detalhamento insuficiente, isto é, projetos estruturais orçados e desenvolvidos com base em projetos de arquitetura que ainda não são os executivos. Outro ponto que causa desperdício de tempo são as alterações decorrentes de incompatibilidades entre disciplinas de projetos, ou seja, a utilização incorreta ou a falta de emprego do conceito BIM.

	1 - Como é feito (a): Planejamento, gestão e controle das atividades e dos recursos?	1 - Como é feito (a): Análise e controle de qualidade dos processos?	2 - Relate o passo a passo de como os resultados dos projetos dos quais você participa são organizados, analisados e documentados?	3 - Como as pessoas têm conhecimento dos resultados positivos e negativos alcançados nos projetos?	4 - De que maneira e com que frequência os resultados obtidos nos projetos subsidiam ações futuras?	5 - Poderia propor diretrizes para melhorar o processo de organização e registro de lições aprendidas?	6 - Comente as possíveis perdas e desperdícios que ocorrem nos processos de construção metálica dos quais você participa/participou.
A-2	Feito com o auxílio do software MS Project e de recursos de Excel, através de cronogramas, gráficos, planilhas e fluxogramas. Todas as atividades têm sua descrição em um documento que é apresentado a cada funcionário que irá executá-la.	Através da fiscalização/supervisão se as atividades estão de acordo com o planejado e com o documento que as descreve. Além disso, através da atividade dos verificadores, que validam o que foi feito. É feita, também, projeção de custos e equipe, para que esteja adequada. Também, desenvolvimento de indicadores de desempenho, controle de revisões, procedimentos gerenciais e ferramentas de qualidade. Auditorias de qualidade.	São organizados em pastas eletrônicas por ano, tipo de obra e nome da obra. Existe uma pasta física onde, mensalmente, determinados resultados são colocados, para consulta rápida/comparação entre meses. Estes documentos são analisados sempre que a gerência de engenharia sente necessidade ou ao final de cada mês. Por isso, a consolidação e disponibilização de todas as informações necessárias de engenharia para o planejamento integrado e para a diretoria devem estar sempre ao alcance.	Através de reuniões com a equipe. As reuniões de “lições aprendidas” são feitas ao final de cada obra, onde o coordenador de engenharia faz uma apresentação com todo o conteúdo que julga importante passar para a equipe envolvida (de campo, projeto, montagem).	Sempre que necessário. Como tratam-se de obras, cada lição aprendida serve como ação futura nos próximos projetos.	No momento, não.	Perda de tempo com revisões é a principal. Nem sempre ocasionadas pela engenharia, podem ser pelo cliente, pela arquitetura, etc..

Fonte: Desenvolvido pela autora (2019)

