

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
ESCOLA POLITÉCNICA
MESTRADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS**

MAURY NELSON ANTUNES DE MELO

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM FRAMEWORK BASEADO NO LAST PLANNER E NO
GERENCIAMENTO DE PROJETOS TRADICIONAL PARA O PLANEJAMENTO,
EXECUÇÃO E O CONTROLE DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

CURITIBA

2018

MAURY NELSON ANTUNES DE MELO

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM FRAMEWORK BASEADO NO LAST PLANNER E NO
GERENCIAMENTO DE PROJETOS TRADICIONAL PARA O PLANEJAMENTO,
EXECUÇÃO E O CONTROLE DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Senso em Engenharia de Produção e Sistemas* da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Deschamps

CURITIBA

2018

Dados da Catalogação na Publicação
Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIB/PUCPR
Biblioteca Central

Melo, Maury Nelson Antunes de
Implementação de um framework baseado no Last Planner e no Gerenciamento de
Projetos tradicional para o planejamento, execução e o controle de obras na
Construção Civil / Maury Nelson Antunes de Melo. - 2018

Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Escola
Politécnica - Programa de Pós-Graduação Stricto Senso em Engenharia de Produção
e Sistemas.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos, Construção, Construção Enxuta, Last
Planner, Fluxo de Trabalho. I. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Centro de
Ciências Exatas e de Tecnologia.



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Escola Politécnica
Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas - PPGEPS

TERMO DE APROVAÇÃO

Maury Nelson Antunes de Melo

IMPLEMENTAÇÃO DE UM FRAMEWORK BASEADO NO LAST PLANNER E NO GERENCIAMENTO DE PROJETOS TRADICIONAL PARA O PLANEJAMENTO, EXECUÇÃO E O CONTROLE DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Presidente da Banca
Prof. Dr. Fernando Deschamps
(Orientador)

Prof. Dr. Sérgio Eduardo Gouvêa da Costa
(Membro Interno)

Prof. Dr. Cezar Augusto Romano
(Membro Externo)

Curitiba, 23 de agosto de 2016.

*À minha mãe, Ernestina de Melo (in memoriam),
e à minha esposa Beatriz Rockenbach, meus
maiores exemplos de vida.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por direcionar meus esforços ao longo do mestrado e permitir a realização dessa pesquisa.

A minha esposa, que nos momentos mais difíceis soube me apoiar e incentivar na busca de meus objetivos, e sempre me dando muito amor e carinho.

Ao meu orientador Professor Fernando Deschamps por investir seu precioso tempo na minha formação, por confiar em mim para a realização deste projeto, e principalmente pelo seu auxílio e orientação ao longo de dois anos que resultou na agregação de novos conhecimentos para meu crescimento profissional.

Ao Professor Sergio Eduardo Gouvea da Costa pelos seus ensinamentos e pela sua disponibilidade em participar na Comissão Examinadora de meu mestrado.

Ao Professor Cezar Augusto Romano por aceitar em participar da Comissão Examinadora, e poder partilhar os seus mais de quarenta anos de conhecimento e experiência na gestão de empreendimentos do setor da construção civil.

Aos Professores Edson Pinheiro de Lima, Eduardo Alves Portela Santos, Eduardo de Freitas Rocha Loures, Luciana Leite e Alex A. Ferraresi pelos seus ensinamentos que muito contribuíram com minha formação e para realização desta pesquisa.

Aos Professores Rafael Duarte e Juliano Munik pelos ensinamentos e apoio que me deram ao longo desta difícil jornada.

A todos os meus colegas que estiveram ao meu lado nesta caminhada, e pela disponibilidade de cada um em me ajudar com sua experiência e conhecimento.

A Denise da Mata Medeiros pela sua disponibilidade e paciência em me auxiliar nas questões protocolares.

RESUMO

O ambiente da construção civil é extremamente dinâmico. Os modelos de gestão tradicionais não têm conseguido bons resultados para o planejamento, execução e controle de obras. O maior desafio para as empresas deste setor está em encontrar mecanismos que proporcionem melhor aproveitamento de recursos, redução na variabilidade do fluxo de trabalho, e o cumprimento dos objetivos estratégicos da organização. A proposta desta pesquisa se propõe em avaliar a contribuição das técnicas enxutas aplicadas ao gerenciamento de projetos por meio da implementação de um modelo combinado de metodologias sistemáticas com o objetivo de melhorar a eficiência do planejamento, execução e controle de obras, que reduza a variabilidade do fluxo, e cumpra com os objetivos estratégicos da organização. Uma ferramenta informatizada foi apresentada para monitorar e controlar a execução dos processos do modelo proposto. A pesquisa exploratória é baseada em um estudo empírico sobre um modelo conceitual, confirmado através da opinião de especialistas por meio de um questionário estruturado. A credibilidade dos resultados da investigação depende da exatidão e fiabilidade da opinião dos especialistas obtidos por meio de entrevistas e simulação de um modelo conceitual, quando aplicado em vinte e cinco empresas de grande, médio e pequeno porte, envolvendo quarenta e nove engenheiros com experiência comprovada em obras. Os resultados deste estudo foram baseados nos pareceres dos especialistas que destacaram diversas vantagens como a melhoria no processo de gestão, maior transparência, melhor aproveitamento de recursos, redução de desperdício, aumento da colaboração entre os envolvidos, e maior satisfação do cliente. Esta pesquisa contribui para estabelecer uma nova estratégia e políticas para melhorar a prática gerencial na construção civil e na criação de uma base para o desenvolvimento de novas pesquisas na área da construção enxuta. A importância da investigação resulta do foco em aumentar a eficácia do planejamento e controle de obras na indústria da construção.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos, Construção Enxuta, Last Planner, Fluxo de Trabalho.

ABSTRACT

The environment in civil construction is an extremely dynamic one. Traditional management has no longer been able to deliver good results in works planning, execution and control. The major challenge for companies in this sector lies in finding mechanisms that afford better resource deployment, reduction in workflow variability and compliance with organizational strategic objectives. This paper proposes to assess the contribution of lean techniques applied to traditional Project management through the implementation of a model combining system driven methodologies that enhance the efficiency of works planning, execution and control, reducing flow variability and achieving compliance with the organization's strategic objectives. A software-based tool was introduced to monitor and control process execution within the model proposed. The exploratory research is based on an empiric study of the conceptual model, confirmed by the opinion of specialists through a structured questionnaire. The credibility of investigation results depends on the accuracy and trustworthiness of the opinion of specialists obtained through interviews and simulation of a conceptual model, when deployed in twenty-five small, medium and large companies, involving forty-nine engineers with acknowledged experience in works management. The results of this study were based on the opinions of specialists who highlighted a number of advantages such as improved process management, more transparency, better use of resources, reduction of waste, increased stakeholder collaboration and higher levels of customer satisfaction. This paper contributes to establishing a new strategy and policies to improve managerial practices in civil construction and in establishing a base for the development of further research in the area of lean construction. The importance of the investigation stems from the focus on increasing efficacy of works planning and control of worksites in the construction industry.

Key words: Project Management, Lean Construction, Last Planner, Workflow.

SUMÁRIO

1	Introdução	17
1.1	Contexto e Motivação	17
1.2	Problema de Pesquisa	18
1.3	Considerações de Pesquisa	21
1.4	Objetivo da Pesquisa	21
1.5	Delimitação do Estudo	21
1.6	Estrutura do Trabalho	22
2	Revisão da Literatura	22
2.1	Construção Enxuta	22
2.1.1	Análise e Considerações sobre a Construção Enxuta	24
2.1.2	Abordagem Estratégica da Construção Enxuta	25
2.1.3	Gerenciamento de Projetos Enxutos	27
2.1.4	Abordagem Ágil na Gestão de Projetos	28
2.1.5	Tempo Extra (Buffers)	29
2.1.6	Fluxo de Trabalho	30
2.1.7	Benefícios da Aplicação da Construção Enxuta	31
2.1.8	Last Planner	32
2.1.9	Indicadores de Desempenho da Produção Enxuta	35
2.2	Gerenciamento de Projetos	36
2.2.1	Gerenciamento Tradicional de Projetos x Metodologias Ágeis	38
2.2.2	Problemas no Gerenciamento de Projetos Tradicional	40
2.2.3	Desperdício na construção civil	41
2.2.4	Método do Caminho Crítico (MCC)	42
2.2.5	Gerenciamento do Valor Agregado (GVA)	43
2.3	Análise das Metodologias Ágeis na Gestão de Projetos	45
2.3.1	Método da Cadeia Crítica	48
2.3.2	Processo de Projeto	50
2.3.2.1	Sistema de Entrega de Projetos Enxuto	52
2.4	Planejamento no Contexto Estratégico	53

2.4.1	Portfólio de Projetos	55
2.4.2	Análise do Valor	57
2.5	Ferramentas Informatizadas de Planejamento e Controle	57
3	Metodologia de Pesquisa	59
3.1	Contexto	59
3.2	Estratégia de Pesquisa	60
3.3	Delineamento de Pesquisa	61
3.3.1	Revisão Sistemática da Literatura (RSL)	61
3.7	Ampliação da Revisão Sistemática de Literatura (RSL2)	64
4	Desenvolvimento do Modelo.....	66
4.1	Considerações sobre o Modelo Preliminar	67
4.2	Contexto da Investigação	68
4.3	Primeira Entrevista com Especialistas	70
4.4	Apresentação do Modelo Preliminar para os Especialistas	71
4.4.1	Sugestões dos Especialistas das Empresas A e B	72
4.5	Desenvolvimento do Modelo Conceitual Final	73
4.6	Desenvolvimento da Ferramenta Informatizada (SiCCoE)	76
4.6.1	Sistemas de Medição de Performance	78
4.7	Entrevista final com especialistas	80
4.7.1	Segunda Etapa da Entrevista Final	81
4.7.2	Considerações sobre o Modelo Conceitual Final	82
4.8	Modelo Final	83
4.8.1	Processo de Projeto no Modelo	84
4.8.2	Construção Enxuta como Fomentador de Desempenho	84
4.8.3	Benefício da Construção Enxuta na Redução de Desperdício	87
4.8.4	Benefício da Construção Enxuta no Aumento da Eficácia	89
4.8.5	Contribuição do Gerenciamento de Projetos no Modelo	93
4.8.6	Monitoramento e Controle do Projeto	93
4.8.7	Entregas do Projeto	95
4.9	Sistema Pull-Driven	95

4.9.1	Plano Master (Longo Prazo)	96
4.9.2	Intermediário (Lookahead Planning)	96
4.9.3	Semanal (Weekly Planning)	97
4.9.4	Contribuição do Sistema Pull Driven no Modelo Proposto	98
4.9.5	Operação	98
4.10	Planejamento Estratégico como Componente do Modelo	99
4.10.1	Aplicabilidade do Modelo Conceitual Final	99
4.10.2	Modelo Conceitual Final no Contexto Estratégico	101
5	Interfaces e Implementação do SiCCoE	101
5.1	Implementação do SiCCoE nos Três Níveis de Planejamento	102
5.1.1	Nível de Planejamento Estratégico	102
5.1.2	Nível de Planejamento Tático	103
5.1.3	Nível de Planejamento Operacional	104
5.2	Medição do Desempenho pela Gestão do Valor Agregado	104
5.3	Planejamento com o SiCCoE	105
5.4	Considerações sobre a Ferramenta	109
6	Implicações Práticas da Pesquisa.....	111
7	Conclusões	115
8	Referências Bibliográficas	117
	Anexo I – Tabela Resumo de Artigos da RSL	130
	Anexo II – Artigo SIMPEP	145
	Anexo III – Artigo Journal of Lean Systems	159

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Níveis de planejamento baseado no Last Planner System	32
Figura 2	Componentes da Análise do Valor Agregado	44
Figura 3	Exemplo genérico de um mapa do Balanced Scorecard (BSC) ...	51
Figura 4	Metodologia de Pesquisa	61
Figura 5	Quantidade de artigos por banco de dados	64
Figura 6	Nível de relevância dos artigos selecionados	65
Figura 7	Número de artigos em relação à data de publicação	66
Figura 8	Modelo de Gestão Integrado Preliminar	68
Figura 9	Modelo Proposto Final	73
Figura 10	Relacionamento dos elementos do mapa conceitual x modelo	76
Figura 11	Melhoria do desempenho promovida pela CE	87
Figura 12	Mapa conceitual - Redução de desperdício	89
Figura 13	CE x melhoria do resultado do projeto	90
Figura 14	Melhoria do desempenho promovida pela CE	93
Figura 15	Contribuição do Planejamento Estratégico no modelo proposto...	101
Figura 16	Interfaces do SiCCoE	102
Figura 17	Entrada de Dados no SiCCoE	106
Figura 18	Controle de Funcionários	106
Figura 19	Planejamento Mensal	107
Figura 20	Planejamento Semanal	108
Figura 21	Planejamento/Replanejamento no SiCCoE	108
Figura 22	Tarefas Programadas	111

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Quantidade de artigos por banco de dados	63
Tabela 2	Agrupamento de temas dos artigos selecionados na RSL1	64
Tabela 3	Dados dos Especialistas da primeira entrevista	65
Tabela 4	Relevância dos artigos selecionados	66
Tabela 5	Agrupamento de temas dos artigos selecionados	72
Tabela 6	Resultado estatístico das três amostras	112
Tabela 7	Resultado estatístico do grupo de grandes construtoras	113
Tabela 8	Resultado estatístico de pequenas e médias construtoras	114

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Metodologias Ágeis Vs. Metodologias Tradicionais	39
Quadro 2	Suporte em relação às metodologias ágeis x cliente	45
Quadro 3	CE x melhora da produtividade	46
Quadro 4	Gerenciamento ágil x mudança e inovação	47
Quadro 5	Fase da revisão sistemática da literatura	62
Quadro 6	Escopo da pesquisa	62
Quadro 7	Critérios de busca nas bases de dados	63
Quadro 8	Características das empresas participantes na entrevista	81
Quadro 9	Processo de Projeto – Informações extraídas da RSL	85
Quadro 10	Melhoria do desempenho dos projetos promovida pela CE	86
Quadro 11	Redução de desperdício promovida pela CE	88
Quadro 12	Eficácia promovida pela CE	91
Quadro 13	Gerenciamento de Projetos e a Vantagem Estratégica	92
Quadro 14	Resultados estratégicos x implementação da CE	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVA	Análise do Valor Agregado
BIM	Building Information Modeling
CE	Construção Enxuta
EVA	Earned Value Analysis
EVMS	Earned Value Management System
GP	Gerenciamento de Projetos
GVA	Gerenciamento do Valor Agregado
IDA	Índice de Desempenho de Agenda
IDC	Índice de Desempenho de Custo
IGLC	International Group for Lean Construction
LC	Lean Construction
LCI	Lean Construction Institute
LPDS	Lean Project Delivery System
LPS	Last Planner System
MCS	Management Control Systems
OGC	Office of Government Commerce
PET	Percent Expected Time-overrun
PMI	Project Management Institute
PMO	Project Management Office
PMS	Performance Measurement Systems
PPC	Percent Plan Completed
RSL	Revisão Sistemática de Literatura
SiCCoE	Sistema de Controle da Construção Enxuta
SPI	Schedule Performance Index

1.0 Introdução

No primeiro capítulo será apresentado o escopo da pesquisa. Nele serão expostos o contexto e a motivação, o problema da pesquisa, os objetivos e suas delimitações, a estrutura de trabalho e as limitações encontradas no desdobramento deste estudo.

1.1 Contexto e Motivação

A Indústria da Construção Civil tem um importante papel na economia nacional, de forma semelhante do que vem acontecendo em nível mundial, tanto pela sua representatividade na participação do PIB quanto pela sua geração de emprego. Em contrapartida, o setor da construção é uma das indústrias que mais sofrem com a dinâmica do mercado interno. Um conjunto de fatores, tais como políticas econômicas que influenciam o emprego e a renda familiar, o crescimento do crédito ao consumidor, a redução do imposto sobre produtos industrializados são vetores que têm o poder de influenciar seu crescimento.

O número de construções aumentou de forma exponencial na última década no Brasil exigindo que as empresas busquem cada vez mais por profissionais qualificados na gestão de projetos. O aumento da demanda, somado à necessidade de manter as obras cada vez mais eficientes, resultou na criação de um amplo mercado para gerentes de projetos especializados em metodologias capazes de mitigar o risco de insucesso dos projetos.

O gerenciamento de projetos vem se destacando entre os gestores da construção civil e agora está sendo considerado um conceito-chave da Ciência de Gestão para entender e desenvolver as organizações (TAVARES, 2002). Para Al-Aomar (2012), sobreviver no mercado competitivo atual tornou-se imperativo que as empresas de construção melhorem a qualidade, aumentem a eficácia do trabalho, reduzam o desperdício e os custos operacionais, e aumentem o lucro.

Tradicionalmente, a construção tem sido uma indústria com o pior desempenho em relação ao uso de recursos, produtividade e gestão da poluição (NAM e TATUM, 1988). Atividades sem valor agregado, também conhecidas como perdas, vem sendo um dos principais desafios enfrentados pela indústria da construção por um longo período (KHANH e KIM, 2014).

Considerando as oportunidades de melhoria nas práticas de gestão para lidar com o setor da construção civil, o objetivo desta pesquisa é propor, por meio de uma análise conceitual, a aplicação combinada de duas metodologias de gestão: o gerenciamento de projetos e a construção enxuta operando sincronicamente. Segundo Brioso (2015), sistemas de gestão quando trabalham em sinergia não competem entre si.

Todas as metodologias são compatíveis se usadas adequadamente. Assim, a compatibilidade das ferramentas, técnicas e práticas da construção enxuta aplicadas conjuntamente com o gerenciamento de projetos podem ser utilizadas de forma mais efetiva para o planejamento e controle de obras.

Kishor Mahato e Ogunlana (2011) argumentam que as opiniões de especialistas podem ser reunidas para confirmar a consistência de um modelo com o sistema real por meio de engenheiros com experiência comprovada. Sharma e Modgil (2015) adotaram em seu estudo o método de opinião especializada para chegar a fatores que afetavam o desempenho do projeto.

O modelo sugerido nesta pesquisa foi originado por uma RSL avaliada por 17 especialistas de duas empresas de grande porte mediante aplicação de um questionário estruturado. Os dados deste estudo contribuíram para a readequação do modelo, que em um segundo momento foi submetido a 32 especialistas pertencentes a 22 empresas de médio e pequeno porte, no qual o modelo foi consolidado.

1.2 Problema de Pesquisa

Projetos para serem bem-sucedidos devem, entre outras coisas, serem concluídos dentro do orçamento, cumprindo com o prazo estabelecido entre as partes, e ajustados aos objetivos organizacionais. No entanto estes limites são por vezes ultrapassados. Os projetos do setor da construção, por serem altamente dinâmicos, possuem muita variabilidade no fluxo de trabalho, que segundo González et al. (2010) pode afetar a produtividade, o controle do cronograma, e o controle de custos.

González et al. (2010 apud BALLARD, 1993 e TOMMELEIN et al. 1999), consideram que, apesar dos efeitos prejudiciais da variabilidade na construção serem bem conhecidos, o planejamento da construção tradicional não considera a variabilidade do fluxo de trabalho, uma vez que os projetos são considerados de forma estática.

Aziz e Hafez (2013) concordam que a gestão precisa estabelecer metas de melhoria estratégica focadas em resultados nas áreas críticas para a competitividade como cronograma, redução de custos e melhoria da qualidade – para isto, os esforços devem se concentrar nos processos de produção. Segundo os autores, os sistemas de gerenciamento tradicionais não se concentram nos processos de produção e são orientados especialmente nos resultados, não levando em consideração a melhoria nos processos de gestão.

Com as metodologias tradicionais mais voltadas à gestão do cronograma, custo e escopo, os projetos são desenvolvidos em condições variáveis e incertas. Para evitar todos estes problemas, Koskela (1999) enfatiza a necessidade de uma nova abordagem de controle mais flexível com base nos seguintes princípios:

- 1) Atividades não devem começar até que todos os requisitos de conclusão tenham sido atendidos;
- 2) A realização das atividades deve ser medida e monitorada;
- 3) As causas da não realização das atividades devem ser identificadas e eliminadas;
- 4) As perdas de produtividade devem ser evitadas;
- 5) Atividades devem ser remanejadas quando não puderem ser cumpridas; e
- 6) Um programa de curto prazo deve ser projetado com o objetivo de eliminar todas as pendências que comprometam o fluxo de trabalho.

Segundo Ng et al. (2013), os recursos para projetos de construção são limitados, e existe uma necessidade de assegurar que os recursos sejam cuidadosamente alocados para evitar desperdícios ou atrasos no cronograma. Segundo eles, a alocação adequada de recursos melhora a eficiência do projeto e reduz seu custo.

Os conceitos do pensamento enxuto compreendem uma larga variedade de propostas, incluindo melhoria contínua, trabalho em equipe, eliminação de desperdício, gestão da cadeia de suprimentos e uso eficiente de recursos – basicamente uma reunião de melhores práticas (GREEN, 2002).

Al-Aomar (2012) argumenta que a construção é uma indústria baseada em projetos com características únicas. Segundo ele, na terminologia enxuta, o objetivo é alcançar o mais alto nível de qualidade de trabalho com menor tempo de entrega e menor custo possível, por outro lado, o pensamento tradicional de construção se concentra em atividades de conversão e ignora considerações de fluxo e de valor. O

autor conclui que o gerenciamento de projetos enxuto aprimora o processo tradicional de gerenciamento de projetos para adotar métodos e práticas de construção enxuta. Isso inclui o aprimoramento da definição do projeto, escopo, agendamento, estimativa de custos, aquisição, controle e liderança.

Diversos pesquisadores [O. AlSehaimi et al. (2014); Aziz e Hafez (2013)] têm buscado em seus estudos deslindar sobre a melhoria do processo produtivo na indústria da construção através das práticas da construção enxuta. Para Song et al. (2008); Khanh e Kim (2014); Koskela (1992) e Emuze et al. (2014), a construção enxuta visa melhorar o desempenho da construção através da eliminação de atividades que não agregam valor para o cliente, gerando desperdícios e perda de dinheiro.

Pesquisadores como Ogunbiyi et al. (2013) afirmam que existem diversos benefícios associados com a implementação da construção enxuta relacionados com o desenvolvimento sustentável, desenvolvimento da qualidade ambiental, melhoria da imagem da empresa, vantagem competitiva, melhoria do fluxo de processos, e maior conformidade com o cliente. Awodele et al. (2010) sugeriam que os critérios para medir o sucesso do projeto apenas considerando a tríplice restrição não são mais suficientes, devendo ser consideradas também as políticas de sustentabilidade. Marhani et al. (2013) consideram que a construção enxuta tem a capacidade de tornar a construção mais sustentável.

A construção enxuta aplicada aos sistemas de produção, como sugeriam Sacks et al. (2009), aumentou a consciência dos benefícios do trabalho contínuo, do fluxo puxado de recursos para reduzir os estoques de trabalho em andamento, e dar maior transparência ao processo para todos os envolvidos. Os autores reiteram que, nas abordagens da produção enxuta para fabricação, o fluxo de processos ideal é alcançado por meio de melhorias incrementais destinadas a reduzir a variabilidade do fluxo por meio de mecanismos de fluxo puxado.

A presente pesquisa busca investigar como melhorar os resultados em relação aos problemas de planejamento, execução e controle de obras dos modelos tradicionais de gerenciamento de projetos, no sentido de obter melhor aproveitamento de recursos, reduzir a variabilidade do fluxo de trabalho e ampliar os resultados comerciais para o cliente.

Os resultados da pesquisa serão apresentados de forma clara e objetiva direcionados em solucionar o problema apresentado no planejamento da pesquisa

expresso no seguinte questionamento: *“Um modelo composto pela metodologia enxuta operando de forma integrada com o gerenciamento de projetos pode contribuir com a melhoria do desempenho e reduzir a variabilidade do fluxo?”*

A motivação para a realização deste trabalho é encontrar respostas que sejam capazes de resolver problemas de variação do fluxo, falta de confiabilidade no planejamento e no controle de obras, baixa produtividade nas construções, e a falta de cumprimento dos objetivos estratégicos da organização.

1.3 Considerações de Pesquisa

Um problema foi apresentado. Ao longo da pesquisa pretendemos explicar como um modelo híbrido composto pela construção enxuta e pelo gerenciamento de projetos tradicional trabalhando em conjunto, podem contribuir com a melhoria do desempenho dos projetos. Neste contexto, torna-se necessário compreender outras inferências subjacentes do modelo proposto que surgiram como objetos secundários:

- a) Qual a relação entre o sistema puxado de produção e o aproveitamento de recursos no projeto?
- b) Qual o impacto da variabilidade do fluxo de trabalho no desempenho do projeto?
- c) Qual a correlação entre a produção enxuta e o planejamento estratégico?

1.4 Objetivo da Pesquisa

O objetivo principal deste trabalho é apresentar os resultados da implementação de um modelo integrado de gestão com o objetivo de melhorar o processo de planejamento e controle de projetos da construção civil. Para reduzir o esforço formal do processo, a implementação do modelo conta com o apoio de uma ferramenta informatizada (SiCCoE). A ferramenta utiliza os conceitos fundamentais do Last Planner para o controle da produção.

1.5 Delimitação do Estudo

Por outro lado, as limitações deste trabalho podem ser descritas conforme se segue:

- Falta de conhecimento de parte dos envolvidos no conceito de construção enxuta;
- Número pequeno de especialistas envolvidos na pesquisa;
- Trabalho limitado por uma revisão sistemática de literatura;
- A confiabilidade dos dados depende da precisão e convicção das informações geradas por especialistas;
- Falta da aplicação do modelo diretamente nos canteiros de obras.

1.6 Estrutura do Trabalho

O primeiro capítulo apresenta o contexto e a motivação, o problema e as considerações de pesquisa, os objetivos, além da delimitação e a estrutura do trabalho. O segundo apresenta a revisão bibliográfica sobre todos os elementos que respaldam o presente trabalho. O terceiro descreve a metodologia de pesquisa, incluindo a estratégia envolvida no desenvolvimento da pesquisa, o seu delineamento e a descrição das etapas realizadas considerando o alcance dos objetivos anteriormente definidos. O quarto analisa a implementação do sistema informatizado (SiCCoE) suas interfaces e sua utilização no planejamento das tarefas do projeto. O quinto evidencia os resultados com relação à revisão sistemática de literatura esclarecendo os motivos que levaram aos resultados apresentados e suas implicações, bem como a maneira que eles contribuem com a literatura acadêmica e com a gestão de projetos na indústria da construção.

2.0 Revisão da Literatura

Neste capítulo faz-se uma revisão bibliográfica sobre os temas constituintes do modelo conceitual de gestão sugerido, bem como uma discussão sobre a aplicação de metodologias ágeis juntamente com o gerenciamento de projetos tradicional em projetos da construção civil.

2.1 Construção Enxuta

A produtividade mundial da indústria da construção vem diminuindo ao longo dos últimos 40 anos (AZIZ e HAFEZ, 2013). Segundo os autores, uma abordagem para

melhorar a situação vem sendo utilizada pela implementação da construção enxuta. Os resultados têm comprovado que a abordagem enxuta é uma nova forma de gestão da produção. Ela tem como características essenciais a clareza dos objetivos para o processo de entrega visando a maximização do desempenho para o cliente em todo o ciclo de vida do projeto.

Desde meados da década de 1990 a construção enxuta surgiu como um novo conceito, tanto na disciplina de gerenciamento de projetos quanto na esfera prática da construção (KOSKELA et al. 2002). Para estes autores, a construção enxuta não é apenas mais uma abordagem específica para a construção, mas sim um desafio para o entendimento convencional e prática da construção.

Em resumo, a construção enxuta pode ser considerada como uma filosofia de trabalho que se baseia na implementação de um conjunto de conceitos, ferramentas, processos e ações cooperativas, que oportuniza a redução de desperdícios em uma obra, maximizando dessa forma o valor para o cliente final.

A construção enxuta causou uma mudança de paradigma ao oferecer uma nova maneira de pensar para os envolvidos na concepção e gestão de projetos do setor da construção (TOMMELEIN, 2015). Com base nos resultados da pesquisa de Issa (2013), a aplicação das técnicas do LC tem potencial para reduzir os fatores de risco no objetivo de tempo. Ainda segundo o autor, o uso destas técnicas contribuiu com a redução dos valores do PET (Percent Expected Time-overrun) e com o aumento do valor do PPC (Percent Plan Completed).

A maioria das empresas, além de alguns pesquisadores, têm relatado resultados satisfatórios a partir de sua implementação (BALLARD e HOWELL, 2003; PRIVEN e SACKS, 2015; ALSEHAIMI et al. 2014; AZIZ e HAFEZ, 2013). A construção enxuta aplica o conceito de produção da indústria de transformação para a indústria da construção para melhoria da produtividade, maximização de valor e redução de desperdício, além de incentivar o compartilhamento de recursos entre todas as partes relacionadas (YIN et al. 2014).

O pensamento enxuto na construção aumentou a consciência dos benefícios do fluxo de trabalho estável e do sistema de produção puxado, que resulta na redução de estoques e na transparência do processo para todos os envolvidos (SACKS et al. 2009). Os autores afirmam que a aplicação das técnicas de gestão de produção avançada, como a construção enxuta, trabalha com o sistema puxado de recursos

(material e mão de obra) e com o controle efetivo da qualidade resultando na redução da variabilidade do fluxo.

De acordo com Issa (2013), os projetos de construção envolvem vários fatores de risco que têm vários impactos no objetivo de tempo que podem levar ao descumprimento do prazo no projeto. O autor conclui em seu estudo que a implementação da construção enxuta minimiza os efeitos de risco no tempo do projeto.

Para Al-Sehaimi et al. (2014), os resultados em seus estudos apontam diversos benefícios com a implementação da construção enxuta, incluindo planejamento melhorado da construção, e melhor comunicação e coordenação entre as partes envolvidas. No mesmo contexto da construção enxuta, o Last Planner System se concentra em controlar as unidades de produção, fluxos de trabalho e a qualidade do trabalho realizado. Ele também permite a identificação das causas da não conclusão do trabalho planejado possibilitando tomadas de decisão mais assertivas (NIETO-MOROTE e RUZ-VILA, 2011).

Segundo Thomas et al. (2002), a construção enxuta apregoa que a melhoria do desempenho e a redução de custos pode ser obtida por meio da estabilização dos fluxos de produção, e que um fluxo confiável é um componente importante para o desempenho da construção. Nesse contexto, os autores comentam que o pensamento enxuto descreve fluxos confiáveis, como a disponibilidade oportuna de recursos.

Os resultados do trabalho de Liu et al. (2010) apontaram que a chave para melhoria da produtividade está em concentrar as atenções para manter o fluxo de trabalho previsível e, portanto, ser capaz de igualar a carga de trabalho disponível com a capacidade de produção (horas de trabalho).

2.1.1 Análises e Considerações sobre a Construção Enxuta

Com o sucesso generalizado da produção enxuta tanto dentro como fora da indústria transformadora, surgiu uma série de modelos de construção enxuta com a eventual aplicação dos princípios enxutos na indústria da construção (GAO e LOW, 2014). A construção enxuta para Wen (2014) é uma nova modalidade de gerenciamento de projetos de construção, que o autor considera como especialmente adequado para projetos complexos, mutáveis e rápidos.

Segundo Howell et al. (2010), o interesse em aplicar a abordagem enxuta para o setor da construção ocorreu na década de 1990. O modelo de construção enxuta pode ser configurado de acordo com questões estratégicas, entre elas, foco no cliente, construção sustentável, gestão do conhecimento e modelo de maturidade. Nesta perspectiva, a construção enxuta, segundo Bertelsen e Emmitt (2005), é um processo de fornecimento de valor para o cliente através de um sistema de produção temporário, que consiste em elementos partilhados com outros projetos para entregar um produto único. Segundo os autores, sem um entendimento das necessidades do cliente, a definição de valor torna-se vaga e intangível podendo gerar desperdícios ainda mais intangíveis.

Questões ligadas à estratégia do tipo melhoria contínua, experimentação sistemática e aprendizagem contínua em todos os níveis organizacionais são aspectos importantes da filosofia enxuta, principalmente no sentido de aumentar o valor do cliente, reduzir ou eliminar o desperdício e com isso tornar a construção mais sustentável (JØRGENSEN e EMMITT, 2009). Outra característica importante da construção enxuta está voltada para o ganho de produtividade.

O resultado dos estudos de Ballard et al. (2003) mostra que a identificação e melhor gestão do fluxo de trabalho ao invés de apenas manterem os trabalhadores ocupados proporcionam redução no prazo do projeto e maior produtividade. Os autores concluem que a aplicação de técnicas enxutas melhora a geração de valor e a redução de desperdício.

Uma questão relevante quando se analisa as metodologias de gestão é a comparação entre o processo de entrega de um projeto tradicional e o processo no modelo LPDS. De acordo com Choo et al. (2004), a eficácia do processo de design é o primeiro passo para melhorar a gestão do projeto. No modelo LPDS, o cálculo de custos alvo é definido como uma prática de gestão que procura tornar o custo um direcionador do projeto, reduzindo assim o desperdício e aumentando o valor (BALLARD, 2006)

2.1.2 Abordagem Estratégica da Construção Enxuta

Sui Pheng e Hui Fang (2005) em seu artigo “Modern-day lean construction principles” acreditavam que os princípios da produção enxuta poderiam ser influenciados pela essência das estratégias militares, especificamente a arte de guerra

Sun Tzu. Segundo os autores, embora a construção enxuta raramente seja vista em uma perspectiva tática, esta metodologia vem amadurecendo ao longo dos anos, e já pode ser aplicada de forma estratégica de modo a resolver problemas de baixa produtividade, falta de segurança e de qualidade.

Para se alcançar valor no custeio alvo e condução do projeto de acordo com Forgues e Koskela (2009), o custo é apenas parte da economia no processo de redução do custo global de um produto. Pennanen et al. (2011), consideram que projetos são os veículos de geração de valor que ocorrem em consequência do alinhamento dos resultados do projeto com os negócios da organização focados na necessidade do cliente. Dessa forma, como sugeriam Gonzàlez et al. (2010), a produção enxuta é uma filosofia de gestão focada em agregar valor a partir de matérias-primas até o produto acabado favorecendo a redução/eliminação de desperdício.

O processo de planejamento e controle da produção é considerado um processo estratégico que permeia toda a organização e influencia diretamente seus resultados. De acordo com a teoria econômica a meta de cada empresa, segundo Zimina e Pasquire (2010), é a maximização do lucro. Os autores alegam que a construção enxuta é uma opção viável como estratégia de negócios.

Para Erik Eriksson (2010), a melhoria do desempenho e da colaboração na cadeia de fornecimentos no setor da construção é fundamental para a organização alcançar seus objetivos de negócios de curto prazo, bem como a vantagem competitiva de longo prazo. O autor considera o pensamento enxuto como uma abordagem que tem sido adotada em muitos ambientes industriais diferentes como um meio para melhorar o desempenho da cadeia de suprimentos.

A eficiência no gerenciamento de projetos e o conceito de valor estão diretamente ligados à expectativa do cliente, e em relação aos resultados comerciais do projeto. De acordo com Salvatierra-Garrido e Pasquire (2011), o conceito de valor do ponto de vista da construção enxuta tem sido associado com atividades na obra em nível de produção, onde a geração de valor está ligada à satisfação das necessidades dos clientes.

Na questão da qualidade, que pode ser enquadrada na perspectiva estratégica por ser forte na expectativa do cliente, de acordo com Pheng e Hui Fang (2005), a construção enxuta vem amadurecendo ao longo dos anos de modo a resolver problemas de baixa produtividade, falta de segurança e qualidade.

2.1.3 Gerenciamento de Projetos Enxutos

De acordo com Kimsey (2010), a metodologia enxuta não é nova para a indústria. Os princípios enxutos do sistema de produção Toyota foram revolucionando a manufatura e os serviços das indústrias ao redor do mundo por décadas. O autor afirma que a produção enxuta é uma filosofia de gestão que examina os processos organizacionais a partir de uma perspectiva do cliente com o objetivo de limitar o uso de recursos para os processos que criam valor para o cliente final.

Organizações enxutas são capazes de produzir produtos de alta qualidade em volumes menores economicamente viáveis mais rapidamente do que os produtos em massa – estas organizações podem fazer o dobro do produto com o dobro da qualidade e metade do tempo e do espaço, a metade do custo, com uma fração do estoque normal de trabalho sendo processado (SHARMA, 2014).

O pensamento enxuto, como evidenciado por Niemi-Grundström (2014) começa a partir de um profundo entendimento juntamente com as partes interessadas, reforçando o princípio de que o desenvolvimento de produtos/serviços deve ser realizado com foco no cliente. Nesta abordagem, é vital saber quais as necessidades dos clientes em relação ao produto final, pois a qualidade dos serviços depende desta percepção.

O pensamento enxuto aplicado na construção como apresentado nos estudos de [Alarcón (1997), Ballard e Howel (1998)], busca atingir um resultado específico num curto período de tempo com qualidade considerável. O resultado disso é obtido principalmente pela redução da variação do fluxo permitindo uma diminuição significativa na duração e nos custos do projeto.

A aplicação da metodologia enxuta na construção resultou no que se denomina hoje de construção enxuta. Para Sui Pheng e Hui Fang (2005) (2005), estes princípios podem produzir na indústria da construção o mesmo sucesso que ocorreu nas indústrias automobilísticas.

A gestão enxuta de projetos reforça o processo de gerenciamento de projetos tradicional para adotar métodos e práticas da construção enxuta. Isso inclui o reforço da definição do projeto, escopo, programação, estimativa de custos, compras, controle e liderança (Al-Aomar, 2012). Segundo Ballard e Tommelein (2012), o gerenciamento de projetos enxuto é próprio para projetos complexos com alto grau de incerteza. Já o gerenciamento de projetos tradicional é melhor quando aplicado em projetos com

um escopo definido e estável. Para estes autores, pesquisadores e profissionais da área gestão têm buscado o desenvolvimento de projetos enxutos para enfrentar os desafios de projetos inovadores e muito complexos.

2.1.4 Abordagem Ágil na Gestão de Projetos

Desde a década de 1950 a produção enxuta tem evoluído e foi implementada com sucesso nas indústrias do mundo todo (Aziz e Hafez, 2013). Outro desenvolvimento na gestão de projetos foi a introdução do gerenciamento ágil.

De acordo com Sohi et al. (2016), o gerenciamento ágil foi desenvolvido na indústria de software e em muitas outras indústrias, incluindo a indústria da construção. Segundo os autores esta abordagem tem como objetivo aumentar a relevância, a qualidade, a flexibilidade e o valor do negócio.

A construção enxuta e o gerenciamento ágil de projetos são os dois principais representantes recentes das filosofias de gestão emergentes. Para Chin (2004), o gerenciamento ágil de projetos é a arte de gerir mudanças de requisitos associados com as incertezas do projeto, para que se torne uma força positiva, tanto para o projeto quanto para o negócio. Segundo o autor, o gerente de projeto orienta a equipe através das mudanças necessárias para trazer o projeto a uma conclusão bem-sucedida.

Os processos ágeis têm gerado diversos benefícios na gestão de projetos – melhorias em relação ao valor, capacidade de organização, produtividade, qualidade e satisfação nos negócios. No entanto, de acordo com Chen et al. (2007), algumas reivindicações ágeis, como retrabalho, incorporadas ao processo, as mudanças de desenvolvimento reversíveis, poderiam não funcionar em algumas fases de um projeto de construção. Na construção, a flexibilidade de mudança pode ocorrer na fase de projeto, porém na fase de construção torna-se bem mais difícil.

Os gerentes de projeto terão que se adaptar ao gerenciamento ágil, mudando o foco do conhecimento técnico para a cultura, para o fator humano, e para habilidades sociais (EVERTS et al., 2011). Os autores concluem que para dar suporte a esta abordagem torna-se necessário considerar que o aspecto humano tem precedência sobre a estrutura, e que a interação é mais importante do que as ferramentas de gestão e processos.

2.1.5 Tempo Extra (Buffers)

Para Russel et al. (2013), um buffer de tempo é definido como o tempo extra adicionado durante o planejamento para as durações das tarefas individuais, para compensar a incerteza e proteger contra a variação de fluxo de trabalho, para assegurar um *handoff* previsível para as equipes subsequentes. Além disso, segundo os mesmos autores, compreender a aplicação dos buffers de tempo e sua frequência associada com a gravidade do projeto possibilita ajudar os gestores de construção abordar áreas problemáticas potenciais e ineficiências de forma priorizada. De acordo com os mesmos autores em outra pesquisa realizada, os buffers são utilizados na construção para absorver a variação causada pela complexidade inerente e a incerteza presente nos projetos de construção (RUSSEL et al. 2014).

Os resultados demonstraram neste estudo de caso, que o Last Planner System é um modelo eficaz para o planejamento, que, além de melhorar o desempenho dos projetos, contribuiu para que os envolvidos compreendessem o motivo da aplicação dos tempos extras. Isto permitiu que seus esforços fossem focados em abordar estrategicamente as áreas mais críticas de preocupação e incerteza.

A variabilidade do fluxo muitas vezes resulta em tempos de ciclo mais longos, reduzindo o rendimento dos trabalhos causando aumento do desperdício na produção, proporcionando um impacto negativo sobre o desempenho do projeto. De acordo com Sacks e Partouche (2009), os investimentos em recursos de logística, com vários caminhos paralelos torna o projeto mais estável, evitando gargalos nas cadeias de fornecimento.

Buffers (tempos extras inseridos no projeto) permitem limitar o armazenamento de material no local e asseguram um fluxo de trabalho contínuo. Para Liu et al. (2010), diferentes tipos de variação de fluxo afetam o desempenho do projeto, e a produtividade é melhorada quando este fluxo se torna mais previsível. Para Ballard (2003), ao invés de apenas manter os trabalhadores ocupados, a gestão do fluxo proporciona redução de prazo e maior produtividade no projeto.

Resultados de estudos de Horman e Thomas (2005) mostram que os buffers parecem estar relacionados com o desempenho do trabalho de construção. Embora a necessidade de serem replicados em estudos adicionais maiores, os resultados revelam que os níveis ideais de provisionamento de buffers podem ser observados pelos resultados de desempenho de trabalho. Segundo os autores, os buffers

parecem ser uma forma vantajosa para gerir determinadas circunstâncias. Entretanto, os resultados deste estudo mostram que estoques de buffers acima de determinados níveis não ajudam o desempenho e podem em algumas circunstâncias piorá-lo.

2.1.6 Fluxo de Trabalho

Nos sistemas enxutos, o fluxo de trabalho refere-se ao movimento de materiais, informações e equipamentos através do sistema (James e Jones, 1996). Segundo Lee et al. (2004), o fluxo de trabalho se refere ao fluxo de mão de obra de um local para outro. Para Bernardes (2001), o termo fluxo de trabalho pode ser usado para caracterizar o fluxo de mão de obra que desenvolve um determinado conjunto de operações no canteiro. Koskela (1992) considera que o ambiente produtivo é composto por atividades de conversão e de fluxo, e mesmo sendo as atividades de conversão as que agregam valor ao processo, o autor considera que o aprimoramento da gestão das atividades de fluxo constitui uma etapa primordial na busca pela melhoria dos índices de desempenho no processo produtivo.

Após implementação da prática enxuta, Castillo et al. (2014) concluem que houve melhorias no fluxo de trabalho, na capacidade real de produção, na confiabilidade operacional, na produtividade e na utilização do tempo. Para Ballard e Howell (2003), em vez de apenas manter os trabalhadores ocupados, a identificação e uma gestão eficiente do fluxo de trabalho proporcionam redução de prazo e maior produtividade. Estas descobertas, segundo os autores, podem ajudar os gerentes de projeto a focarem nos direcionadores reais de produtividade.

A construção enxuta abrange todo o ciclo de vida dos projetos de construção, cobrindo desde a definição do projeto, cadeias de suprimento, fabricação e uso (BALLARD, 2008). A construção enxuta estabelece fluxos produtivos em movimento, a fim de desenvolver sistemas de controle com o objetivo de reduzir as perdas durante o processo.

De acordo com McCurry e McIvor (2001), os princípios enxutos são fundamentalmente impulsionados pelo cliente em termos de entendimento de valor, análise de fluxo de valor, fluxo contínuo, "puxar, ao invés de empurrar", fluxo orientado a demanda, e perfeição. Segundo Sacks et al. (2009), a construção enxuta quando aplicada nos locais do sistema de produção aumentou os benefícios resultantes do fluxo de trabalho estável, reduzindo estoques com maior transparência ao processo.

O novo pensamento de gestão, como o de produção enxuta, esclarece que o melhor desempenho de trabalho e o custo podem ser alcançados através da melhoria da confiabilidade dos fluxos. Segundo o autor, neste contexto, o pensamento enxuto retrata fluxos confiáveis como a disponibilidade no tempo adequado de recursos, ou seja, materiais, informação e equipamentos (Thomas et al. 2002). A variação de fluxo é uma das causas para o desperdício porque cria interrupções no sistema de produção (LINDHARD, 2014). A ocorrência da variação pode afetar o fluxo de produção e, com isso, diminuir a produtividade (GONZÁLEZ et al. 2010). Nesta perspectiva, uma gestão mais eficiente a partir de modelos mais flexíveis, com um controle de fluxo, pode melhorar o desempenho do sistema de produção e eliminar desperdícios.

2.1.7 Benefícios da Aplicação da Construção Enxuta

Este tópico baseou-se na revisão sistemática de literatura para comprovar que a melhoria da confiabilidade do fluxo melhora a produtividade em projetos de construção. Para Castilho et al. (2014), a filosofia enxuta sugere uma nova visão para o sistema de produção. Esta visão integra dois componentes principais de produção: transformações e fluxos, e propõe uma nova definição: a produção é um fluxo de materiais e informações que cria um produto final. Nesta nova conceituação, ocorre transformação de materiais, inspeções, movimentos e atrasos. Watkins et al. (2009) confirmam por meio do resultado de suas pesquisas, que por meio da utilização da construção enxuta ocorre uma gestão mais eficaz do fluxo, melhorando de forma expressiva o desempenho dos projetos.

Seguindo esta mesma alegação, Issa (2013) define a construção enxuta como uma estratégia de gestão da produção, que assegura um aperfeiçoamento contínuo e significativo no desempenho do processo de negócios por meio da eliminação de desperdício de tempo e outras atividades que não agregam valor ao produto ou serviço entregue ao cliente.

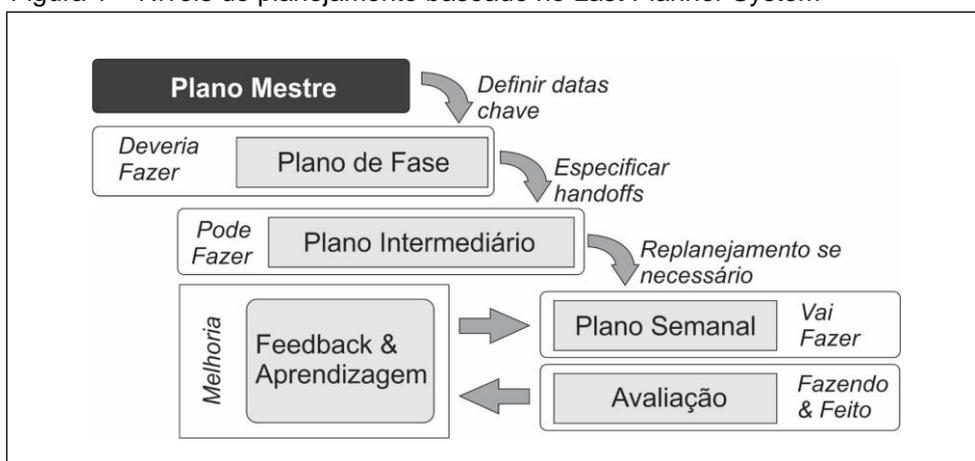
As primeiras implementações do LPS começaram em 1992, e o ritmo de execução aumentou acentuadamente a partir de 1998 com a publicação de “Shielding Production” (BALLARD e HOWELL, 1998). Portanto, considerando que o LPS é uma filosofia e um conjunto de princípios e ferramentas destinados a melhorar a confiabilidade do fluxo por meio de melhores estratégias de planejamento, esse modelo pode ser considerado propício para um controle mais efetivo das atividades

do projeto. Wambeke et al. (2012) sugeriam que o LPS tem a capacidade de reduzir a variação do fluxo e melhorar o desempenho do projeto. O autor afirma que a variação do fluxo é influenciada pelas incertezas inerentes aos projetos de construção, gerando desperdício que pode ter um efeito significativo sobre a produtividade.

2.1.8 Last Planner System (LPS)

De acordo com Bortolazza, Costa e Formoso (2005), o Last Planner System (LPS) foi implementado desde 1996 em todo o mundo em um grande número de construtoras. Para Priven e Sacks (2015), o LPS fortalece a comunicação contribuindo com o relacionamento entre os membros das equipes de trabalho. Segundo os autores, o fortalecimento na comunicação e na colaboração resultou na melhoria da qualidade e na estabilização dos fluxos de trabalho. O. Alsehaimi et al. (2014) concluíram em suas pesquisas que o LPS provou ser uma abordagem proativa para reorganizar o processo de planejamento, auxiliando no planejamento colaborativo, capacitando os envolvidos a serem mais eficientes, produtivos e organizados.

Figura 1 – Níveis de planejamento baseado no Last Planner System



Fonte: Adaptado de Ballard e Howell (1998)

O LPS defende a ideia de hierarquização do planejamento, referido por Laufer e Tucker (1987). Neste sistema o planejamento está dividido em três níveis, conforme Figura 1. O plano gerado no nível corporativo é destinado a alta gerência para facilitar a identificação dos principais objetivos do empreendimento. Segundo Gao e Low (2014), este plano é desenvolvido a partir dos critérios e requisitos do design para o atendimento das necessidades do cliente. O Plano Master deve estabelecer os

marcos globais e as restrições que regem o projeto como um todo (BALLARD, 2000). Este plano engloba toda fase da construção, visando principalmente a coordenação de atividades de longo prazo. Dependendo dos ativos organizacionais da empresa, estes planos podem não ser muito detalhados em consequência da falta de informações históricas sobre o empreendimento. Após o término do plano de projeto, os orçamentos, cronogramas gerais e as datas-marco (milestones) são elaborados, incluindo as datas de conclusão e entrega do empreendimento (BALLARD e HOWELL, 1998).

O pensamento enxuto sobre os sistemas de produção na construção preconiza que o LPS melhora o fluxo de trabalho através da criação de um fluxo de tração de recursos, e alivia os gargalos existentes filtrando os pacotes de trabalho que não estão prontos para execução (BALLARD, 2000). As práticas de gestão convencionais e sua teoria subjacente são muito questionadas por vários pesquisadores. De acordo com Koskela e Ballard (2006), o LPS provou funcionar melhor na prática do que o gerenciamento de projetos convencional. Segundo os mesmos autores, a gestão de projetos deve ser baseada em teorias de produção e não apenas no sentido econômico.

A baixa confiabilidade no fluxo de trabalho, segundo Liu e Ballard (2009), é o principal registro do lado sombrio da contribuição da indústria da construção. Através de um planejamento adequado torna-se possível reduzir a variabilidade do fluxo e conseqüentemente melhorar o processo produtivo. Uma pesquisa recente de Liu e Ballard (2008) demonstrou a existência de uma correlação significativa entre a confiabilidade do fluxo de trabalho e a produtividade do trabalho para projetos de construção. Um plano de trabalho preciso e continuamente atualizado é essencial para coordenar os diversos aspectos das tarefas e manter alta produtividade.

No modelo do Last Planner, o Plano de Fase estrutura o trabalho e o controle da produção fornecendo metas para orientação. Sem isso, não há garantias de que o trabalho certo esteja sendo preparado e executado no momento certo para atingir os objetivos do projeto. O objetivo do Plano de Fase é integração e coordenação das operações de vários especialistas. O nível de detalhe neste nível é determinado pelo requisito de que o plano especifique as transferências entre os especialistas envolvidos na realização da pesquisa. Essas transferências tornam-se metas a serem alcançadas através do controle de produção. O Plano Intermediário ocorre no nível de médio prazo, e de acordo com Ballard (1997) significa o primeiro passo do

planejamento da produção com um horizonte temporal, e normalmente contempla o período de duas a seis semanas. Nesta fase, as atividades são divididas em nível de processos, as restrições são identificadas, as responsabilidades são atribuídas e as atribuições determinadas.

O Plano Semanal ocorre no nível de curto prazo. De acordo com Ballard (2000), as atividades deste plano ocorrem através de planos semanais em que a equipe de execução é orientada de forma direta, através da atribuição de um plano contendo os pacotes de trabalho conforme definidos no plano. A inclusão do Plano Intermediário (Lookahead Plan) foi motivada pela simples observância de que os mecanismos de proteção da produção do nível de curto prazo eram insatisfatórios no sentido de criar condições para que as equipes de trabalho atingissem uma eficiência adequada Ballard (2000). Neste nível, o Plano Master é detalhado e ajustado a partir da maior disponibilidade de informações sobre o empreendimento (BALLARD e HOWELL, 1998). O Plano Intermediário foi proposto por Ballard (2000) com o objetivo de preparar as atividades que poderiam ser realizadas, conectando o planejamento de longo prazo ao planejamento semanal.

O Plano Semanal é o nível no qual são especificados os meios para atingir os objetivos estabelecidos no Plano Mestre. Isso se realiza por meio da geração dos planos semanais de trabalho que orienta de forma objetiva a execução dos pacotes de trabalho pelas equipes funcionais. Neste momento se gerencia também o comprometimento das equipes em realizá-los (BALLARD, 2000). A maioria dos problemas enfrentados no nível funcional pode ser evitada se no Plano Intermediário houver uma análise mais efetiva e cuidadosa dos trabalhos a serem incluídos no Plano Semanal. O produto final deste plano é uma lista de tarefas a serem realizadas no curto prazo, das quais existe um compromisso por parte dos membros das equipes funcionais (BALLARD e HOWELL, 1998).

Para O. AlSehaimi et al. (2014), o LPS foi desenvolvido para tornar os programas mais previsíveis, aumentando assim as chances de entregar projetos no prazo. Segundo o autor, o LPS permite o gerenciamento colaborativo da rede de relações e comunicações necessárias para garantir a coordenação de programas eficazes, planejamento de produção e entrega do projeto. Priven e Sacks (2015) afirmam que o LPS produz uma rede social entre os subcontratados melhorando a comunicação e contribuindo para melhorar a coordenação no projeto. Os autores

entendem que a implementação do LPS parece desempenhar um forte papel em forjar o desenvolvimento de uma rede social entre os envolvidos no projeto.

2.1.9 Indicadores de Desempenho da Produção Enxuta

Para que as empresas assegurem a realização de seus objetivos e metas, as medidas de desempenho são usadas para avaliar, controlar e melhorar os processos de produção (GHALAYINI e NOBLE, 1996). O design de sistemas de medição de desempenho apropriados para as empresas modernas de fabricação é um tema de crescente preocupação tanto para os acadêmicos quanto para os profissionais (NEELY et al., 1997).

A medição de desempenho pode, também, ser considerada como o principal meio de induzir coerentemente a tomada de decisão e a realização de ações, podendo ser usada para influenciar o comportamento e, assim, afetar a implementação das estratégias de uma empresa (NEELY et al., 1994). Segundo Crowther (1996), a sobrevivência de uma organização depende principalmente da sua habilidade em avaliar o desempenho e selecionar estratégias que a permitam atingir um desempenho adequado.

A avaliação do desempenho dos negócios é de importância crucial para a comunidade empresarial. Crowther (1996) argumenta que uma avaliação significativa do desempenho só pode ser realizada uma vez que os propósitos de qualquer avaliação foram claramente articulados e que as medidas apropriadas só podem ser construídas assim que essa articulação ocorreu. Para o autor, a medição do desempenho é fundamental para qualquer consideração da avaliação do desempenho considerando o porquê de medir e o que medir.

A teoria da medição afirma que esta é essencialmente um processo comparativo, e a comparação fornece o objetivo da medição (CHURCHMAN, 1967). A medição permite a comparação dos constituintes de desempenho temporariamente ao permitir a conferência de um período de tempo com outro, geograficamente, permitindo a comparação de uma empresa, setor ou nação com outra, ou então, estrategicamente, ao permitir confrontações de cursos alternativos de ação e suas consequências projetadas.

Melnyk (2014) argumenta que o gerenciamento e a medição de desempenho (GMD) são fundamentadas para a gestão eficaz e eficiente de qualquer negócio. O

GMD facilita o controle efetivo e a correção ao informar o nível atual de desempenho e comparando-o com o nível desejado. Para Magretta e Stone (2002), o mais importante ainda, é que o GMD também comunica a intenção estratégica e a importância para o resto da organização em termos do que foi medido e, quão importante aquilo que não foi medido.

A medição de desempenho também está evoluindo a uma taxa considerável para combater novas realidades organizacionais. Devido à luta pela supremacia industrial, o conceito de performance, como é medido e avaliado, está passando por uma nova transformação nas organizações empresariais modernas. O ambiente externo está sendo identificado como a próxima fronteira da medição de desempenho, assim, nos próximos anos, espera-se que ocorra um aumento significativo no desenvolvimento da medição de desempenho interorganizacional (FOLAN e BROWNE, 2005).

Como resultado, Nudurupati (2011) considera que as empresas precisam se tornar mais ágeis em relação às necessidades dos clientes e em relação às necessidades do mercado, com um número maior de produtos específicos, de clientes e / ou serviços, processos mais flexíveis, fornecedores e recursos coordenados através de uma série de organizações ao longo da cadeia de suprimentos com redução dos custos.

A fim de responder de forma proativa aos desafios desta nova realidade, a gestão requer atualização e informações precisas do desempenho de suas atividades. Estas informações sobre o desempenho precisam ser integradas de forma dinâmica, acessível e visível para auxiliar a tomada de decisão rápida para promover um estilo de gestão proativa que leva à agilidade e capacidade de resposta.

2.2 Gerenciamento de Projetos

Por definição, segundo Shah (2012), gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto para o cumprimento de seus requisitos. Para Srivannaboon e Milosevic (2006), o gerenciamento de projetos é uma forma especializada de gestão, semelhante a outras estratégias funcionais, que é usada para realizar uma série de metas de negócios, estratégias e tarefas de trabalho dentro de um cronograma e orçamento bem definido.

Os autores afirmam que a essência do gerenciamento de projetos é apoiar a execução da estratégia competitiva da organização para entregar um resultado desejado. No entanto, há preocupações crescentes sobre a fundamentação teórica por trás das áreas de conhecimento da metodologia de gerenciamento de projetos. Segundo (KOSKELA, 2000), a construção tradicional é adequada para projetos de desafios moderados e de tamanho médio. Este mesmo autor aponta ainda que o modelo tradicional considera apenas atividades de conversão, desconsiderando atividades de fluxo (transporte, movimentação e espera). Koskela (1992) pondera que todas as atividades do projeto possuem custos e consomem tempo, mas somente as atividades de conversão agregam valor ao processo – o autor também pondera que a gestão das atividades de fluxo é relevante para o planejamento e para o controle do processo produtivo.

O gerenciamento de projetos era visto como uma boa alternativa para o processo de gestão, mas não o essencial para a sobrevivência da organização. Atualmente, o gerenciamento de projetos evoluiu como uma metodologia estruturada considerada obrigatória para a sobrevivência das empresas. As organizações perceberam a grande vantagem de considerar suas rotinas diárias e o seu negócio como uma série de projetos inter-relacionados. Consequentemente, o gerenciamento de projetos passou a ser considerado como um processo de negócio, no qual os gerentes de projeto passam a tomar as decisões de negócio da mesma maneira quanto às decisões de projeto.

De acordo com Naaranoja et al. (2007), a estratégia é um componente importante para direcionar toda a organização no mesmo sentido. Para eles, cada projeto deve ter uma direção clara para onde ir e neste sentido todos os envolvidos devem ter o mesmo entendimento. A gestão estratégica ajuda os gestores a formularem e implementarem a estratégia usada para atingir os objetivos de negócios de uma organização – o gerenciamento de projetos garante maior rapidez e eficiência na implementação das estratégias de negócios (HAUC e KOVAC, 2000). Segundo o autor, a gestão estratégica orientada a projetos representa um modelo em que as estratégias comerciais podem ser rapidamente formuladas e, por outro lado, elas podem ser implementadas de forma rápida e econômica através de projetos.

Yaghootkar e Gil (2012) consideram o gerenciamento de projetos como a arte de coordenar recursos do projeto durante seu ciclo de vida utilizando ferramentas e técnicas adequadas para atingir objetivos de custo, tempo, escopo e qualidade. Para

Bryde (1995), o gerenciamento de projetos é amplamente utilizado para implementação da estratégia corporativa. Neste contexto, Al-Sedairy (2001) acrescenta que devido à concorrência global, a escassez de recursos, e a inovação tecnológica, tudo isto exerce forte pressão sobre a organização forçando-as a se adaptarem nesta nova dinâmica para sobreviverem. Lappe e Spang (2014) concluíram que as empresas que investiram na implementação de gerenciamento de projetos tiveram um custo-benefício positivo no que diz respeito às dimensões de custos individuais. Os autores declaram que os investimentos em otimização da gestão e iniciativas que incluem a padronização dos processos acarretaram um efeito positivo.

Patah e Carvalho (2007), ao analisarem a relação entre investimentos realizados para a implantação do gerenciamento de projetos em uma empresa multinacional do setor de energia da Alemanha, concluíram no seu estudo de caso que as economias resultantes chegaram em uma relação de custo-benefício de 1:9,6 por dólar investido.

De acordo com Dybå e Dingsøyr (2015), quanto maior a incerteza inerente a um projeto, mais difícil trabalhar com abordagens tradicionais, uma vez que são baseadas em uma sequência fixa de atividades que não permitem redefinir as atividades. Por isso, para os autores, quanto maior for a complexidade do projeto os gestores precisam adotar abordagens menos focadas no planejamento, e mais em direção da flexibilidade e aprendizagem.

2.2.1 Gerenciamento Tradicional de Projetos x Metodologias Ágeis

Não é em todas as organizações que o gerenciamento ágil é mais eficaz que o gerenciamento de projetos tradicional, relata Kaczorowska (2015). De acordo com o autor, esta ferramenta torna-se menos eficaz quando sua utilização não é precedida por uma análise de benefícios desejados e condições específicas que têm que ser satisfeitas, entre outras, tomadas de decisão, cultura organizacional e padronização das práticas de gerenciamento de projetos. Para Stare (2013), no gerenciamento de projetos tradicional a solução e o conhecimento dos requisitos são claramente definidos, grandes mudanças no escopo não são esperadas, e os projetos são rotineiros e repetitivos usando um modelo comprovado.

De acordo com Dybå e Dingsøyr (2015), quanto maior a incerteza inerente a um projeto, torna-se mais difícil trabalhar com abordagens tradicionais, uma vez que

estas são baseadas em uma sequência fixa de atividades que não permitem redefinição das atividades. Por isso, para os autores, quanto maior a complexidade do projeto maior a necessidade da adoção de abordagens menos focadas no planejamento, e mais direcionada na flexibilidade e aprendizagem.

Para o PMI (2017), a noção básica por trás do modelo tradicional de gestão é que todos os requisitos do sistema devem ser documentados, a estrutura de divisão de trabalho deve ser cuidadosamente construída e todas as atividades devem ser definidas e programadas. Logo, tanto o custo quanto o esforço estimado devem ser meticulosamente detalhados em um plano de ação, para que no processo de execução este plano possa ser cuidadosamente controlado através da utilização de ferramentas e técnicas constantes em seu padrão de melhores práticas.

Quadro 1 – Metodologias Ágeis Vs. Metodologias Tradicionais

Metodologias Tradicionais	Metodologias Ágeis
Plano direcionado à previsão	Respostas se adaptam com mudanças emergentes
Centrado em planejar o futuro em detalhes	Ênfase em adaptar-se às mudanças de objetivo
Equipes relatam exatamente o conjunto de ações planejadas	Equipes mudam de direção quando projetos mudam
Divisão rígida dos projetos em fases distintas	Cada tarefa da etapa do projeto surge do resultado da tarefa anterior
Exige definição detalhada dos compromissos	Foco na funcionalidade mais viável para entregar um benefício do negócio
Depende de uma estrutura rígida	Adota a criatividade
Resistente a mudanças	Acolhe mudanças
Demora para responder às mudanças de requisitos	Resposta imediata para mudanças de requisitos

Fonte: Wells, H., Dalcher, D., e Smyth, H. (2015). The adoption of agile management practices in a traditional project environment: An IT/IS Case Study. In System Sciences (HICSS).

Segundo Owen et al. (2006), no gerenciamento de projetos tradicional a elicitação de requisitos geralmente desencoraja futuras adaptações no plano de projeto, uma vez que este plano já está em execução. Segundo os autores, depois que os requisitos estão definidos eles são recompilados em grupos lógicos, muitas vezes para criação de marcos de entrega. Assim, qualquer mudança é vista como um evento de risco. Os autores Wells et al. (2015) resumem as diferenças entre as metodologias ágil e tradicional conforme apresentado no Quadro 1.

Demir et al. (2014) argumentam que as empresas buscam, nas metodologias ágeis combinadas com a construção enxuta, uma forma de gerenciar projetos de

construção. Andersson et al. (2006) consideram a construção enxuta adequada para lidar com ambientes estáticos ou previsíveis, e Sheffield e Lemétayer (2013) ponderam que as metodologias ágeis de gerenciamento de projetos são próprias para lidar com ambientes dinâmicos e incertos.

Loforte Ribeiro e Timóteo Fernandes (2010) afirmam que os métodos ágeis têm sido bem-sucedidos em relação ao aumento da satisfação do cliente, e à redução de tempo e custo em um mercado em condições incertas. Segundo os autores, as principais características dos métodos ágeis são a flexibilidade e o desenvolvimento altamente interativo com forte ênfase na participação das partes interessadas.

O gerenciamento ágil oferece soluções comuns para problemas persistentes, como estimativas pobres e cronogramas mal elaborados (KARLESKY e VANDER VOORD, 2008). Para os autores, o gerenciamento ágil sustenta as mudanças que acontecem porque elas têm que acontecer, e devem ser geridas ao invés de serem evitadas. A aplicação do gerenciamento ágil pode ser descrita em termos de atitudes e práticas organizacionais, impactando sobre o planejamento, execução do projeto, e sobre os métodos de controle e aprendizagem organizacional (OWEN et al., 2006).

Como outras profissões, o gerenciamento de projetos está em constante desenvolvimento e novas técnicas mais eficazes vão surgindo e sendo estabelecidas. Como uma abordagem moderna e inovadora, o gerenciamento ágil é mais frequentemente mencionado por muitos especialistas como o gerenciamento de projetos do século 21 (STARE, 2013).

2.2.2 Problemas no Gerenciamento de Projetos Tradicional

O ambiente de construção é extremamente dinâmico. Ballard (2000), considera que é muito difícil elaborar planos confiáveis muito antes da execução, principalmente pela variabilidade e incertezas em seus processos. A abordagem tradicional difere da gestão enxuta não apenas nas metas que se propõe, mas também na estrutura de suas fases, e no relacionamento dos envolvidos com estas fases (BALLARD e HOWELL, 2003). Segundo os autores, um ganho fundamental na utilização da construção enxuta é a entrega do produto, minimizando o desperdício ao mesmo tempo que maximiza seu valor para o cliente.

Retomando os trabalhos de Aziz e Hafez (2013), podemos observar que os sistemas de gestão tradicionais não se concentram nos processos de produção, mas

são orientados para resultados. Esta atitude enfatiza a correção de problemas e combate a incêndios, em vez de focar na prevenção de problemas, planejamento e aprendizagem, como preconizado pelas metodologias enxutas. Em síntese, esta pesquisa e suas conclusões contribuem com uma compreensão mais aprofundada da construção enxuta como instrumento capaz de melhorar o controle da produção e resolver os problemas que os modelos de gestão tradicional até o momento não conseguiram solucionar.

De acordo com Kalsaas (2011), as práticas de gerenciamento de projetos tradicionais e sua teoria subjacente são contestadas por vários estudiosos da comunidade da construção enxuta. Para Aziz e Hafez (2013), embora a produtividade na indústria da construção venha declinando no mundo todo, a construção enxuta vem como solução para melhorar a situação. Entretanto, considerando a premissa de que todos os métodos de gestão de produção têm a sua contribuição, e que não existe um único método que satisfaça completamente todos os requisitos de um sistema de produção, a integração das ferramentas e técnicas da construção enxuta com a abordagem do gerenciamento de projetos tradicional pode trazer benefícios importantes para a gestão no setor da Indústria da Construção Civil.

Enquanto na abordagem tradicional, os planos de trabalho definem as atividades do cronograma que serão executadas a partir de um plano mestre sem qualquer consideração real do que a equipe é realmente capaz de fazer (CHOO et al., (1999). Segundo (Fernandez-Solis et al., 2012) o LPS ajuda a superar estas questões proporcionando um ambiente de produção previsível, diminuindo a variabilidade do fluxo de trabalho, planos confiáveis considerando as restrições existentes, redução de custo e de tempo do projeto, melhoria da produtividade e maior colaboração entre os envolvidos. Conforme sustentado por Ballard (2000), os planos de trabalho são baseados em tarefas realizáveis que servem como compromisso com o que realmente deve ser executado.

2.2.3 Desperdício na construção civil

De acordo com Al-Aomar (2012), o conceito da produção enxuta baseia-se em controlar os recursos de acordo com as necessidades do cliente e reduzir o desperdício. O autor define que a construção é uma indústria baseada em projetos, no qual a qualidade, o custo e o tempo são critérios fundamentais para o sucesso. Na

terminologia enxuta, o autor argumenta que a meta é atingir o mais alto nível de qualidade, concluir no menor tempo e executar dentro do menor custo.

Khanh e Kim (2014) apregoa que existe muitas atividades que não agregam valor nos projetos de construção. A maioria destas atividades passa despercebida ou sem supervisão durante a construção. Os autores reiteram que as atividades que não agregam valor representam os desperdícios que ocorrem na construção, e são os principais desafios enfrentados pelos gestores do setor. Nesta perspectiva, a construção enxuta é considerada como uma oportunidade para resolver os problemas prevalentes de desperdícios e do desempenho do projeto (ALI et al., 2008).

Segundo Liu e Ballard (2010), diferentes tipos de variação de fluxo e como eles afetam o desempenho do projeto de construção têm sido estudados por diversos pesquisadores. Koskela (1992; 2000) introduziu a perspectiva de fluxo no processo de gestão da construção, e Ballard (1994) introduziu o Last Planner System para estabilizar o fluxo de trabalho. Liu e Ballard (2010) concluem em seus estudos que a confiabilidade do fluxo está diretamente relacionada com a produtividade e que o Last Planner tem capacidade de reduzir a variabilidade encontrada no fluxo de trabalho. Variações são conhecidas por criar interrupções em um fluxo de produção pré-definido, interrupções que possuem a capacidade de causar desperdício se elas não forem geridas adequadamente (LINDHARD, 2014). Esta variação segundo o autor, se dissipa através do fluxo de produção e reduz a produtividade nos projetos.

2.2.4 Método do Caminho Crítico (MCC)

O cronograma físico-financeiro do projeto é o principal documento incluído em qualquer Plano de Projetos. O cronograma é responsável por controlar o tempo do projeto – ele relaciona recursos, tarefas e a linha de base juntos. Uma vez que um gerente de projeto possui lista de recursos e estimativas de esforço na estrutura de trabalho ele está preparado para planejar as ações do projeto. Este processo ajuda o gestor evitar riscos indesejáveis envolvidos no projeto. O Método de Caminho Crítico é um elemento-chave na análise de rede do cronograma (DWIVEDI, 2010). Geralmente, um método de análise de cronograma tenta descobrir informações do não cumprimento da duração das atividades em relação ao planejado (linha de base), e assim resolver conflitos e reivindicações das partes interessadas (ARDITI e PATTANAKITCHAMROON, 2006). Para os autores, os métodos de análise de

cronograma existentes ainda apresentam algumas deficiências como a impossibilidade de mudanças no caminho crítico, bem como a maioria dos métodos se concentra apenas nas atividades atrasadas ignorando os efeitos das atividades reduzidas no tempo na duração total do projeto

O MCC é uma ferramenta de planejamento adequada aos requisitos de planejamento para introdução de novos produtos industriais. O MCC utiliza um fluxograma detalhado descrevendo a introdução do novo produto. Identifica a sequência em que as atividades devem ser concluídas e, ao totalizar alocações de tempo para cada atividade, identifica o caminho crítico (o caminho mais longo) para a conclusão da tarefa. O método do caminho crítico foi aplicado ao desenvolvimento e comercialização de novos produtos de todos os tipos, incluindo automóveis e programas de computador (MODER e PHILLIPS, 1964). Segundo os autores, a técnica exige o estabelecimento de objetivos e especificações do projeto, exigindo que o gestor identifique claramente o que é importante e o que deve ser realizado.

2.2.5 Gerenciamento do Valor Agregado (GVA)

O gerenciamento de valor agregado ajuda um sistema simultâneo de controle de tempo e custo a ser conduzido de acordo com o escopo do projeto. Como é comum no contexto do gerenciamento de projetos, o método do valor agregado é aplicado para realizar o projeto tanto no orçamento quanto no tempo com um nível de qualidade aceitável. Nesse sentido, dois índices de desempenho chamados de Índice de Desempenho de Agenda (IDA) e Índice de Desempenho de Custo (IDC) são usados como métricas (NOORI et al. 2008)

Os parâmetros básicos de GVA, geralmente expressos em unidades monetárias, são: Valor Planejado (VP), que é o custo planejado das tarefas programadas para serem realizadas durante um determinado período. Ele responde à questão de quanto planejamos gastar para o projeto e de quanto trabalho deve ser concluído até essa data.

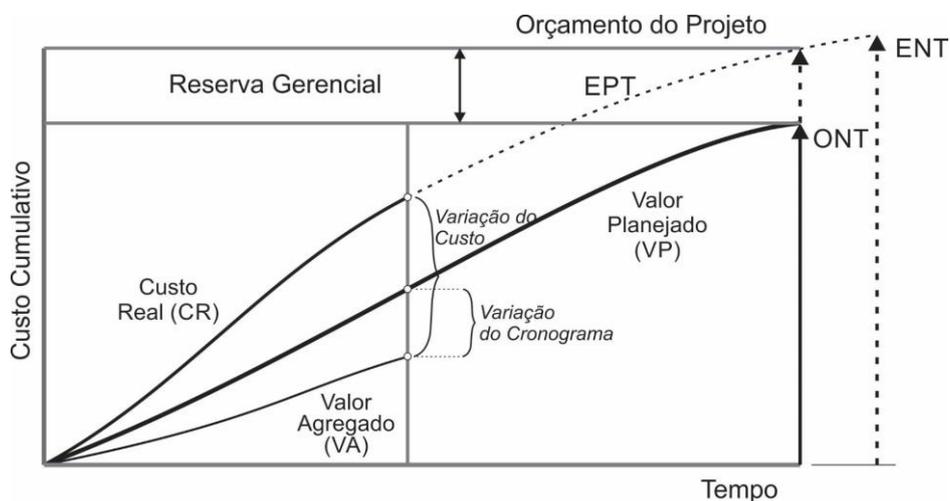
O Valor Agregado (VA) é o custo orçado para realizar o trabalho que foi concluído. Indica a quantidade de trabalho que foi concluído. O custo real (CR) é o custo para realizar o trabalho por uma data específica. Ele responde à questão de quanto gastou realmente para entregar o valor obtido (LI et al., 2008). Segundo estes

autores, os indicadores mais importantes do status do projeto são variância de custo ($VC = VA - CR$) e variância de prazo ($VPR = VA - VP$) conforme Figura 2.

Um resultado de VC negativo indica que um projeto está superando seu orçamento de desenvolvimento. Um resultado VPR desfavorável ocorre quando os custos reais excedem o orçamento para o trabalho concluído. O progresso do projeto é determinado comparando o valor obtido com a linha de base do projeto durante o projeto. Todas essas variáveis são comumente exibidas em um único diagrama.

Conforme o projeto evolui, baseado em seu desempenho, torna-se possível que a equipe do projeto possa elaborar uma previsão para estimar o valor do projeto no término (ENT) que dependendo da situação pode ser diferente do orçamento no término (ONT). Se ficar evidente que o ONT não é mais alcançável, o gerente deve considerar a ENT prevista. A elaboração de uma previsão da ENT envolve a execução de prognósticos de condições e eventos no futuro do projeto, com base nas informações de desempenho atuais e outros conhecimentos disponíveis no momento da previsão. As ENTs são baseadas nos custos reais incorridos para o trabalho executado, somados a uma estimativa para terminar (EPT) o trabalho restante.

Figura 2 – Componentes da Análise do Valor Agregado



Fonte: PMI (2017)

Uma vez que o projeto está em andamento, os dados de desempenho reais são coletados e a análise de valor obtida é aplicada contra o plano de referência em pontos pré-definidos. Os gerentes de projetos utilizam essas informações para monitorar os custos e tomar medidas corretivas conforme necessário para revisar o curso do projeto. Espera-se que as mudanças de escopo sejam mínimas, uma vez

que o escopo do projeto é bem pensado na fase inicial de seu planejamento. As mudanças do escopo são gerenciadas através de um processo de controle de mudanças (CABRI e GRIFFITHS, 2006).

2.3 Análise das Metodologias Ágeis na Gestão de Projetos

A revisão de literatura sobre metodologias ágeis pode contribuir para responder algumas indagações sobre como as metodologias ágeis contribuem com o processo de gestão para resolver problemas de cumprimento dos objetivos do projeto (O. ALSEHAIMI et al., 2014), bem como com a satisfação dos clientes (SACKS et al., 2007) em projetos de construção?” Diversos pesquisadores consideram que o gerenciamento ágil de projetos tem a capacidade de melhorar o desempenho dos projetos no setor de construção. Entretanto, foram apresentados princípios fundamentais para se obterem maiores benefícios com esta abordagem: foco no cliente, fluxo contínuo, criação de valor para o cliente, planejamento puxado e busca pela perfeição.

Quadro 2 – Suporte em relação às metodologias ágeis quanto às expectativas do cliente

<p>Al-Aomar (2012) – Projetos raramente terminam a tempo, dentro do orçamento, ou em um nível de qualidade aceite pelo cliente. Assim, a gestão enxuta pode melhorar o desempenho dos projetos.</p> <p>Aziz e Hafez (2013) – Para se obter o máximo benefício da abordagem enxuta existem 5 princípios fundamentais que devem ser seguidos: (1) permitir que o cliente defina valor em seu produto; (2) fluxo de valor; (3) fluxo contínuo na cadeia de processos; (4) produção puxada; e (5) busca pela perfeição.</p> <p>Bertelsen e Emmitt (2005) – A construção enxuta é um processo de fornecimento de valor para o cliente através de um sistema de produção temporário – sem um entendimento das necessidades do cliente, a definição de valor torna-se vaga e intangível podendo gerar desperdícios ainda mais intangíveis.</p> <p>Chen et al. (2007) – As formas tradicionais de planejar, executar e gerenciar os processos de construção veem enfrentando desafios sem precedentes.</p> <p>Karlesky e Vander Voord (2008) – O gerenciamento ágil de projetos oferece soluções comuns para problemas persistentes, como estimativas pobres e cronogramas elaborados de forma equivocada</p> <p>Kimsey (2010) – A produção enxuta é uma filosofia de gestão que examina os processos organizacionais a partir de uma perspectiva do cliente com o objetivo de reduzir o uso de recursos e criar valor para o cliente.</p> <p>Loforte Ribeiro e Timóteo Fernandes (2010) – Os métodos ágeis têm sido bem-sucedidos em relação ao aumento da satisfação do cliente, e à redução de tempo e custo quando as condições são incertas.</p> <p>Niemi-Grundström (2014) – O pensamento enxuto começa a partir de um profundo entendimento com as partes interessadas, onde o desenvolvimento de produtos/serviços deve ser realizado com foco no cliente.</p>
--

Em atenção ao cumprimento dos objetivos do projeto, ficou claro que as abordagens ágeis cumprem seu papel na solução de problemas, como o aumento da satisfação do cliente, redução da duração e do custo dos projetos, e aumento do valor percebido pelo cliente. É fato que grandes somas de dinheiro e uma boa quantidade de tempo são investidas em um projeto de construção. Porém, é no seu início que a quantidade de dinheiro gasto está no seu ponto mais baixo, assim as possibilidades de influenciar a concepção e a direção do projeto estão no seu ápice, ou seja, é nesta fase que os projetos de construção têm muita flexibilidade. Depois que o projeto iniciou a fase de construção, as alterações a serem realizadas podem tornar-se muito caras, despendendo tanto em tempo como em dinheiro real gasto.

Entretanto, foram encontradas citações na literatura que apontam algumas barreiras para implementação de metodologias ágeis em projetos de construção. Demir et al. (2014) consideram que projetos de construção em fases mais avançadas não têm a mesma flexibilidade do que os projetos do setor da TI, por exemplo. Portanto, no caso da construção civil, as metodologias ágeis têm maior potencial para serem implantadas nas fases iniciais do projeto. A implementação de abordagens ágeis na concepção pode melhorar a comunicação entre os envolvidos e resultar em um design mais preciso que atinja a satisfação de todos os intervenientes. Um design bem elaborado e com menos erros antes do início da construção diminui os riscos de alterações, e tende a reduzir custos extraordinários no projeto (JOHANSSON, 2015).

Quadro 3 – Construção enxuta como ferramenta de gestão melhora a produtividade

Ballard et al. (2003) – A aplicação de técnicas enxutas melhora a geração de valor e a redução de desperdício.

Fernandez-Solis et al. 2012 – Os benefícios percebidos por meio da aplicação do LPS foram: (1) fluxo de trabalho constante; (2) planos de trabalho previsíveis; (3) redução de custo; (4) redução na duração; (5) melhoria da produtividade e na colaboração entre os envolvidos.

Horman e Kenley (1996) – A junção das abordagens da produção enxuta e de gerenciamento de projetos permite o desenvolvimento da metodologia de gerenciamento de projetos enxutos – esta abordagem concentra-se na eficácia e eficiência da entrega de valor e melhoria da produtividade.

Kärnä e Junnonen (2005) – A concorrência do mercado obrigam os gestores a buscarem maneiras de melhorar a produtividade, a qualidade e a eficiência por meio da adoção de metodologias ágeis em sinergia com o gerenciamento de projetos.

Wambeke, Liu e Hsiang (2012) – O LPS tem o poder de reduzir a variação de fluxo e assim melhorar a produtividade do projeto. Os autores concluíram de forma empírica que o uso do LPS diminuiu a variação e aumentou a produtividade em 35% em relação a projetos que não utilizavam esta metodologia.

Yu et al. 2009 – Devido ao longo tempo de entrega e o desperdício no processo de construção muitos construtores passaram a buscar por um modelo de produção mais eficiente que melhore a produtividade e reduza o prazo de entrega.

Outro ponto importante abordado neste trabalho foi a consideração de diversos autores, entre eles (HOWELL et al., 2010), que consideram a construção enxuta quando aplicada à gestão de empreendimentos de construção torna-se capaz de melhorar a produtividade desses projetos. De acordo com a revisão de literatura, ficou claro também a importância das metodologias ágeis para redução de desperdício, e a redução do prazo de entrega dos projetos. A pesquisa mostrou também que a aplicação de técnicas enxutas melhora a geração de valor, a estabilização do fluxo e a melhoria da qualidade das entregas.

Quadro 4 – O gerenciamento ágil como impulsionador da mudança e inovação

<p>Al-Sedairy (1999): A concorrência global, a escassez de recursos, e a inovação tecnológica exercem forte pressão sobre a organização forçando-as a utilizarem o gerenciamento de projetos para sobreviverem.</p> <p>Balan, Dija e Vidyadharan (2010): O gerenciamento ágil de projetos é muito flexível e pode lidar com quaisquer novas necessidades ou modificações em qualquer estágio de desenvolvimento.</p> <p>Chen et al. (2007): Na construção, a flexibilidade de mudança pode ocorrer na fase de projeto, porém na fase de construção se torna bem mais difícil.</p> <p>Chin (2004): O gerenciamento ágil de projetos é a arte de gerir a mudança de requisitos associados com as incertezas do projeto tornando-se uma força positiva, tanto para o projeto quanto para o negócio.</p> <p>Dybå e Dingsøyr (2015): Quanto maior a incerteza no projeto é mais difícil trabalhar com abordagens tradicionais, uma vez que são baseados em uma sequência fixa de atividades dificultando sua redefinição – quanto maior a complexidade do projeto deve-se focar menos no planejamento e mais em direção da flexibilidade e aprendizagem.</p> <p>Gidado (1996): Como os projetos de construção estão expostos a mudanças ao longo de seu ciclo de vida, torna-se necessária a exigência por novas metodologias, entre elas o gerenciamento ágil de projetos.</p> <p>Highsmith (2004): Os princípios da abordagem ágil giram em torno da criação de produtos adaptáveis que sejam fáceis e menos dispendiosos para mudanças, e que as equipes de projeto estejam preparadas para responder rapidamente às alterações que venham ocorrer no projeto.</p> <p>Jayawardena e Ekanayake (2010): O gerenciamento ágil de projetos se concentra principalmente em cinco objetivos de negócio: inovação contínua, adaptabilidade do produto, prazos de entrega menores, pessoas e adaptabilidade dos processos, e resultados mais confiáveis.</p> <p>Karlesky e Vander Voord (2008): O gerenciamento ágil de projetos sustenta que as mudanças acontecem por que têm que acontecer, e devem ser geridas ao invés de serem evitadas.</p> <p>Karlesky e Vander Voord (2008): O gerenciamento de projetos tradicional é insuficiente para gerir mudanças inevitáveis inerentes aos projetos.</p> <p>Stare (2013): No gerenciamento de projetos tradicional o conhecimento dos requisitos é claramente definido, e importantes mudanças no escopo não são esperadas.</p> <p>Williams (2005): Os gestores modernos estão se tornando conscientes das deficiências relativas das estruturas tradicionais baseadas em projetos, para lidar com a necessidade de realizar mudanças ou alterar a direção estratégica para aproveitar novas oportunidades emergentes.</p>
--

Fonte: o autor, 2017

Diversos autores [Russell et al. (2014); Wambeke et al. (2012)] afirmam que a utilização do LPS proporcionou aumento na produtividade nos projetos de construção. Entretanto, cabe aqui observar a questão destacada na afirmação anterior – a abordagem ágil pode potencialmente ser implementada para gerir determinadas fases

no projeto, principalmente nas fases iniciais do empreendimento no qual os custos de mudanças são menores, do que se as mudanças venham a ocorrer na fase de construção.

Finalmente, a alegação de que o gerenciamento ágil de projetos visa maior integração com as partes interessadas (OZORHON et al., 2013), cumprindo um importante papel no sentido de lidar com mudanças e na busca por inovação (JAYAWARDENA e EKANAYAKE, 2010) será analisada.

O gerenciamento ágil de projetos é uma metodologia bastante flexível e permite mudanças nos requisitos em qualquer estágio do projeto – ela é própria para lidar com incertezas tornando-se uma força positiva, tanto para o projeto quanto para o negócio. A aplicação deste método gera benefícios, tais como melhores estimativas de tempo, qualidade indiscutível, e também promove a comunicação e maior colaboração entre as partes interessadas, melhora a satisfação do cliente e acarreta maior rapidez nas tomadas de decisão.

As abordagens ágeis são indicadas para projetos inovadores, onde normalmente o escopo somente será totalmente conhecido nas fases mais avançadas do ciclo de vida do projeto – esta questão é que vem aumentando as críticas sobre a abordagem tradicional de gerenciamento de projetos. Pode-se observar nas citações da RSL, que os princípios da metodologia ágil giram em torno da criação de produtos adaptáveis e menos dispendiosos para mudanças.

Nesta abordagem as equipes estão preparadas para responder rapidamente às alterações que venham ocorrer no projeto. Como visto, a gestão ágil oferece benefícios reais para as organizações que prosperam com a mudança, e que fomentam uma cultura onde os trabalhadores podem contribuir para a aprendizagem organizacional e, portanto, a rentabilidade.

2.3.1 Método da Cadeia Crítica

O Sistema Last Planner de controle de produção (BALLARD e HOWELL 1998, BALLARD 2000) e Critical Chain Project Management (CCPM) (GOLDRATT, 1997) são duas inclusões recentes ao arsenal de métodos de gerenciamento de produção na construção. Um direcionador central para a adoção do gerenciamento de projetos de Cadeia Crítica (CC) está permitindo tempos mais previsíveis e mais curtos do projeto através de uma abordagem mais racional para gerenciar as incertezas.

Segundo Raz et al. (2004), o CC é uma ferramenta para gerenciar sistemas de produção repetitiva com base no princípio de que cada sistema tem uma restrição e que o desempenho do sistema só pode ser melhorado melhorando o desempenho do recurso de restrição. Esta ferramenta leva em consideração o recurso, bem como as dependências de precedência na determinação da duração do projeto, daí o termo cadeia crítica. A Abordagem da Cadeia Crítica de acordo com Kendall et al. (2001), é uma maneira de gerenciar os projetos de uma organização de forma holística.

Desenvolvido usando a metodologia de melhoria da Teoria das Restrições – esta metodologia apresenta apenas algumas mudanças estratégicas na forma como os projetos são planejados, programados e gerenciados. No entanto, segundo os autores, estas poucas mudanças estão resultando no aumento de projetos concluídos com êxito, reduzindo os tempos de ciclo do projeto (o tempo decorrido ou a duração do projeto) superior a 25%, e aumentando a lucratividade das empresas que utilizam esta abordagem. Os métodos da Cadeia Crítica se concentram principalmente na melhoria do tempo do ciclo do projeto (dentro dos requisitos de qualidade e escopo).

A cadeia crítica visa estabilizar o fluxo de trabalho melhorando drasticamente o desempenho do projeto, ao invés da utilização de métodos tradicionais de gerenciamento que não conseguem tal façanha.

A abordagem da cadeia crítica, para os autores Shen e Chua (2008), defende melhorar a taxa máxima de produção para reduzir as estimativas da duração da tarefa, e implementar diversos ajustes de agendamento para proteger a data de planejamento do projeto. Segundo estes autores, uma combinação de princípios da cadeia crítica e da abordagem enxuta pode proporcionar benefícios de ambas as perspectivas, com qual cadeia crítica é empregada em um nível relativamente maior para estabelecer metas agressivas na durabilidade das tarefas e entregas de pré-requisitos, enquanto a abordagem enxuta funciona em um nível mais baixo para minimizar o impacto do fluxo de incertezas.

A Teoria das Restrições assume que um sistema é como uma cadeia. Uma cadeia é tão forte quanto o seu link mais fraco. Os links são interdependentes uns com os outros para satisfazer uma necessidade. Segundo Kendall et al. (2001), um projeto funciona da mesma maneira, e para alcançar os objetivos do projeto, os autores consideram que é necessária a cooperação de muitas pessoas, departamentos e funções diferentes, em uma série de ações interdependentes.

A principal diferença entre isso e os conceitos subjacentes à Abordagem do Caminho Crítico é que a cadeia crítica inclui tarefas relacionadas logicamente e recursos, enquanto o caminho crítico inclui apenas tarefas relacionadas logicamente. A crença é que encontrar e fortalecer o link mais fraco (a restrição do sistema), e assim poder oferecer maiores oportunidades para melhorias mensuráveis.

2.3.2 Processo de Projeto

A gestão do processo de projeto é um fator importante para o bom resultado dos empreendimentos de construção (AQUERE et al., 2012). Nesta pesquisa, o processo de projeto é composto por uma série de processos compartilhados entre as empresas e os profissionais envolvidos no design que definem o produto (edifício), planejando e executando a obra, bem como as empresas e profissionais que desenvolvem todas as especialidades de projeto (SILVA e SOUZA, 2003).

Segundo Melhado et al. 2005, o processo de projeto é a etapa mais estratégica do empreendimento com relação aos gastos de produção e à agregação de valor ao produto. Os autores entendem que combinando vários elementos em um todo integrado, o processo de projeto envolve tarefas de natureza estratégica tais como estudo de viabilidade, consecução de recursos financeiros, definição das características do empreendimento e de suas interfaces junto ao cliente.

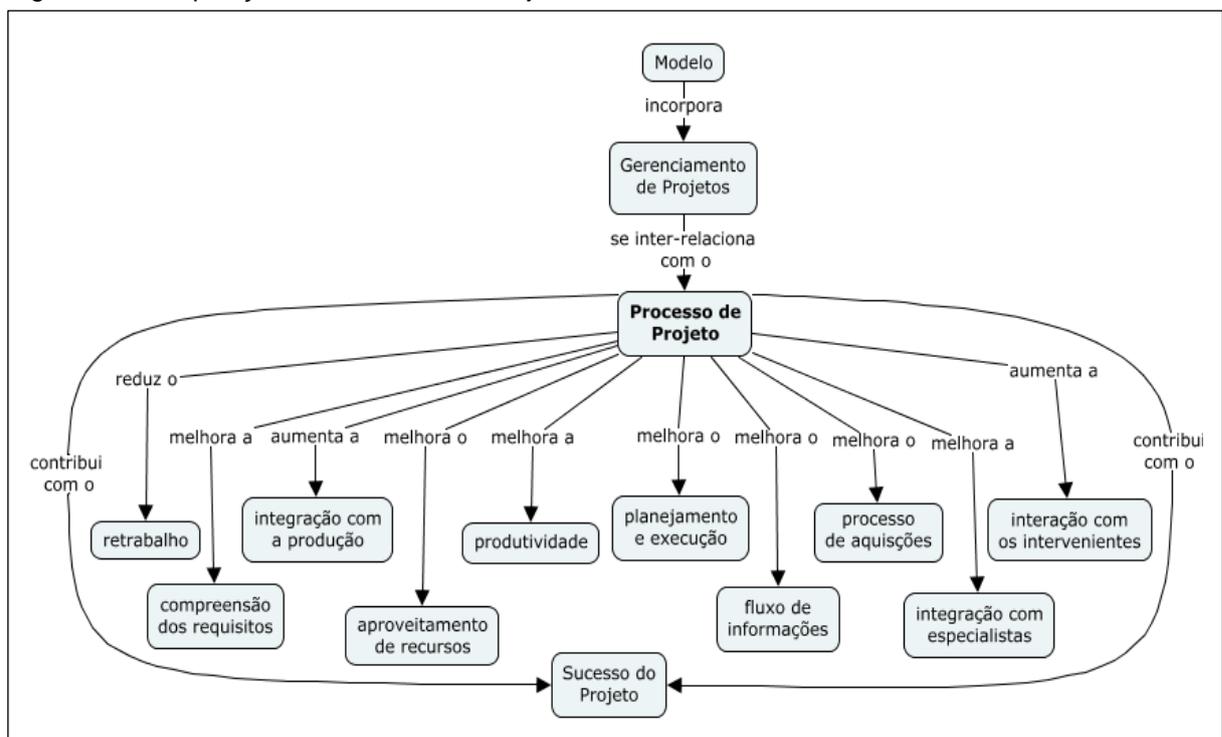
A indústria da construção está perfeitamente consciente da necessidade de melhorar a integração, planejamento e controle de seus processos de concepção e produção (AUSTIN et al. 2002). Uma integração eficiente dos processos de projeto tem sido muitas vezes identificada como a questão-chave para a melhoria do desempenho da construção.

Uma das características na construção tradicional é a separação entre design e produção, o que para Bouchlaghem et al. (2004) é considerado problemático, sendo reforçado por Baiden et al. (2006), que alegam que projetos e construção deveriam ser melhor integrados. Na contramão do sistema convencional de entrega de projetos, vem a filosofia enxuta que, segundo Bouchlaghem et al. (2004), tem o potencial para integrar melhor as atividades de projeto e construção através do LPDS (Lean Project Delivery System).

Para Jørgensen e Emmit (2009), uma melhor integração dos processos do projeto (Figura 3) tem sido muitas vezes identificada como a questão-chave para a

melhoria do desempenho da construção. Segundo os autores, os resultados destacam a importância da participação de pessoas com conhecimento que estejam envolvidas em todos os níveis do projeto e no planejamento das atividades, pois isto contribuiria para a agregação de valor ao produto e à eliminação de desperdícios. Este detalhe é também reforçado pelos pesquisadores (GIL et al. 2001). Eles recomendam que empreiteiros, fornecedores com conhecimento em produtos, devem contribuir a partir da fase de concepção da arquitetura, engenharia e construção. Na prática isto não ocorre, mas as evidências confirmam que os gestores estão mudando, pois, o envolvimento destes especialistas tem provado ser muito bem-sucedido.

Figura 3 – Composição do Processo de Projeto



Fonte: o autor, 2017

De acordo com a RSL pesquisadores atestam que os projetistas devem melhorar seu entendimento em relação ao projeto e com suas interfaces na construção. Segundo eles, tornou-se imperativo que os envolvidos busquem alcançar a forma colaborativa de trabalho e melhorar de forma contínua seus processos (AUSTIN et al. 2002). Deve-se destacar a importância de pessoas que tenham conhecimento do projeto, pois a compreensão mais aprofundada do contexto em que

ele está inserido é crucial para a definição do valor, e assim contribuir para a implementação de inovações relevantes ao projeto.

2.3.2.1 Sistema de Entrega de Projetos Enxutos

O LPDS surgiu em 2000 a partir de investigações teóricas e práticas, e está em processo de desenvolvimento contínuo através da experimentação em muitas partes do mundo. Nos últimos anos, os experimentos se concentraram na definição e fase do processo de projeto, aplicando conceitos e métodos extraídos do Sistema de Desenvolvimento de Produto da Toyota, especialmente o cálculo de custos e de design baseado em objetivos.

Estes foram adaptados para uso no setor da construção e integrados com modelagem em computador e formas de contrato relacional. Uma atualização foi fornecida nas fases de definição e design do projeto do LPDS. Um ponto de partida basilar para a abordagem é a afirmação de que as equipes do projeto são responsáveis por ajudar os clientes a decidirem o que querem, não apenas por fazer o que lhes é dito.

Os passos principais no processo são (BALLARD, 2008):

- a) Os clientes especificam o que estão dispostos a gastar para obter o que desejam;
- b) Como a instalação deve ser projetada preliminarmente;
- c) Os critérios de design são desenvolvidos a partir de valores e de propósitos;
- d) Os clientes envolvem membros-chave da equipe de entrega do projeto para ajudar a validar e melhorar os planos de negócios do projeto;
- e) Os valores e restrições alvo são definidos como objetivos para estimular a inovação;
- f) O design é orientado por metas usando uma abordagem baseada em conjunto em que as alternativas são avaliadas desde o início contra todos os critérios e restrições de projeto, e as decisões são tomadas no último momento;
- g) Usuários e designers produzem de forma colaborativa as instruções para o uso do projeto (compra, permissão, fabricação, instalação, comissionamento).

A construção enxuta reforça a entrega de projetos cooperativos com foco nas necessidades dos clientes e a otimização do projeto como um todo em vez de peças separadas durante a fase de projeto, bem como durante a construção (HEIDEMANN

e GEHBAUER, 2011). Segundo os autores, ao usar a abordagem enxuta, os resultados do projeto são influenciados positivamente por uma entrega cooperativa do projeto, nas áreas de custo, tempo e qualidade. Muitos dos problemas no setor de construção têm suas raízes no uso de métodos inapropriados de entrega de projetos (TOOLANEN e OLOFSSON, 2006).

Selecionar um sistema de entrega de projetos apropriado é uma das decisões estratégicas mais importantes para um projeto bem-sucedido (MOSTAFAVI e KARAMOUZ 2010), porque a escolha correta pode diminuir a duração do projeto, proporcionar flexibilidade para mudanças, permitir a participação do empreiteiro no projeto, reduzir custos, ampliar incentivos ao empreiteiro e métodos alternativos de financiamento (GORDON, 1994).

O sucesso ou o fracasso de qualquer método de entrega depende do desempenho, confiança e cooperação entre as partes. De acordo com este contexto, Alarcón e Mesa (2012) sugeriam que uma opção para mitigar os problemas descritos anteriormente seria por intermédio do uso de sistemas que geram uma atmosfera de integração, comunicação, colaboração, confiança, etc. Isso pode ser alcançado através da implementação da entrega de projetos enxutos.

2.4 Projetos no Contexto Estratégico

Pelo fato da existência de um cenário cada vez mais competitivo no setor da construção o planejamento estratégico torna-se um componente importante na composição do modelo proposto. Seu objetivo busca alinhar os projetos com os objetivos de longo prazo da organização tornando-a mais flexível e adaptável às exigências do mercado atual.

Han et al. (2008) afirmam que muitas organizações vêm buscando alcançar a satisfação do cliente, e os aspectos que mais pesam neste quesito é a entrega de produtos com alta qualidade e baixo nível de defeitos.

A indústria da construção é orientada ao cliente e, portanto, as partes envolvidas podem desempenhar um papel importante na promoção e implementação de práticas de construção sustentável na indústria, e, de acordo com Opoku e Ahmed (2014), exigir serviços de construção e produtos sustentáveis, não considerando apenas o custo inicial do projeto, mas sim em todo seu ativo construído.

Sacks e Goldin (2007) concluíram em sua pesquisa que, através da aplicação das técnicas enxutas, tornou-se possível atender a expectativa dos clientes quanto à entrega de apartamentos customizados de acordo com os requisitos individuais de cada cliente.

Para o propósito deste estudo, definimos a produção enxuta como um conjunto de práticas focadas na redução de desperdícios e em uma efetiva gestão das atividades que não agregam valor nas operações de fabricação de uma empresa (WOMACK et al., 1990).

Segundo Zhu e Sarkis (2004), as empresas que conseguiram reduzir seus desperdícios através de métodos de produção enxutos também implementaram práticas para um melhor gerenciamento ambiental. Tais práticas ampliam o alcance dos esforços de redução de desperdícios além da eficiência dentro da organização. Neste âmbito, com uma crescente demanda social de sustentabilidade ambiental, as empresas adotam práticas de gestão ambiental como estratégica para alcançar vantagem competitiva (PORTER e van der LINDE, 1995).

Os termos concorrência e valor são fundamentais para o sistema de produção enxuta (WOMACK et al., 1990). Ao aplicar princípios enxutos, fabricantes de automóveis japoneses conseguiram competir contra corporações europeias e americanas que, desde o início dos anos 1900, empregavam técnicas de produção em massa em suas linhas de produção. A filosofia da produção enxuta representou uma poderosa vantagem na redução dos custos de produção, principalmente eliminando a maior parte dos desperdícios no sistema e proporcionando valor (KOSKELA, 1992).

Para Senaratne e Wijesiri (2008), uma empresa que implementa com êxito o conceito de construção enxuta é capaz de obter vantagem de custo significativa, por meio da redução de atividades de fluxo que não agregam valor, e desta forma obter uma expressiva vantagem competitiva frente à concorrência. Assim, considerando os estudos de Porter (1980), a construção enxuta pode ser vista como uma opção estratégica atentando para sua liderança de custos, diferenciação e estratégias de foco.

O conhecimento é reconhecido como um recurso valioso para o crescimento organizacional e vantagem competitiva sustentada, especialmente para organizações que operam em ambientes incertos e desafiadores, como a construção (LOVE et al., 2011).

Mudanças nas práticas de arquitetura, engenharia e construção entendem que as organizações estão criando condições para aumentar a interação entre designers e especialistas e contratantes. Tais interações ajudarão a reter e compartilhar o conhecimento dos envolvidos, bem como aprender a desenvolver novos conhecimentos (GIL et al., 2001). Os autores concluem que o conhecimento dos envolvidos pode contribuir com a qualidade dos projetos, e que o incentivo para o compartilhamento do conhecimento é fundamental para a melhoria dos projetos.

Com o agravamento dos problemas ambientais, as empresas passaram a perceber a necessidade de implementar de forma estratégica modelos de gestão voltados à sustentabilidade.

Resultados dos estudos realizados pelos pesquisadores Ogunbiyi et al. (2013) indicam que existem vários benefícios associados com a implementação de construção enxuta quando se considera a sustentabilidade. Segundo este mesmo estudo, foram identificadas várias áreas de vinculação entre a construção enxuta e a sustentabilidade relacionadas com a redução de desperdício, gestão ambiental, maximização de valor para o cliente e melhoria da segurança para os funcionários.

O BSC é uma ferramenta de gestão que suporta uma bem-sucedida implementação de estratégias corporativas (FIGGE et al. 2002). Fundamentado na avaliação do autor, que considera a estrutura do BSC como suporte para o alinhamento das atividades empresariais conforme a sua relevância estratégica, os resultados desta RSL em relação ao planejamento estratégico foram estruturados em torno dos princípios do BSC. Por meio desta estrutura, os gestores podem definir e implementar metas, para que a organização apresente um desempenho positivo e um crescimento sustentável ao longo do tempo.

2.4.1 Portfólio de Projetos

Projetos beneficiam as empresas ao fornecerem um caminho estratégico em relação ao comprometimento das pessoas, à integração dos recursos, no aumento da oportunidade de aprendizagem para o desenvolvimento de novos conhecimentos e habilidades, e na possibilidade da obtenção de um modelo para avaliar o progresso da organização (CLELAND, 2004).

Nos dias de hoje, de forma crescente, novos produtos e serviços são produzidos por meio de projetos. Para Shenhar (2004), o gerenciamento de projetos

está evoluindo rapidamente, deixando de focar apenas na eficiência e desempenho operacional, mas também, conforme sugere Naaranoja et al. (2007), apoia a estratégia global da organização.

De acordo com alguns pesquisadores, o gerenciamento de projetos não deve ser tratado separadamente do processo de negócio. Unger et al. (2004) consideram o portfólio de projeto como um veículo para implementação da estratégia organizacional. Nesta perspectiva, a falha na criação e na manutenção do portfólio de projetos pode significar seu declínio ou seu fracasso. Conclui-se, portanto, que uma organização de sucesso mantém sua carteira de projetos centrada em torno de suas necessidades operacionais e estratégicas.

As organizações utilizam sistemas de informação para gerenciar seu portfólio de projetos no sentido de reconfigurar recursos e competências para adaptar-se às condições de mercado e econômicas.

De acordo com Voss e Kock (2013), as atividades de negócios de hoje estão cada vez mais dominadas por projetos. Os projetos são implementados para desenvolver e comercializar novos produtos e serviços, mudar estruturas ou processos internos ou ainda implementar novas estratégias de negócios.

A seleção do portfólio é uma atividade periódica envolvida na seleção de projetos para o portfólio de uma organização, que segundo Kester et al. (2009) atende aos objetivos declarados da empresa sem exceder os recursos disponíveis ou violar outras restrições. Os autores atestam que as decisões do portfólio lidam com informações incertas e requerem uma visão de longo prazo. Essas decisões não devem apenas ser baseadas em características individuais do projeto, mas também devem ser colocadas no contexto de todo o portfólio e na consecução de objetivos estratégicos.

Gerenciar vários conjuntos de projetos simultaneamente é um desafio que as organizações atualmente precisam dominar para implementar seus objetivos estratégicos (ARTTO e DIETRICH, 2007). O gerenciamento de portfólio de novos produtos é uma parte fundamental no processo de decisão dinâmico usado pela alta administração para operacionalizar uma estratégia de negócios (Roussel et al., 1991). Este processo delimita especificamente qual a direção que deve tomar a empresa, selecionando e priorizando o desenvolvimento de um conjunto limitado de produtos usando os recursos disponíveis.

2.4.2 Análise do Valor

A Análise do Valor, ou também denominada como Engenharia do Valor, pode ser definida como um processo de análise sistemática aplicada ao produto e/ou aos *designs* existentes, a fim de comparar a função do produto requerido por um cliente para atender de forma efetiva suas necessidades com o menor custo de acordo com o desempenho especificado e a segurança necessária.

Segundo Csillag (1995), as técnicas da AV tiveram início durante a última guerra mundial e foram consolidadas efetivamente nos EUA entre 1947 e 1952. Para Cariaga et al. (2007), a AV é uma abordagem de equipe multidisciplinar que analisa as funções dos sistemas, equipamentos, instalações e serviços com o propósito de eliminar custos desnecessários, mantendo o desempenho necessário, a qualidade, e a segurança das funções pretendidas pelo cliente.

Para o PMI (2017), o EV é uma abordagem usada para otimizar os custos do projeto, economizar tempo, aumentar os lucros, melhorar a qualidade, ampliar a participação no mercado, solucionar problemas, bem como utilizar recursos de forma mais efetiva. Assim sendo, através da aplicação da AV é possível obter um escopo mais voltado para as necessidades do cliente, reduzir o custo do projeto com ganho de qualidade, e essencialmente cumprir o escopo do trabalho envolvido no projeto

2.5 Ferramentas Informatizadas de Planejamento e Controle

Os projetos normalmente estão sujeitos a inúmeras incertezas provenientes das mais diversas fontes. Estas incertezas aumentam o risco de insucesso dos projetos e dificultam a criação de valor para o cliente. Para Chua et al. (2003) a identificação e remoção das restrições das atividades planejadas nos gargalos da produção ajudam a reduzir as incertezas nos processos de construção e aumenta a transparência da gestão do projeto. O autor apresenta uma ferramenta de planejamento e controle baseado nas restrições do projeto para melhorar a confiabilidade do planejamento ao adotar princípios de construção enxuta.

Existem ferramentas importantes com a tecnologia Internet e IPS (Integrated Production Scheduler) que melhoram a confiabilidade do planejamento e simplifica a coleta de dados através de um único banco de dados (Chua et al., 2003). Segundo os autores, este modelo simplifica a coleta de dados e facilita o compartilhamento de

dados, e reduz as inconsistências nos planos de trabalho mantendo um único banco de dados do projeto. Os autores complementam que com o gerenciamento de buffer de programação proposto nesta solução é capaz de gerir as disponibilidades de pré-requisito para as atividades por meio de informações que puxam a partir dos envolvidos no projeto. É fundamental que os gestores façam uso de ferramentas informatizadas, que, segundo Chua et al. (2003), possam facilitar a criação de um ambiente de gestão mais transparente, e desta forma, melhorar a colaboração entre todos os envolvidos, possibilitando a alocação de recursos, bem como efetuar uma análise mais precisa dos recursos do projeto.

Gurevich e Sacks (2014) utilizaram um protótipo de forma virtual ligado a um motor de simulação de eventos aplicados na construção de um edifício, e concluíram que a utilização do sistema melhorou o fluxo do processo eliminando todo tipo de desperdício. Embora os estudos dos autores apresentassem algumas limitações, eles puderam acordar que sistemas deste tipo tem o poder de eliminar desperdícios, de melhorar o fluxo de atividades, além de permitir maior clareza para eliminar restrições das atividades do cronograma.

As ferramentas informatizadas mais tradicionais que utilizam o método do caminho crítico não fornecem apoio adequado aos gestores contra as incertezas e não oferecem uma visibilidade sobre a disponibilidade de recursos (CHOO et al., 1999). Os autores apresentaram um sistema informatizado criado para desenvolver sistematicamente planos de trabalho semanais. Estes planos são usados por chefes da equipe na programação de pacotes de trabalho e alocação de recursos disponíveis de trabalho e equipamentos. Uma ferramenta foi desenvolvida com estas mesmas características, que será apresentada no momento oportuno.

Sacks et al. (2010) consideram que projetos geridos pela construção enxuta podem ser beneficiados com a utilização de ferramentas que adotam o conceito BIM (Building Information Modeling). Os autores consideram que qualquer empresa que utilize o Lean deve considerar o uso de BIM para melhorar seus resultados:

- a) reduzir atividades que não agregam valor;
- b) aumentar o valor do produto por meio da aproximação com clientes;
- c) redução de variabilidade do fluxo; e
- d) redução do tempo de ciclo.

Mahalingam et al. (2015) consideram que a adoção de ferramentas informatizadas com a tecnologia BIM contribui com a coordenação dentro da

organização do projeto. O BIM em conjunto com práticas Lean, portanto, pode ser usado em projetos de construção para melhorar o desempenho do projeto. Wen, Y. (2014) entende que o BIM é a informação digital computável criada e utilizada durante a concepção e construção de edifícios, e sua introdução nos projetos pode melhorar o controle de custos de projetos de construção.

3 Metodologia de Pesquisa

Neste capítulo estão apresentadas as etapas definidas para o estudo, que estruturadas, configuram o procedimento metodológico da pesquisa. Inicialmente é apresentado o contexto, em seguida a estratégia adotada e, posteriormente, é detalhado o delineamento da pesquisa (Figura 4).

3.1 Contexto

A combinação de velocidade, qualidade e baixo custo dos projetos tornou-se uma questão-chave na engenharia e um esforço gerencial para enfrentar a crescente concorrência no setor da construção (AL-AOMAR, 2012). Segundo o autor, projetos raramente são concluídos dentro do cronograma e do orçamento, ou em um nível de qualidade aceite pelo cliente. Ballard (1994) assegura que um dos meios mais eficazes de aumentar o desempenho da construção é melhorar o planejamento e o controle da produção (PCP). Para resolver estes problemas peculiares deste setor torna-se necessário introduzir novas técnicas de gestão que garantam melhores resultados.

A necessidade da implementação de novas ferramentas de controle e planejamento da produção é fundamental para a indústria da Construção e apresenta-se como oportunidade para aplicação da Construção Enxuta.

A presente pesquisa busca complementar estudos realizados por (ALARCÓN e CALDERÓN, 2014), (ALARCÓN et al. 2002), (LI et al. 2012), (KALSAAS et al. 2011) e (ALSEHAIMI et al. 2009) entre outros, a fim de contribuir para a evolução das pesquisas na área de planejamento e controle da produção.

A simplicidade do modelo proposto facilita sua aplicação em construtoras independentemente do seu porte, permitindo aumentar a confiabilidade do planejamento, e melhorar o fluxo de trabalho na construção (BALLARD e HOWELL, 2004). Assim, o estudo por meio de um modelo conceitual pode ajudar essas

organizações a desenvolverem um plano de implementação mais efetivo, prever problemas de adequação com a cultura da organização, e permitir investimentos de recursos no processo de mudança (HAMZEH e BERGSTROM, 2010).

O método de pesquisa utilizado consiste, além de uma RSL, na elaboração de um modelo conceitual preliminar, seguido de uma entrevista com especialistas de duas construtoras nacionais de grande porte. Com as informações obtidas na primeira etapa, elaborou-se o modelo final e simultaneamente iniciou-se o desenvolvimento de um sistema informatizado (SiCCoE – Sistema de Controle da Construção Enxuta). Concluída esta etapa, foi realizada uma nova entrevista com engenheiros de vinte e três empresas de construção de pequeno e médio porte.

O objetivo principal desta pesquisa busca apresentar os resultados da implementação de um modelo integrado de gestão com o objetivo de melhorar o processo de planejamento e o controle de projetos na construção civil. Para reduzir o esforço formal do processo, foi desenvolvida uma ferramenta informatizada (SiCCoE) de apoio para o processo de gestão – a ferramenta utiliza os conceitos fundamentais do Last Planner para o controle da produção.

3.2 Estratégia de Pesquisa

Para o desenvolvimento desta pesquisa, optou-se por uma abordagem metodológica composta por uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com o objetivo de reunir estudos semelhantes através de pesquisa para delimitar o problema. Mediante uma revisão sistemática de literatura procura-se coletar, examinar, compreender, investigar, e sintetizar um conjunto de artigos científicos com o propósito de criar um embasamento teórico sobre o assunto pesquisado e com isso criar uma base conceitual apropriada e compatível com a relevância do tema. Este estudo tem como objetivo definir um modelo de gestão e submetido a especialistas para julgamento e feedback.

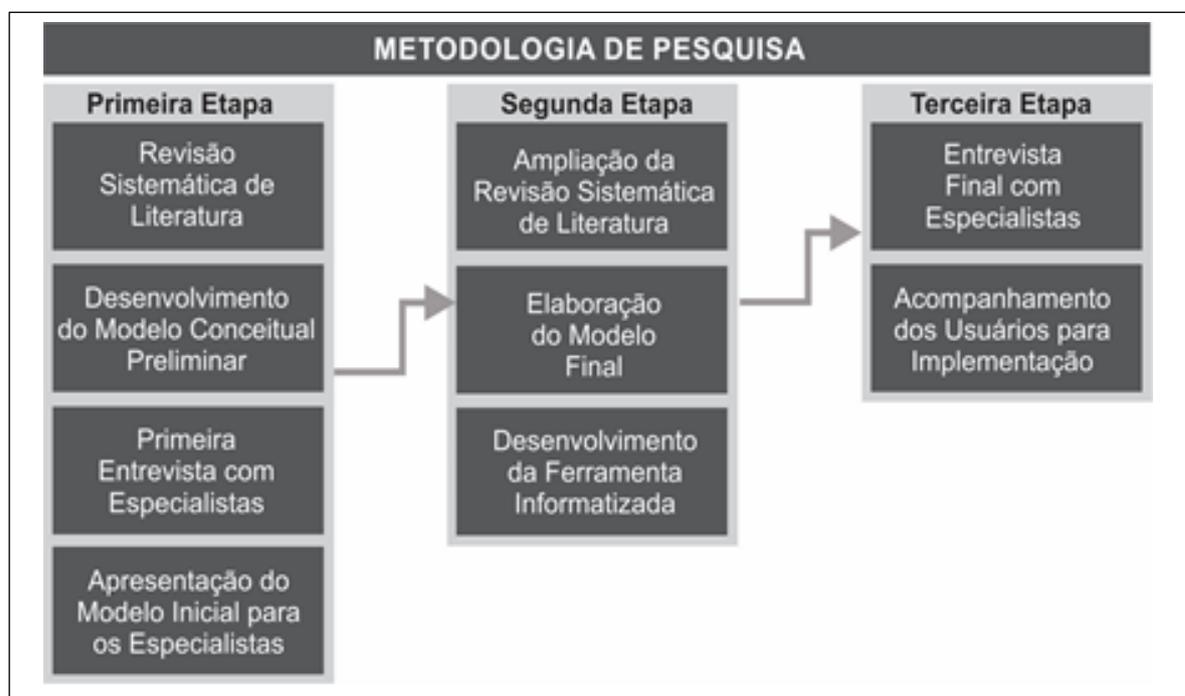
O SiCCoE como ferramenta informatizada, busca controlar todas as informações geradas pela aplicação do modelo, além de criar um ambiente colaborativo que possa integrar todos os membros das equipes, e assim gerar um mecanismo de melhoria contínua (ALARCÓN e CALDERÓN, 2014). Para a pesquisa de avaliação optou-se por um questionário estruturado. Devido ao pequeno número de envolvidos ficou decidido por uma entrevista presencial com os envolvidos,

buscando-se por questões que vão desde os conceitos subjacentes aos temas envolvidos até sua aplicação no canteiro de obras.

3.3 Delineamento da Pesquisa

O delineamento da pesquisa foi concebido em três etapas conforme apresentado na Figura 4, que serão descritas no decorrer da pesquisa.

Figura 4 – Metodologia de Pesquisa



Fonte: o autor, 2017

3.3.1 Revisão Sistemática da Literatura (RSL)

A RSL é um método científico que fornece uma cobertura abrangente da literatura que tem como base a análise de artigos de um determinado tema. A RSL mostra o caminho pelo qual a revisão de literatura transcorre adaptada às necessidades da pesquisa. Para Levy e Ellis (2006), uma revisão eficaz deve incluir entre outras características, demonstrar que a investigação contribui com algo novo para o corpo de conhecimento no campo da pesquisa. Nesta pesquisa, decidiu-se pelo método adaptado de Tranfield et al. (2003), conforme (Quadro 5).

Quadro 5 – Fase da revisão sistemática da literatura

Fase	Etapa
Definição	- Necessidade para a Revisão Sistemática da Literatura - Protocolo da Revisão Sistemática da Literatura
Coleta e seleção de dados	- Identificação de documentos - Seleção de documentos relevantes
Análise	- Categorização de documentos - Extração de dados
Resultado	- Documento de resultados

Fonte: (Adaptado de Tranfield *et al.* (2003))

Por meio da RSL busca-se o mapeamento da literatura, a identificação de lacunas e as principais contribuições científicas do campo escolhido. Hart (1998) definiu a RSL como o uso de ideias na literatura que justifique a abordagem para o tema específico, a seleção de métodos e a demonstração de que uma pesquisa contribua para algo novo.

Quadro 6 – Escopo da pesquisa

Palavras chave	Lean Construction, Last Planner e Project Management.	
Operadores booleanos	AND / OR	
Bases de Dados	<ul style="list-style-type: none"> - Emerald Insight - EBSCO - Scopus - Web of Science - Science Direct 	
Crítérios de exclusão	<ul style="list-style-type: none"> - Artigos em outro idioma diferente do inglês - Relatórios técnicos, ou outro tipo de publicação que não seja artigo científico - Artigos duplicados, incompletos ou sem acesso 	
Linguagem: Inglês	Tipo de Publicação: Artigos	Período: A partir de 1994

Fonte: o autor, 2017

As buscas se realizaram somente em publicações no idioma inglês. O período de publicação ficou restrito no intervalo de 1994 até 2015. Foram excluídos artigos duplicados, os que não permitiram acesso, ou os artigos incompletos (Tabela 1). Como consequência, delimitou-se os tipos de estratégias de busca, base de dados, critérios para seleção de artigos relevantes, e critérios de inclusão e exclusão conforme Quadro 7.

Quadro 7 – Critérios de busca nas bases de dados

Base de dados	String de busca
SCOPUS	TITLE (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR ABS (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR KEY (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
EBSCO	TI (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR AB (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR SU (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
EMERALD	([Publication title: "lean construction" OR Publication title: "last planner"] AND [Publication title: "project management"]) OR ([Abstract: "lean construction" OR Abstract: "last planner" AND Abstract: "project management"]) OR (Keywords: "lean construction" OR Keywords: "last planner" AND Keywords: "project management")
SCIENCEDIRECT	TITLE-ABSTR-KEY (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR ABSTRACT (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR KEYWORDS (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
WEB OF SCIENCE	("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner")

Fonte: o autor, 2017

O resultado da pesquisa nas cinco bases de dados utilizando os critérios de busca apresentados acima totalizou 201 artigos científicos conforme Tabela 1.

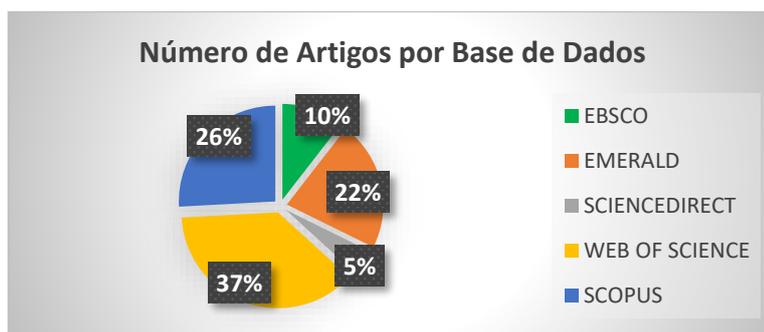
Tabela 1 – Quantidade de artigos por banco de dados

Nome da base de dados	Quantidade de artigos
EBSCO	21
EMERALD	44
SCIENCEDIRECT	9
WEB OF SCIENCE	75
SCOPUS	52
Total de Artigos da RSL2	201

Fonte: o autor, 2017

Na segunda etapa foram eliminados os artigos repetidos e os que não permitiam acesso. O total resultou em 68 artigos repetidos, restando 133 artigos válidos para a revisão sistemática da literatura. A terceira etapa foi a mais demorada – os 133 artigos passaram por uma análise mais aprofundada de conteúdo. Foram analisados todos os artigos e contrastado com a problematização e com os objetivos determinados na fase de planejamento. Assim, foram eliminados os artigos que não se enquadravam no contexto da pesquisa.

Figura 5 – Quantidade de artigos por banco de dados



Fonte: o autor, 2017

A partir da terceira etapa da avaliação permaneceram 48 artigos considerados relevantes para o estudo e se enquadravam perfeitamente no contexto da RSL. Em seguida, os 48 artigos foram lidos em sua completude, e uma tabela resumo (Ver Anexo I) foi elaborada. Na estrutura da tabela consta: Artigo, tema, tipo de planejamento, resultado, conclusões, tópicos da RSL, método e dados gerais. Após análise das informações sobre os assuntos tratados nos artigos, tornou-se possível criar um agrupamento dos temas dos artigos conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Agrupamento de temas dos artigos selecionados na RSL1

Agrupamento de temas	Descrição do Tema	Quantidade de artigos
Abordagem estratégica Lean	Artigos que impactam no PLE da organização	4
Ferramentas informatizadas	Artigos que mostram que ferramentas informatizadas podem facilitar a gestão nas práticas da CE	7
Implementação da construção enxuta	Artigos que mostram o resultado da aplicação da construção enxuta nas organizações	7
Processo de Projeto	Artigos que mostram a influência/benefícios da integração adequada do design na construção	2
Tempo extra (Buffer)	Artigos que avaliam a necessidade da aplicação de buffers nas atividades planejadas do projeto	2
Análise da construção enxuta	Artigos que avaliam os benefícios da construção enxuta quando aplicados na indústria da construção	26
Total de Artigos da RSL1		48

Fonte: o autor, 2017

3.7 Ampliação da Revisão Sistemática de Literatura (RSL2)

Uma nova revisão foi necessária. Ela investigou a base de conhecimento sobre os benefícios da abordagem enxuta quando aplicadas ao gerenciamento de projetos. Assim, 133 artigos passaram por uma análise de conteúdo criteriosa contrastando

com a problematização, que resultou no modelo conceitual da Figura 9. Resultante desta ampliação tornou-se possível constatar novos elementos como, Planejamento Estratégico e Gestão de Portfólio. A Tabela 3 apresenta o nível de relevância dos artigos de acordo com o número de ocorrências:

Tabela 3 – Relevância dos artigos selecionados

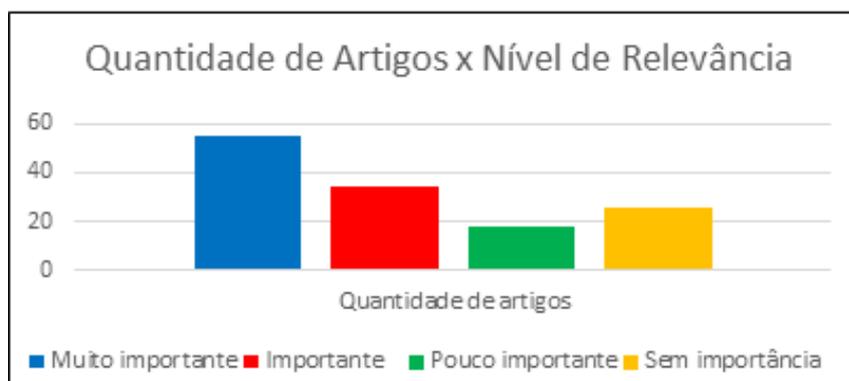
Nível de Relevância	Quantidade de artigos
Muito importante	55
Importante	34
Pouco importante	18
Sem importância	26

Fonte: o autor, 2017

Os critérios utilizados para definição dos níveis de relevância foram:

- Muito importante: ocorrência das três palavras-chave simultaneamente
- Importante: mesmo não possuindo ocorrência da palavra-chave “Last Planner”, possuíam ocorrência das palavras “Lean Construction” e “Project Management”
- Pouco importante: não existia ocorrência da palavra-chave “Project Management” no conteúdo do artigo
- Sem importância: os artigos que não se encaixam em nenhuma das opções

Figura 6 – Nível de relevância dos artigos selecionados



Fonte: o autor, 2017

Em seguida, foram eliminados todos os artigos que não se enquadravam no contexto definido pelo projeto de pesquisa – permaneceram 82 artigos considerados relevantes para o estudo, conforme apresentado na Tabela 4.

Figura 7 – Número de artigos em relação à data de publicação



Fonte: o autor, 2017

A Figura 7 aponta a distribuição no tempo dos 82 artigos referentes à RSL 2 referentes às 5 bases de dados que se enquadravam no contexto da segunda fase da revisão de literatura, realizados a partir de uma nova análise nos 133 artigos contrastando com a problematização apresentada. O resultado desta nova RSL resultou no modelo conceitual da Figura 9.

Tabela 4 – Agrupamento de temas dos artigos selecionados

Id	Agrupamento de temas	Descrição do Tema	Quantidade de artigos
1	Abordagem estratégica	Artigos que impactam na estratégia organizacional	16
2	Análise da construção enxuta	Artigos que avaliam os benefícios do LC quando aplicados na indústria da construção	8
3	Ferramentas informatizadas	Artigos que mostram como ferramentas informatizadas podem facilitar o gerenciamento de projetos para empresas que utilizam o LC	8
4	Implementação do LC	Artigos que mostram o resultado da aplicação do LC nas organizações	7
5	Processo de Projeto	Artigos que mostram a influência/benefícios da integração adequada do design na construção	5
6	Análise do desperdício	Artigos que analisam as inadequações de uma gestão que permite o desperdício de recursos	6
7	Controle do fluxo de trabalho	Artigos que tratam do controle da produção através do gerenciamento do fluxo de trabalho	7
8	Melhoria da eficiência	Artigos que analisam a estratégia de um planejamento eficaz para melhorar o desempenho	25
Total de Artigos da RSL2			82

Fonte: o autor, 2017

4 Desenvolvimento do Modelo

Uma estrutura de gestão conceitual preliminar foi desenvolvida usando ferramentas enxutas integradas ao gerenciamento de projetos (Figura 8). O

significado da pesquisa decorre em dar sustentação ao problema levantado, ou seja, “*encontrar mecanismos que proporcionem melhor aproveitamento de recursos, redução na variabilidade do fluxo de trabalho, e o cumprimento dos objetivos estratégicos da organização, por meio de um modelo que incorpore as práticas da construção enxuta e do gerenciamento de projetos de forma integrada*”.

Em relação ao processo de projeto, as empresas passaram a compreender que a qualidade não é apenas o resultado de cuidados relativos à execução do projeto, envolvendo recursos (materiais, mão de obra, equipamentos e serviços), mas valorizar o *design* para que eles cheguem até o canteiro de obras sem erros, evitando desta forma perdas consideráveis de eficiência nas atividades produtivas e problemas patológicos decorrentes de falhas no processo de projeto.

Constatou-se por meio desta pesquisa que o *design* exerce uma influência importante sobre a qualidade final da edificação, e determina o resultado financeiro do empreendimento (PENNANEN et al., 2011) por meio da redução de desperdícios e de patologias construtivas – para resolver estas questões, surge o sistema enxuto de entrega de projetos (LPDS).

4.1 Considerações sobre o Modelo Preliminar

As informações geradas nos processos do projeto a montante são decisivas para a especificação, planejamento e execução das atividades a jusante (JØRGENSEN e EMMITT, 2009). Para os autores, o processo de projeto na visão Lean busca melhorar a interação entre todos os envolvidos evitando o retrabalho, possibilitando em eliminar todo trabalho que não contribua como soluções adequadas para o projeto. Nesta perspectiva, a gestão enxuta busca não simplesmente reduzir custos com projetos, mas fazer uma boa gestão do *design* para proporcionar maior valor agregado para o cliente, e assim gerar menos desperdício em todo processo construtivo.

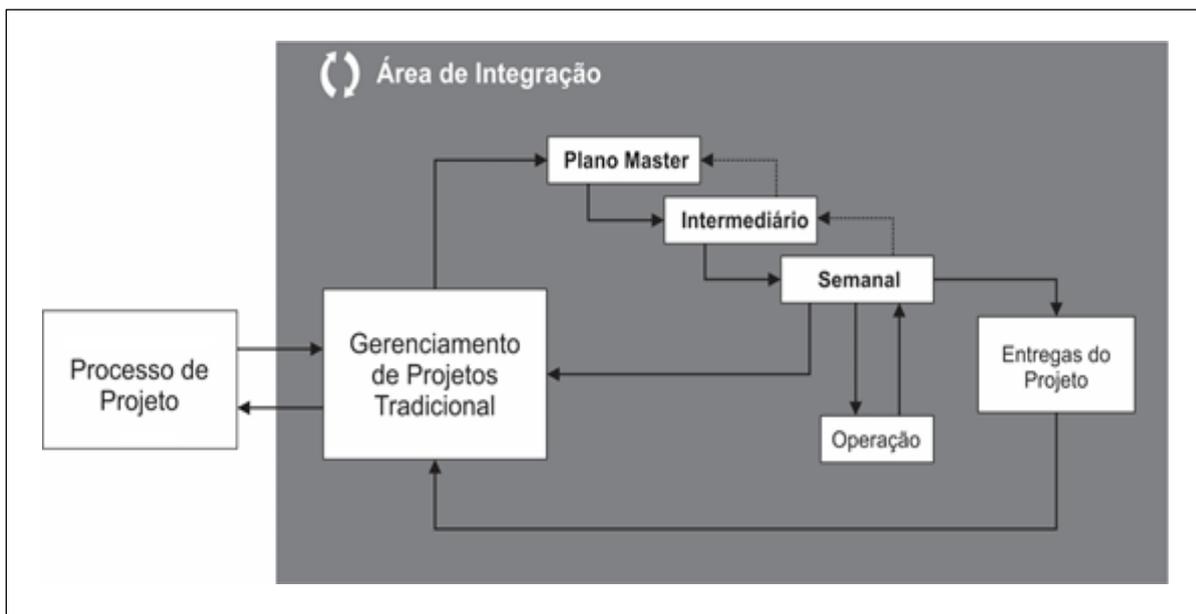
Horman e Kenley (1996) consideram que a junção da abordagem da produção enxuta e do gerenciamento de projetos tradicional permite o desenvolvimento de uma solução adequada e dinâmica para os projetos atuais. Os autores consideram que este tipo de abordagem se concentra na eficácia e eficiência da entrega de valor e melhoria da produtividade – a implementação de uma metodologia híbrida tem tudo

para ser uma solução viável para melhorar a efetividade do planejamento, execução e controle em projetos da construção.

Quanto ao uso de metodologias mais flexíveis de gestão, Alsehaimi et al. (2014) consideram que as práticas enxutas têm a capacidade de melhorar o planejamento, o gerenciamento, a comunicação e a coordenação entre os envolvidos. A implementação gradual do Last Planner System ajudou a minimizar a resistência para mudanças, permitindo avaliar cada fase e obter informações históricas. Os autores consideram que o LPS provou ser uma abordagem proativa para reorganizar o processo do planejamento auxiliando no planejamento colaborativo.

Com relação às entregas de projetos, a abordagem enxuta tem como objetivo aumentar a distribuição de projeto cooperativo com foco nas necessidades dos clientes e otimização do projeto como um todo, ao invés de entregar peças separadas durante a fase de design e durante a construção (HEIDEMANN e GEHBAUER, 2011). Segundo Al-Aomar (2012), a construção enxuta funciona como um sistema de entrega de projeto baseado na gestão de produção enfatizando a entrega confiável e rápida de valor.

Figura 8 – Modelo de Gestão Integrado Preliminar



Fonte: o autor, 2017

4.2 Contexto da Investigação

A pesquisa baseou-se na literatura existente e buscou explorar os benefícios da gestão de projetos através das técnicas *Lean* na indústria da construção. Os

resultados deste estudo mostraram que a implementação da construção enxuta tem o poder de aprimorar o planejamento, reduzir a variação do fluxo e assim melhorar o desempenho do projeto. Koskela e Howell (2002) confirmam que experimentos industriais têm mostrado claros benefícios com a introdução do LPS. Segundo Teston (1998), houve um aumento de 10% de produtividade em uma empresa dinamarquesa, e Ballard (2000), mediu um aumento médio de 30% de produtividade.

Apesar das empresas consideradas na pesquisa terem declarado conhecer as práticas enxutas, sua experiência prática ainda estava em fase embrionária. No momento em que a pesquisa estava sendo realizada, as empresas contavam com diversas obras em andamento, entretanto, os engenheiros residentes possuíam apenas algum tipo de plano de controle de produção com reuniões semanais realizadas de forma tradicional e bastante fragmentadas. Apesar disso, os participantes davam sinais claros que gostariam de promover mudanças em seu sistema de gestão por meio da incorporação da metodologia enxuta.

Um entrave crítico identificado nas duas empresas que participavam do estudo é que a implementação da construção enxuta não era pensada como uma mudança cultural, e sua aceitação não era suportada de forma efetiva em todos os níveis organizacionais (ZIMINA e PASQUIRE, 2010). Segundo os autores, neste grupo de empresas, a identificação e o desenvolvimento de oportunidades de negócios e a gestão rentável de projetos desde a concepção até a conclusão funcionavam apenas como escolha viável para sua estratégia comercial. Os autores comentam ainda que existem muitas razões pelas quais os acordos comerciais tradicionais não cumprem as necessidades da construção enxuta, assim eles sugeriam que a gestão comercial deve ser parte integrante da construção enxuta considerando todo o contexto de mudança.

Embora a maioria dos engenheiros (especialistas) já terem participado de cursos de especialização em gerenciamento de projetos, a direção relutava em aceitar a implementação desse novo paradigma. Talvez a barreira tenha sido criada ao se tentar implementar a mudança de forma impositiva, malconduzida e traumática junto ao corpo funcional, e principalmente onde nenhum esforço foi feito em alinhar sua implementação à cultura organizacional da empresa. Nesta perspectiva, os autores Gonçalves e Campos (2016) consideram que uma mudança deve ser planejada e executada como um projeto – gerir a mudança como uma atividade independente pode ser um erro que deve ser evitado.

Um dos agravantes para qualquer tipo de mudança é que as organizações já vêm atuando durante décadas de forma convencional, e o que sempre deu certo no passado gera uma percepção de que nada deve ser mudado. Neste sentido, os autores Gonçalves e Campos (2016) chamam a reflexão afirmando que o mundo de hoje certamente não é o mesmo de vinte anos atrás. Assim, adotou-se uma estratégia de cautela, e a implementação do Escritório de Gerenciamento de Projetos (EGP) ficou de ser tratada futuramente no momento da implantação da construção enxuta na organização.

O questionário foi aplicado nas duas entrevistas com base nas técnicas de escalonamento não corporativo, através da escala de Likert de cinco pontos. Os especialistas foram convidados a indicar o grau de concordância em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa nenhuma concordância e 5 significa muita concordância. No final do processo, os especialistas foram orientados a proferir seus comentários sobre sua aplicabilidade. Baseado nos dados resultantes da entrevista, os especialistas foram convidados a participarem na elaboração de um novo modelo que considerasse os pareceres obtidos. O feedback dos especialistas forneceu uma valiosa corroboração para o padrão proposto, garantindo que cada critério apresentado fosse claro e inequívoco.

4.3 Primeira Entrevista com Especialistas

A opinião de especialistas impele o mecanismo criativo. Para Young e Conboy (2013), primeiramente combinar o julgamento de um grande número de especialistas oferece melhor chance de se aproximar da verdade, e em segundo lugar, torna-se mais fácil entender os fenômenos obtendo-se pontos de vista de diversos atores. Neste contexto, para padronizar a terminologia sobre a opinião dos especialistas referente ao modelo e sua aplicação, reuniu-se uma lista de 20 perguntas para serem respondidas pelos envolvidos.

Nesta etapa, uma ferramenta informatizada baseada nas funcionalidades nativas do SharePoint (Microsoft) foi desenvolvida com o intuito de promover maior colaboração entre os envolvidos e dar apoio ao modelo. Após debates sobre tudo que foi exposto na primeira entrevista, os especialistas consideraram a proposta como factível. Eles chegaram a esta conclusão, sobretudo pelo comportamento do modelo depois que os testes de simulação foram concluídos. Ainda assim, os especialistas

apontaram alguns ajustes para que o sistema pudesse cumprir melhor sua função – baseado nisto, os especialistas demandaram por um componente que pudesse cumprir com os objetivos de longo prazo da organização.

O modelo preliminar (Figura 8) foi apresentado para 17 engenheiros de duas grandes construtoras nacionais com experiência comprovada na construção de obras verticais e em indústrias de grande porte. Os especialistas analisaram e discutiram a proposta, e chegaram à conclusão de que o modelo se mostrava consistente e que seu funcionamento no canteiro de obras poderia ocorrer de forma realista.

4.4 Apresentação do Modelo Inicial para os Especialistas

O modelo preliminar (Figura 8) foi exposto para 17 engenheiros de duas grandes construtoras nacionais (A e B) com experiência comprovada em obras verticais e construção de indústrias de grande porte. Os especialistas analisaram e discutiram a proposta, e as opiniões foram reunidas para confirmar sua consistência comparando com o sistema real. Isto serviu para avaliar o entendimento dos engenheiros e constatar se o arquétipo estava de acordo com os modelos mentais destes especialistas, e se seu comportamento poderia ocorrer de forma realista.

Entrevista com especialistas da Empresa A

A primeira entrevista foi realizada com 16 engenheiros da empresa A – fazia parte do grupo uma engenheira residente I e três engenheiras residentes II (Tabela 5). A reunião aconteceu na sala de eventos da empresa e durou cerca de 3 horas. Iniciamos a apresentação focando nos conceitos que fundamentavam a construção enxuta – aproveitamos o momento para apresentar os resultados de diversos estudos realizados com a utilização da metodologia.

Concluída a primeira etapa – durou cerca de uma hora, um técnico de TI iniciou a apresentação da ferramenta de controle. Esta ferramenta era composta do SharePoint Foundation com uma interface com o Microsoft Project. Para facilitar o entendimento dos engenheiros, mostramos o funcionamento da ferramenta em um estudo de caso que preparamos com um exemplo para construção de um conjunto de casas populares. Em seguida nos colocamos a disposição para que os engenheiros pudessem sanar suas dúvidas. No encerramento, fizemos algumas ponderações

sobre tudo que foi apresentado. Passamos um questionário para que cada especialista pudesse responder – depois de uma semana os participantes enviaram seus pareceres por e-mail.

Tabela 5 – Dados dos Especialistas da primeira entrevista

Empresa	Função	Quantidade	Experiência
A	Coordenador de Obra	1	Obras verticais e industriais
	Planejamento	2	Obras verticais e industriais
	Orçamento	2	Obras verticais e industriais
	Engº residente I	3	Obras verticais e industriais
	Engº residente II	8	Obras verticais
B	Coordenador de Obra	1	Obras públicas e industriais

Fonte: o autor, 2017

Entrevista com especialista da Empresa B

A entrevista com o especialista da empresa B foi mais informal. A construtora era uma empresa do ramo de construção pesada mais voltada para obras industriais - o coordenador apesar de ter pouca experiência com a metodologia da construção enxuta era um engenheiro sênior com muita experiência em obras. A reunião durou cerca de duas horas – foi utilizado o mesmo material que havia apresentado para os especialistas da Empresa A. Da mesma forma, após apresentação do conteúdo sobre a construção enxuta e discutirmos em detalhes sua aplicação em obras industriais foi passado para o especialista um questionário de 20 questões para que ele respondesse e me desse o feedback por e-mail dentro de um prazo estipulado.

4.4.1 Sugestões dos Especialistas das Empresas A e B

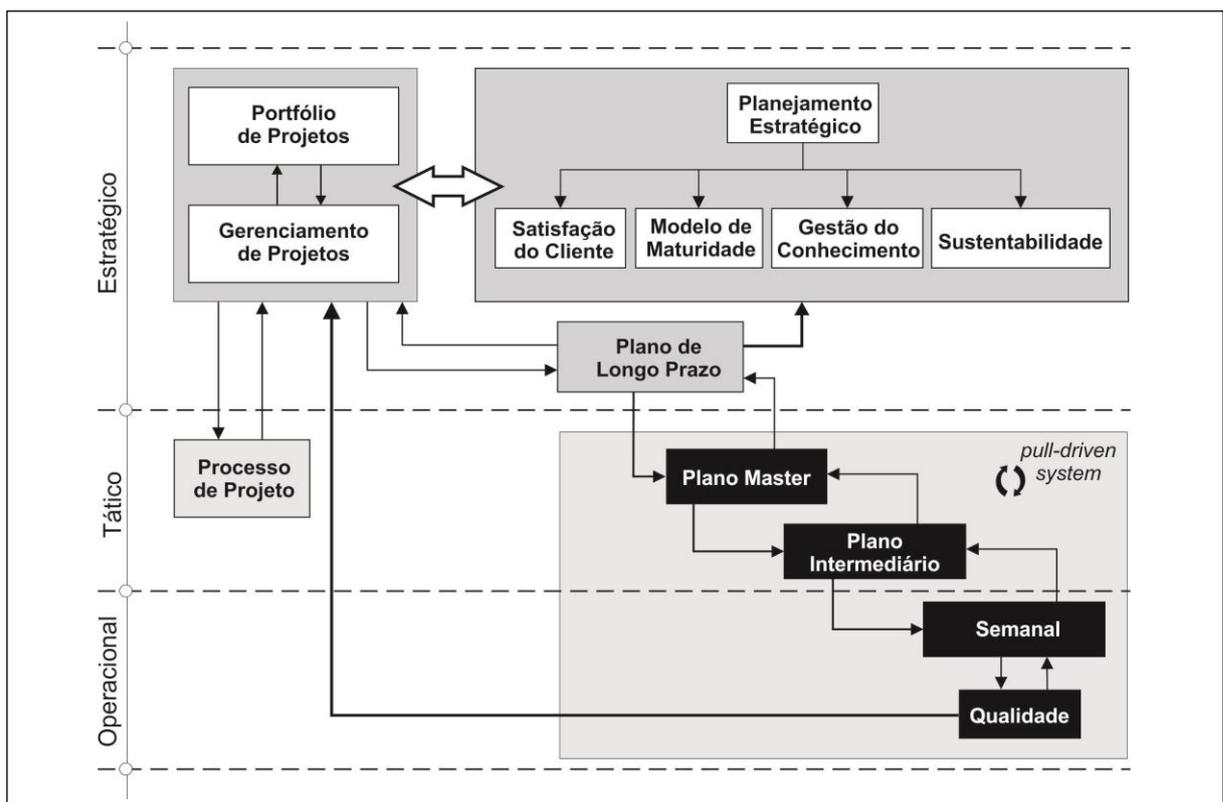
Depois de compilarmos as informações do questionário respondido pelos especialistas, e de uma nova interpelação menos formal procuramos obter sugestões de cada um para que pudéssemos concluir esta primeira entrevista com um feedback que representasse o pensamento dos envolvidos. Neste sentido, os especialistas expressaram as seguintes questões sobre o modelo apresentado: 1) ferramenta informatizada de difícil compreensão; 2) necessidade da inclusão de questões estratégicas como satisfação do cliente e sustentabilidade; 3) aplicação do modelo no

canteiro de obras para monitoramento; e 4) treinamento nos canteiros de obra simulando o uso da CE.

4.5 Desenvolvimento do Modelo Conceitual Final

Foram identificadas ao longo da pesquisa anomalias evidentes nos sistemas existentes de gestão, tais como: baixa produtividade, desperdício de recursos, atrasos nas entregas, não cumprimento do orçamento e baixa qualidade. Logo, uma revisão sistemática foi realizada para propor um modelo com o objetivo de melhorar estas deficiências. A nova proposta procura dar maior integração no planejamento estratégico com as demandas de projetos na organização, garantindo a realização de objetivos de longo prazo, e melhorando sua assertividade para futuras projeções.

Figura 9 – Modelo Proposto Final



Fonte: o autor, 2017

Nesta perspectiva, a revisão sistemática deixou clara a importância da satisfação do cliente como meio de alcançar um desempenho superior do modelo de maturidade, no sentido de melhoria dos processos da gestão do conhecimento para

valorização do capital intelectual, e quanto à sustentabilidade uma vez que a construção enxuta tem como foco a redução de desperdício.

O processo de projeto é um componente importante no modelo por influenciar diretamente no desenvolvimento do empreendimento por mitigar a existência de falhas no design que venha comprometer a qualidade final do empreendimento. O LPS é a ferramenta utilizada para o planejamento e controle do empreendimento que tem como foco melhorar a confiabilidade do fluxo, ganho de qualidade, e a redução da duração e do custo da obra.

Para Opoku e Ahmed (2014), a adoção de práticas de construção sustentável minimiza o impacto ambiental. A indústria da construção é orientada para o cliente e, portanto, os clientes podem desempenhar um papel importante na promoção e implementação de práticas de construção sustentável na indústria, exigindo serviços de construção e produtos sustentáveis, não considerando apenas o custo inicial do projeto, mas sim em todo seu ativo construído. Neste âmbito, o modelo foi alterado conforme apresentado na Figura 9.

O processo é iniciado com a demanda de um projeto. Cabe ao Processo de Projeto a elaboração do *design*, com o objetivo de alinhar as funcionalidades com as reais necessidades do cliente de forma sistemática. Por meio da utilização da Engenharia do Valor, o processo busca proporcionar um produto com o maior número de funcionalidades, atendendo aos padrões de qualidade e com menor preço. Nesta etapa, a equipe de trabalho passa a ter um conhecimento aprofundado do escopo do projeto, favorecendo a fase do planejamento.

Na fase seguinte, cabe à equipe de gerenciamento de projetos desenvolver o estudo de viabilidade financeira, e, se aprovado pela diretoria, o TAP (Termo de Abertura do Projeto) é criado e as atividades de planejamento são iniciadas. Nesta etapa, os envolvidos estarão concentrados na criação do plano de projeto, e no cronograma físico-financeiro, e após aprovação encaminhado à equipe enxuta do projeto – em seguida os gestores avaliam o Plano de Longo Prazo.

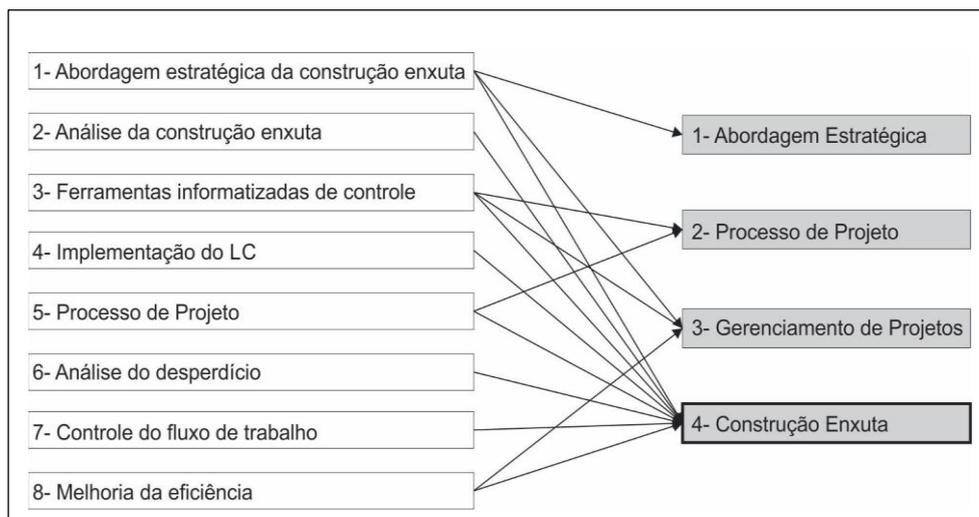
O objetivo neste nível é o alinhamento do projeto com os objetivos organizacionais e com o planejamento estratégico existente. Em seguida, os integrantes do Plano Master avaliam o cronograma físico-financeiro buscando resolver questões relacionadas com os pacotes de trabalho, definir o ritmo de produção e elaborar o plano de mão de obra especializada.

Cabe à equipe do Plano Intermediário elaborar planos mensais/quinzenais, e remover restrições existentes no projeto para manter o fluxo de trabalho contínuo. No nível do Plano Semanal, a equipe busca elaborar o plano semanal, confirmar o comprometimento dos envolvidos na execução do plano, avaliar o tipo e a quantidade de recursos para que a equipe operacional possa executar as atividades do projeto. Nesta etapa, os índices PPC, IDA e IDC são avaliados para verificação do progresso do projeto, e as entregas são submetidas ao pessoal do gerenciamento de projetos.

Os resultados apoiam as questões enunciadas na pesquisa, em que o planejamento tradicional não resolve totalmente o problema no planejamento e controle das obras do setor da construção civil. Temas importantes como sustentabilidade, redução de desperdício e aumento do valor para o cliente, são questões relevantes que certamente proporcionarão uma construção mais sustentável. A maturidade da organização em seus processos de gestão busca nortear o plano de melhoria nas questões estratégicas e no estabelecimento de mudanças necessárias para o estabelecimento da marca das organizações. Assim, a implementação da CE tem a capacidade de minimizar o efeito dos riscos nas estimativas de duração do projeto, bem como melhorar a comunicação, colaboração e coordenação entre todos os envolvidos no projeto (Figura 11).

Como apresentado anteriormente, o processo de projeto é outro componente importante para seu sucesso através do sistema de entrega de projetos Lean, (BALLARD, 2008). Este modelo adota uma visão holística e sistêmica de entrega de projetos reconhecendo que este processo pode ser visto em diferentes níveis, ou seja, as atividades de forma hierárquica, como o trabalho se relaciona com outros trabalhos, como as pessoas e as relações entre elas afetam a maneira como o trabalho é feito e como os incentivos motivam as pessoas a se comportar. A Figura 10 representa de forma gráfica o inter-relacionamento entre os elementos do mapa conceitual e os componentes do modelo proposto, salientando a relevância da construção enxuta como elemento promotor para solucionar o problema apresentado na pesquisa. Com base em análise na literatura existente sobre o tema, ficaram demonstradas anomalias indiscutíveis nos sistemas tradicionais existentes de gestão no setor da construção. O modelo a ser apresentado busca integrar o portfólio de projetos em relação aos objetivos organizacionais. Este modelo procura dar maior integração ao planejamento estratégico com as demandas de projetos na organização, garantindo a realização de objetivos de longo prazo, e melhorando sua assertividade para futuras projeções.

Figura 10 – Relacionamento dos elementos do mapa conceitual x modelo



Fonte: o autor, 2017

A maximização da satisfação do cliente é outro quesito importante como meio de alcançar um desempenho superior em relação à concorrência do setor. O modelo de maturidade ao ser abordado pela equipe busca pela melhoria de processos da gestão do conhecimento para valorização do capital intelectual, e a sustentabilidade no sentido de reduzir os desperdícios nos canteiros de obras.

O processo de projeto é outro componente importante no modelo por influenciar diretamente o desenvolvimento do empreendimento e na capacidade de reduzir falhas no design que venham comprometer o resultado do empreendimento.

O papel do gerenciamento de projetos no modelo decorre de sua eficiência na implementação das estratégias de negócios (HAUC e KOVAC, 2000). E, finalmente, a construção enxuta atua como protagonista no modelo por proporcionar maior eficiência no processo de produção. Neste contexto, o LPS pode ser considerado uma importante ferramenta para o controle de obras, que tem potencial para estabilizar o fluxo, contribuir com a melhoria da qualidade, e reduzir a duração e o custo da obra.

4.6 Desenvolvimento da Ferramenta Informatizada (SiCCoE)

A construção contemporânea é um negócio complexo. Os projetos de construção estão cada vez mais sofisticados – conseqüentemente, a combinação de velocidade do projeto, alta qualidade e baixo custo tornou-se um esforço chave de engenharia e gerencial para enfrentar a crescente concorrência no negócio de

construção (AL-AOMAR, 2012). Os projetos resultam de incertezas que afetam negativamente seu desempenho, e que normalmente são afetados por uma série de problemas na sua execução, tais como requisitos que aumentam a complexidade dos empreendimentos, sequenciamento de construção inconsistente, falta de coordenação da cadeia de suprimentos, mudanças do escopo, retrabalho e a má qualidade do produto final (GONZÁLEZ et al., 2015). Em última análise, como já visto anteriormente, o ambiente de construção é extremamente dinâmico dificultando a elaboração de planos confiáveis na fase de planejamento, principalmente pela variabilidade e incertezas inerentes nos processos deste setor.

Com base nos princípios da *Lean Production*, o Last Planner, conforme preconizado por Ballard (2000), é uma ferramenta de planejamento e controle de produção para superar as limitações do planejamento tradicional para lidar com a incerteza em projetos. Wambeke et al. (2012) comprovaram em seus estudos que a utilização do LPS proporciona uma produtividade 35% maior em relação ao projeto quando planejado pelo modelo convencional de gestão, pois o LPS tem capacidade de reduzir a variação do fluxo e melhorar o desempenho do projeto. O LPS, segundo Ballard (2000), fornece um ambiente de produção mais estável e confiável em projetos, diminuindo a variabilidade do fluxo de trabalho e criando planos de trabalho confiáveis para obter os benefícios máximos do projeto.

Em resposta a estes problemas, este capítulo apresenta uma solução informatizada para controlar o Last Planner e favorecer a aprendizagem entre os envolvidos. O sistema é resultado de um modelo de gerenciamento de projetos que tem como objetivo reduzir o tempo de ciclo, reduzir a variabilidade do fluxo e aumentar a flexibilidade para fornecer projetos com prazos de entrega mais curtos, menores preços e cumprindo com os requisitos do cliente.

Este documento propõe o SiCCoE (Sistema de Controle para Construção Enxuta) como uma solução informatizada que adota a metodologia do Last Planner e técnicas da construção enxuta. A solução foi desenvolvida para trabalhar em quatro camadas e desenvolver sistematicamente planos de ação de longo prazo, mensais e semanais. A implementação do SiCCoE foi projetada para ser um sistema de agendamento do *Pull-Driven System* usando tecnologias da *Internet* como *C-Sharp*. O sistema facilita a criação de um ambiente de gestão transparente, proporcionando uma comunicação mais rápida e uma colaboração mais eficiente entre os membros

do projeto. As ferramentas atuais de planejamento dificilmente resolvem restrições ocultas na cadeia de suprimentos e no fluxo de informações.

O SiCCoE assegura melhor gerenciamento de restrições, contribuindo com a otimização dos planos de produção e com a redução de conflitos de recursos. O sistema proposto, expõe as restrições ocultas do projeto quanto ao fornecimento de recursos, que segundo Chua e Shen (2005) resulta na melhoria do controle do fluxo e na redução das incertezas promovendo aumento de produtividade.

A arquitetura do SiCCoE permite que ele opere nos níveis de planejamento tático e operacional – a solução foi preparada para trabalhar de forma integrada com o Microsoft Project, permitindo que as medições sejam feitas tanto na camada de negócios por meio da Análise do Valor Agregado (AVA) e pelo PPC (Plan Percent Complete) das atividades executadas em atenção aos Planos Mensais e Semanais.

4.6.1 Sistemas de Medição de Performance

Nesta pesquisa, os Sistemas de Controle de Gestão (Management Control Systems – MCS) seguem uma abordagem estrutural em que a perspectiva é estática e o foco é colocado sobre questões como a presença ou ausência de sistemas específicos, suas propriedades técnicas e seu design (Chapman, 1998). O Sistema de Medição de Desempenho (PMS - Performance Measurement Systems) é um dos componentes do MCS. O PMS representa um conjunto de métricas utilizadas para quantificar as ações (NEELY et al., 1995). Essas métricas podem ser do tipo financeira ou não financeira, interna ou externa, de curto ou longo prazo.

Um uso interativo do PMS tem o poder de concentrar a atenção organizacional sobre as incertezas estratégicas específicas para que o conhecimento possa ser gerado e as relações de causa-efeito compreendidas. O PMS é um importante mecanismo formal usado para coletar informações para desenvolver as capacidades (CHENHALL, 2005). Além disso, ao promover o diálogo organizacional, debate e o intercâmbio de informações animadoras, o uso interativo contribui para a disseminação do conhecimento, distribuição de informação e comunicação, e da emergência de ações estratégicas (HAAS e KLEINGELD, 1999).

Bititci et al. (2000) realizaram pesquisas sobre sistemas de medição baseados na Tecnologia da Informação com o intuito de garantir que os sistemas de medição de desempenho de uma organização permaneçam integrados de maneira eficiente e

que estas estruturas sejam suficientemente avançadas para criar um sistema verdadeiramente dinâmico e com praticidade adequada. Segundo os autores, a complexidade do ambiente força as organizações a reverem seus objetivos de nível corporativo e prioridades que por sua vez resultam na necessidade de reestruturação do conjunto sistema de medição de desempenho. Desta forma, a necessidade de mudança nem sempre é conduzida a partir do topo da organização, mas mais frequentemente é iniciada na sequência de uma mudança externa ou interna dentro do ambiente imediato de uma unidade de negócio ou processo de negócio.

Ao longo da história, as medidas de desempenho têm sido utilizadas para avaliar o sucesso das organizações. O quadro contabilístico moderno remonta à Idade Média e desde que a avaliação de tempo de atuação tem sido predominantemente com base em critérios financeiros.

Foram desenvolvidos sistemas de contabilidade de dupla entrada, para evitar disputas e liquidação de transações entre comerciantes (JOHNSON, 1983). Segundo o autor, até o início do século XX, a natureza das organizações tinha evoluído, e propriedade e gestão foram cada vez mais separadas. Como resultado, foram aplicadas medidas de retorno sobre o investimento para que os proprietários pudessem monitorar o desempenho dos gerentes.

Na década de 1980 houve uma crescente percepção de que as medidas tradicionais de desempenho não eram mais suficientes para gerir as organizações que operam nos mercados modernos (JOHNSON e KAPLAN, 1987). Com clientes mais exigentes e mercados mais competitivos, veio a necessidade de uma maior capacidade de resposta e foco externo para as atividades.

Muitos processos (BOURNE et al., 2000) e modelos (KENNERLEY e NEELY, 2000) têm sido propostos e são projetados para ajudar as organizações a implementar um sistema de medição adequado. No centro desses processos e estruturas, como acontece com muito do que foi escrito sobre o tema da avaliação de desempenho, é a premissa de que as medidas e sistemas de medição devem refletir o contexto em que eles são aplicados (NEELY, 1999).

Sistemas de medição de desempenho são foco de atenção considerável nas comunidades acadêmicas e de profissionais. Eles têm claramente uma contribuição considerável quanto à gestão de desempenho das organizações. No entanto, para que esta contribuição seja realizada, é essencial que os sistemas de medição utilizados sejam relevantes e apropriados para o ambiente e as estratégias da

organização. Dado o ambiente dinâmico e em rápida mutação, na qual onde a maioria das organizações compete, é importante que as organizações venham a gerir eficazmente o seu sistema de medição de modo que permaneçam adequados e forneçam informações que sejam relevantes para as questões atuais (NEELY, 1999).

4.7 Entrevista final com especialistas

Para o refinamento do novo modelo, novos especialistas do setor da construção foram requisitados para preencher um questionário e indicar seu grau de concordância em uma escala de 1 a 5, onde 1 significa nenhuma concordância e 5 significa muita concordância. Na segunda etapa, foram selecionados especialistas de 3 empresas médias e de 20 empresas consideradas pequenas.

Os especialistas foram requeridos de forma individual para participarem de reuniões que duravam em torno de 90 minutos. Este processo envolvia cinco etapas:

- 1) Apresentação do modelo;
- 2) Apresentação do SiCCoE;
- 3) Simulação da solução em uma obra fictícia;
- 4) Esclarecimento sobre a funcionalidade da solução; e
- 5) Preenchimento do questionário.

A principal desvantagem identificada nesta segunda etapa foi a falta de conhecimento de alguns engenheiros que faziam parte da pesquisa sobre a abordagem enxuta que, segundo Asiedu e Gu (1998), no processo de julgamento por especialistas, torna-se necessário a familiaridade completa com o produto e os processos para que o especialista possa lidar com semelhanças e fazer ajustes para as diferenças percebidas.

As respostas da segunda rodada foram analisadas e categorizadas. Os dados obtidos e os resultados de estado atuais foram validados com a opinião de diferentes especialistas envolvidos na pesquisa. Todos os participantes opinaram sobre o novo modelo e concluíram que o resultado obtido favorecia sua aplicação nos empreendimentos de construção.

A abordagem inovadora utilizada no estudo baseia-se na opinião de especialistas em como aplicar um modelo flexível de gestão nos empreendimentos de construção e verificar sua viabilidade em resolver problemas de planejamento e controle de obras.

A proposta se resume em aplicar um arquétipo combinando o gerenciamento de projetos na camada de negócio com o Last Planner no nível de operações, assistido por uma ferramenta informatizada de controle. Os dados foram obtidos baseados na apresentação do modelo e nas simulações realizadas em duas etapas por um intermediador juntamente com 49 engenheiros experientes em obras de construção.

Quadro 8 – Características das empresas participantes da entrevista final

Empresas	Quantidade	Porte	Descrição	Quantidade de Especialistas
Zocco	1	Médio	Projetos estruturais	11
Construtora Vectra	1	Médio	Obras verticais	1
Teixeira Holzman	1	Médio	Loteamentos de alto padrão	1
Empresas Pequenas	19	Pequenas	Construções de pequeno porte	19

Fonte: o autor, 2017

4.7.1 Segunda Etapa da Entrevista Final

Nesta perspectiva, ao encerrar a primeira etapa, e considerando que as empresas não poderiam obter resultados satisfatórios quando as práticas enxutas são implementadas de forma isolada, ou sem que ocorra um número substancial de mudanças organizacionais coerentes com a estratégia de negócios (da Costa et al., 2011), os 82 artigos da RSL foram novamente examinados, e o resultado desta revisão implicou na incorporação de um componente estratégico na camada de negócios.

Na segunda etapa, participaram da entrevista 13 engenheiros de 3 construtoras médias e 19 engenheiros pertencentes a construtoras pequenas. O intermediador apresentou o modelo separadamente para cada especialista mediante explicação de todos os seus componentes, bem como do funcionamento da ferramenta informatizada e da simulação de todo sistema procurando retratar o mundo real. As reuniões duravam em média 90 minutos.

O processo envolvia 5 etapas, sendo:

- 1) Apresentação do modelo;
- 2) Apresentação da ferramenta informatizada (SiCCoE);
- 3) Simulação da solução em uma obra fictícia;

- 4) Esclarecimento sobre a funcionalidade da solução; e
- 5) Preenchimento do questionário.

Este grupo de especialistas apresentou um nível de concordância bastante alto, chegando ao escore de 4,22, tanto é que os participantes deste grupo se propuseram em utilizar o modelo e a ferramenta de controle para gestão de suas obras.

A aceitação deste grupo atingiu um score de 4,15 no quesito “Estou disposto a utilizar o modelo em meus projetos”. Os resultados empíricos revelam claramente que as empresas menores estavam mais aptas a fazerem mudanças no seu processo de gestão, de tal maneira que atingiram escores de 4,42 e 4,68 nos quesitos “Estou convencido da operacionalidade do modelo” e “Estou disposto a utilizar o modelo em meus projetos” respectivamente.

Contudo, as empresas maiores valorizam mais a utilização de uma ferramenta informatizada para o controle do planejamento, mas por outro lado, se mostravam mais céticas quanto ao uso do modelo e de sua adequação no canteiro de obras. O resultado da entrevista mostrou também que as empresas de grande porte são mais resistentes em aceitarem que o modelo flexível possa proporcionar melhorias nas práticas de gestão tradicionais.

4.7.2 Considerações sobre o Modelo Conceitual Final

O modelo sugerido nesta pesquisa passa a ser uma conjunção de produção empurrada (gerenciamento de projetos tradicional) e puxada (construção enxuta), visto a permanência do plano de projeto global contemplando todas as áreas de conhecimento necessárias para o gerenciamento de projetos, e um sistema flexível que tem a função de reduzir a variabilidade do fluxo de trabalho e proporcionar maior precisão no resultado do projeto.

Os projetos de construção são inerentemente complexos e dinâmicos, envolvendo vários processos de feedback e relações não lineares (STERMAN, 1992). Enquanto os problemas encontrados durante a construção são fundamentalmente dinâmicos, geralmente eles são tratados estaticamente dentro de uma visão parcial de um projeto (LYNEIS, 2001). Como resultado, os atrasos no cronograma e os excessos de custos são comuns em projetos de construção, apesar dos avanços no uso de equipamentos e técnicas de gestão (Park e Peña-Mora, 2003). Devido a esses

fatores, a estratégia de gestão foi reconhecida como uma questão crítica para o sucesso do projeto (INVOTAN, 1996).

O gerenciamento estratégico de projetos favorece a tomada de decisões de forma proativa durante a fase de concepção e, em seguida, orienta decisões operacionais consequentes. Assim, as decisões operacionais podem ser consistentes com impactos em longo prazo sobre o desempenho do projeto (LYNEIS, 2001).

Segundo feedback dos especialistas, a estratégia no gerenciamento de projetos prepara a empresa para realizar suas operações e serviços alinhados com a sustentabilidade, resultados financeiros de curto e longo prazo garantindo sua competitividade no mercado da construção. Os especialistas foram unânimes ao considerarem que a implementação de uma construção sustentável melhora a imagem da organização, amplia a vantagem competitiva, melhora a qualidade ambiental e a produtividade, e atende às expectativas do cliente.

Outro ponto importante explorado nesta pesquisa diz respeito às incertezas que são inerentes aos projetos podendo gerar variabilidade no fluxo de atividades. As decisões de planejamento são feitas para gerenciar a variabilidade em projetos de construção, pois esta é uma das questões teóricas mais relevantes que exigem maior atenção (LAUFER et al. 1994).

Thomas et al. (2002), recomendam a construção enxuta como a ferramenta ideal para reduzir a variabilidade e com isso melhorar o desempenho e a confiabilidade do fluxo de trabalho – segundo os autores este procedimento contribui com o aumento da produtividade. Aziz e Hafez (2013) observam que os sistemas de gestão tradicionais não se concentram nos processos de produção, e são orientados para resultados. Esta atitude enfatiza a correção de problemas e “combate a incêndios”, em vez de focar na prevenção de problemas, planejamento e aprendizagem, como preconizados pelas metodologias enxutas.

4.8 Modelo Final

As informações coletadas das entrevistas foram reunidas e utilizadas para o refinamento do novo modelo (Figura 9) com o objetivo de alcançar um estado futuro desejável do sistema de produção. Verificou-se que o julgamento e a análise dos especialistas eram compatíveis com os problemas apresentados.

4.8.1 Processo de Projeto no Modelo

O processo de projeto pode ser compreendido como um procedimento utilizado para atender as ações envolvidas no planejamento, combinando e integrando vários elementos. Além do *design*, ele envolve tarefas de natureza estratégica, tais como estudo de viabilidade, prospecção de terrenos, recursos financeiros, definição das características do empreendimento, e tarefas ligadas à formação de equipes de trabalho.

Cabe ao processo de projeto estabelecer prazos e ciclo de vida para o desenvolvimento dos projetos e de suas interfaces junto ao cliente. Mudanças nas práticas da gestão de obras sugeriam que a integração do *design* com a construção não deve ocorrer de forma isolada (JØRGENSEN e EMMITT, 2009).

Na concepção dos projetos deve-se destacar a importância das pessoas envolvidas – nesta etapa é crucial para o sucesso do projeto o foco nas necessidades do cliente e na definição clara dos valores sob esta ótica (HEIDEMANN e GEHBAUER, 2011). Pesquisadores consideram que o incentivo para o compartilhamento de conhecimento é fundamental para a melhoria dos projetos (Gil et al., 2001).

Segundo os autores, o conhecimento dos envolvidos pode contribuir com a qualidade do design, e o envolvimento precoce de projetistas e engenheiros é um fator importante para o bom resultado dos projetos.

Pesquisas têm demonstrado de forma inequívoca que a inclusão de uma fase de concepção do projeto incluindo membros de equipes de diferentes especialidades, tem a capacidade de contribuir de forma incisiva na qualidade do *design* (Pheng et al., 2015), que pode ser medido pelo desempenho excepcional em relação a custo, tempo e qualidade. O conhecimento das questões levantadas nesta etapa se destina a contribuir de forma significativa para a implementação de inovações no projeto (JØRGENSEN e EMMITT, 2009).

4.8.2 Construção Enxuta como Fomentador do Desempenho

Conforme diversas citações anteriores, a construção enxuta vem sendo utilizada com o intuito de reduzir desperdícios, custos e prazos, e também para aumentar a produtividade na execução de seus empreendimentos (ERIK ERIKSSON, 2010).). O LPS que tem como base os princípios da construção enxuta, compo

modelo sugerido com o objetivo de promover maior controle no cronograma e nos custos do projeto.

Quadro 9 – Processo de Projeto – Informações extraídas da RSL

Processo de Projeto
<p>Jørgensen e Emmitt (2009) – Uma melhor integração dos processos do projeto tem sido muitas vezes identificada como a questão-chave para a melhoria do desempenho da construção. Segundo os autores, os resultados destacam a importância da participação de pessoas com conhecimento que estejam envolvidas em todos os níveis do projeto e no planejamento das atividades.</p> <p>Gil <i>et al.</i> (2001) – Empreiteiros e fornecedores com conhecimento em produtos devem contribuir desde a fase da concepção da arquitetura, engenharia e construção.</p> <p>Jørgensen e Emmitt (2009) A questão não é apenas sobre como minimizar os recursos investidos em design, mas em gerir um projeto que venha proporcionar maior valor por meio do processo de projeto.</p> <p>Austin <i>et al.</i> (2002) – A indústria da construção está perfeitamente consciente da necessidade de melhorar a integração, planejamento e controle de seus processos de concepção e produção.</p> <p>Ballard (2008) – O processo de projeto é um componente importante para o sucesso do projeto, que se realiza por intermédio do sistema de entrega de projetos Lean.</p>

Fonte: o autor, 2017

Segundo Yu et al. (2009), o tempo de entrega longo e o desperdício significativo no processo de construção, têm suscitado em muitos construtores a busca por um modelo de produção mais eficaz que aumente a confiança no processo de construção, e, com isso, redução no tempo de ciclo.

Entre outros benefícios, o LPS tem sido aplicado também para resolver questões de saúde e segurança (FORMAN, 2013), e desta forma contribuir com o aumento da eficácia e da melhoria da qualidade (Al-Aomar, 2012), e para contribuir com a construção sustentável (OGUNBIYI et al. 2013). Howell et al. (2010) afirmam que o LPS proporciona uma nova maneira de gerenciar o planejamento e medir sua eficácia.

Por meio de sua aplicação é possível avaliar o desempenho da equipe de trabalho e sua rede de fornecedores deixando mais claro o que deve e o que pode efetivamente ser feito.

A produção enxuta é uma filosofia de gestão que cria vantagens competitivas, e oferece maiores oportunidades de economia para as empresas (CASTILHO et al. 2014). Segundo os autores, a incorporação de metodologias enxutas tem o potencial de melhorar o desempenho dos empreendimentos.

Thomas et al. (2003) afirmam que as iniciativas de melhorias enxutas devem se concentrar principalmente nas estratégias de gestão da mão de obra para

aumentar o desempenho do trabalho. Uma restrição é o resultado de problemas que possam ocorrer no setor produtivo que venham prejudicar ou limitar o desenvolvimento de atividades. Assim, a fim de evitar problemas antes de passar para a fase de construção uma análise das restrições das atividades deve ser realizada (NIETO-MOROTE e RUZ-VILA, 2011).

Projetos de construção são empreendimentos complexos que criam um produto geralmente exclusivo, e consequências não intencionais resultam da interação de múltiplas variáveis que podem reduzir o desempenho do projeto (RUSSELL et al., 2014). Modelos de gestão tradicionais, segundo Koskela (1992), não conseguem reconhecer os fluxos de produção que não fazem parte da transformação (atrasos, movimentação, espera e inspeção), embora sejam necessários para a execução do projeto.

Quadro 10 – Melhoria do desempenho dos projetos promovida pela CE

Melhoria do desempenho	<p>Alarcón <i>et al.</i> (2011) – Um número crescente de empresas tem implementado a construção enxuta, numa tentativa de melhorar o desempenho nos projetos de construção e a maioria delas têm relatado resultados satisfatórios a partir de sua implementação.</p> <p>González <i>et al.</i> (2010) – A ocorrência da variação afeta o fluxo de produção ocasionando um impacto negativo na produtividade.</p> <p>Kim e Park (2006) – Na CE, o pensamento enxuto e a confiabilidade são enfatizados por reduzir a variabilidade do fluxo de trabalho e com isso melhorar o desempenho total do sistema.</p> <p>Koskela (1992) – O aprimoramento da gestão das atividades de fluxo constitui uma etapa primordial na busca pela melhoria dos índices de desempenho no processo produtivo.</p> <p>Thomas <i>et al.</i> (2003) – As práticas da construção enxuta proporcionam melhoria de desempenho e redução de custos por meio da melhoria dos fluxos de produção</p> <p>Wambeke <i>et al.</i> (2012) – A utilização do LPS proporciona uma produtividade 35% maior em relação ao projeto quando planejado pelo modelo convencional de gestão, pois o LPS tem capacidade de reduzir a variação do fluxo e melhorar o desempenho do projeto</p>
-------------------------------	--

Fonte: o autor (2017)

Por meio de uma análise bibliográfica foi possível avaliar o impacto da construção enxuta no controle do fluxo de trabalho. Analisou-se primeiramente a questão da variabilidade dos fluxos e seu impacto sobre o desempenho do projeto. Alguns autores alegam que o controle do fluxo tem forte correlação com o desempenho, e que a variação afeta diretamente o fluxo de produção causando um impacto negativo no resultado do projeto.

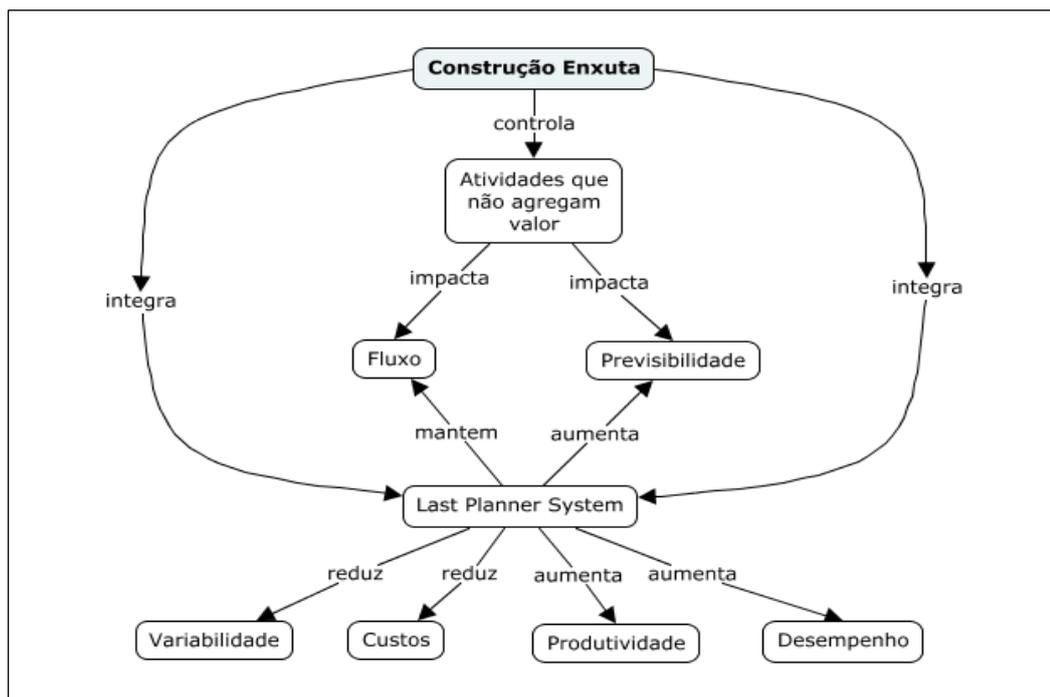
Empresas que implementaram a construção enxuta com sucesso (Figura 11) têm conseguido melhorar o desempenho dos projetos (GONZÁLEZ et al., 2010). O estudo mostrou que a confiabilidade no fluxo de trabalho impacta diretamente a produtividade, e que problemas associados com variações prejudicam o desempenho

dos projetos (LIU et al., 2010). Da mesma forma, a interrupção do fluxo de trabalho provoca impactos negativos nas questões relacionadas com o custo e tem um impacto negativo na realização do cronograma.

4.8.3 Benefício da Construção Enxuta na Redução de Desperdício

Muitas tentativas de avaliar os fatores que afetam o desperdício de projetos foram realizadas em todo o mundo. Os gestores passaram a perceber que controle dos desperdícios pode aumentar o lucro nos empreendimentos (KHANH e KIM, 2014). Contudo, o entendimento sobre o desperdício na indústria da construção está longe de ser completamente compreendido.

Figura 11 – Melhoria do desempenho promovida pela CE



Fonte: o autor (2017)

Atividades que não agregam valor (Figura 14) geralmente passam despercebidas e muitas vezes sem supervisão durante a construção. No passado, os profissionais do setor da construção consideravam os desperdícios associados apenas com os detritos removidos das atividades do canteiro de obras, esquecendo-se das atividades que não agregam valor serem verdadeiramente os potenciais geradores de desperdício (KHANH e KIM, 2014).

Atividades que não agregam valor, como sugeriam Emuze et al. (2014) são questões problemáticas no gerenciamento de projetos. Segundo os autores, essas atividades consomem tempo e recursos sem necessariamente agregar valor às tarefas concluídas. As atividades que não agregam valor, mesmo sendo tarefas essenciais para a gestão do projeto em alguns casos, devem ser eliminadas para evitar problemas no desempenho do projeto. Alarcón (1997) afirma que o pessoal do setor da construção muitas vezes associa o desperdício apenas à perda do material de obra, esquecendo-se das atividades que não agregam valor, tais como inspeção, atrasos e movimentações, dentre outras. Assim, a produção para Bertelsen (2002) pode ser vista como uma série de atividades que agregam valor e outras não. Para o autor, o objetivo na otimização do processo é, portanto, reduzir as atividades que não agregam valor e otimizar atividades que agregam valor ao processo.

Quadro 11 – Redução de desperdício promovida pela CE

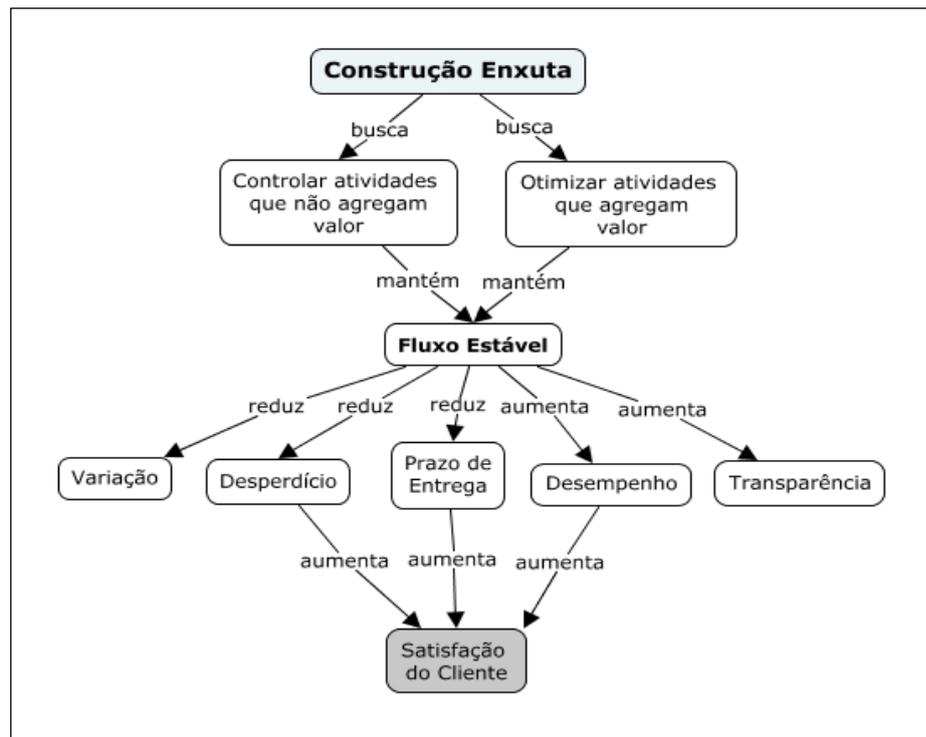
Redução dos desperdícios	<p>Al-Aomar (2012) – O conceito de produção enxuta baseia-se em torno de controlar os recursos de acordo com as necessidades do cliente e reduzir o desperdício.</p> <p>Bertelsen (2002) – A otimização do processo pode ser conseguida pela redução das atividades que não agregam valor e pela otimização das atividades que agregam valor ao processo.</p> <p>Emuze <i>et al.</i> (2014) – atividades que não agregam valor devem ser eliminadas para evitar problemas no desempenho do projeto.</p> <p>Khanh e Kim (2014) – Existem uma grande quantidade de atividades que não agregam valor. A maioria delas passam despercebidas ou sem supervisão durante a construção.</p> <p>Koskela (1992) – O autor critica sistemas de gestão tradicionais por não considerarem atividades que não agregam valor. Para Koskela é necessária uma mudança conceitual que já se encontra associada com a construção enxuta.</p> <p>Koskela (2000) – Os princípios da CE incluem: redução de prazos, aumento da transparência, redução de atividades que não agregam valor, redução da variabilidade do fluxo, entre outros.</p> <p>Lindhard (2014) – A variação de fluxo é uma das causas para o desperdício porque cria interrupções no sistema de produção.</p>
---------------------------------	---

Fonte: o autor (2017)

Qualquer redução de desperdício no ciclo de vida de um empreendimento é capaz de resultar em um benefício significativo para a economia da construção. É na fase de projeto que a maioria dos custos e elementos mitigadores de desperdícios são definidos (AQUERE et al., 2012). Assim o modelo enxuto, conforme prescrito por Sacks et al. (2007), pode ser de grande interesse para os planejadores e gestores da construção, pois permite a personalização completa com o mínimo de desperdício e sem recursos adicionais. Ballard et al. (2003) acentuam que a aplicação dessas técnicas melhora a geração de valor e a redução de desperdício.

Os sistemas de gestão tradicionais são por diversas vezes criticados por não considerarem as atividades que não agregam valor (Figura 12), e asseveram que essas atividades devem ser eliminadas para evitar perdas na construção e conseqüentemente majoração no custo do empreendimento. A construção enxuta tem como foco principal o controle de recursos a fim de assegurar o fluxo contínuo das atividades do projeto.

Figura 12 – Mapa conceitual - Redução de desperdício



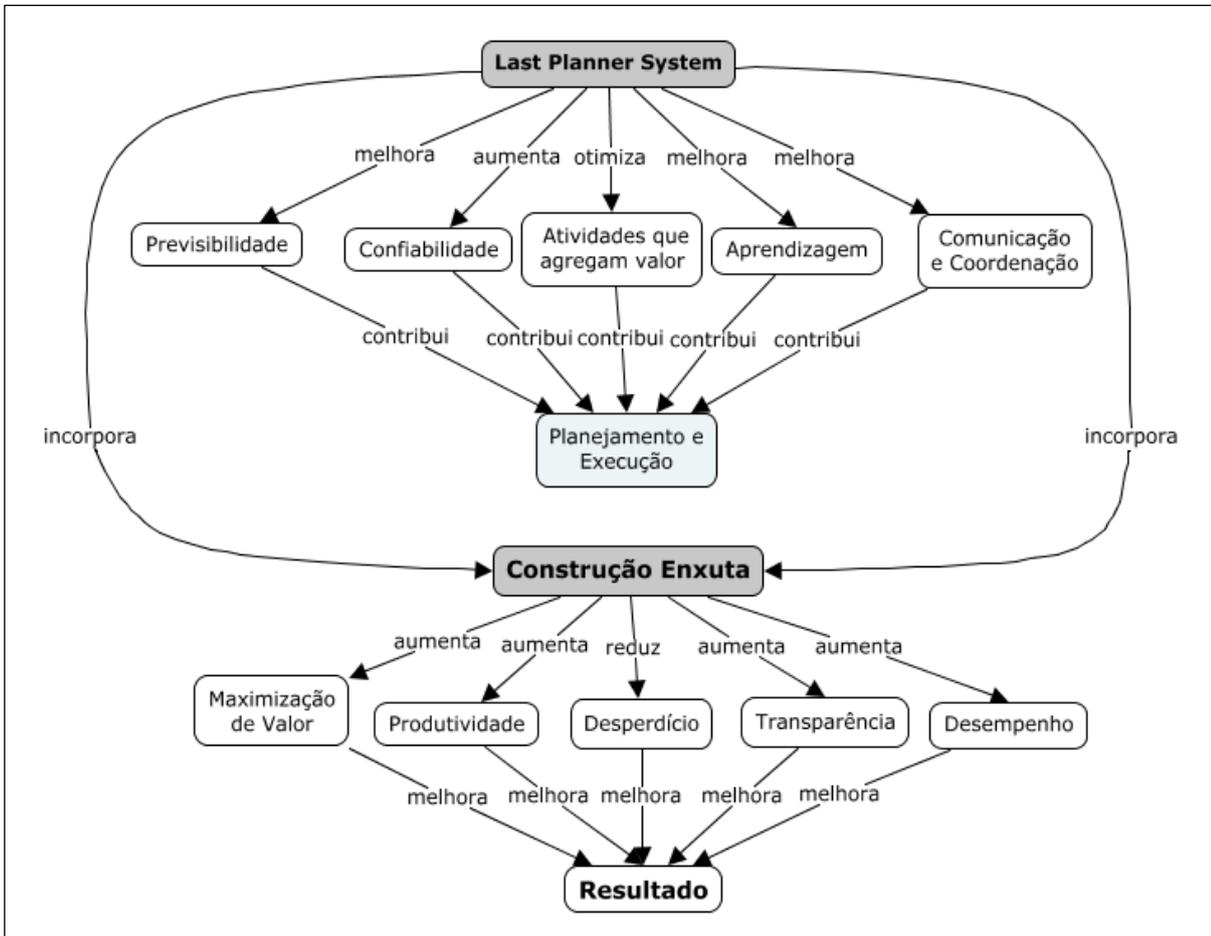
Fonte: o autor (2017)

4.8.4 Benefício da Construção Enxuta no Aumento da Eficácia

A construção enxuta tem crescido em importância para tornar-se uma das receitas de sucesso para produzir benefícios significativos de desempenho, e alcançar melhores resultados para o projeto (Figura 13). A construção enxuta é uma nova filosofia orientada para uma administração mais eficiente, que além de outros benefícios, estabelece fluxos produtivos em movimento, a fim de desenvolver sistemas de controle com o objetivo de reduzir perdas durante o processo. Já o LPS proposto por Ballard (1994) é baseado nos princípios da produção enxuta para

minimizar os desperdícios e tomadas de decisão em um sistema de produção da construção por meio do planejamento.

Figura 13 – CE x melhoria do resultado do projeto



Fonte: o autor, 2017

Conforme já exposto, Aziz e Hafez (2013) considera a técnica de LPS como uma aplicação importante da construção enxuta. Por ser a mais prevalente, é a mais usualmente aplicada, ficando comprovado que por meio dela torna-se possível melhorar as práticas de gestão de construção em vários aspectos, trazendo numerosas vantagens, reduzindo dependências e variações, bem como identificar e eliminar as atividades que não agregam valor. Segundo os autores, o LPS tem a capacidade de melhorar a colaboração entre os envolvidos, tornando os projetos mais fáceis de administrar, mais seguros, custam menos e são de melhor qualidade.

O novo pensamento de gestão de projetos, como o da produção enxuta, sugere que um melhor desempenho de mão-de-obra e de custo pode ser alcançado melhorando a confiabilidade dos fluxos. Nesse contexto, o pensamento enxuto retrata

fluxos confiáveis como a disponibilidade oportuna de recursos, isto é, materiais, informações e equipamentos.

Quadro 12 – Eficácia promovida pela CE

Melhora do Resultado do Projeto	<p>Mossman (2013) – O LPS foi criado para melhorar a previsibilidade e a confiabilidade da produção no setor da construção.</p> <p>Fernandez-Solis <i>et al.</i> (2012) – A utilização do LPS vem aumentando rapidamente, principalmente pelos benefícios de sua aplicação. Para eles o LPS é um sistema operacional para gestão concebido para otimizar o fluxo de trabalho e promover a aprendizagem rápida.</p> <p>Alsehaimi <i>et al.</i> (2014) – Identificaram diversos benefícios com a implementação do LPS, tais como: melhora do planejamento e da comunicação e coordenação entre as partes interessadas.</p> <p>Gao e Low (2014) – O LPS é conhecido como um sistema de planejamento de produção projetado para produzir um fluxo de trabalho previsível e confiável.</p> <p>Ballard e Howell (2003) – Afirmam que a gestão tradicional difere dos modelos enxutos, e que mesmo com implementações parciais do LPS os resultados foram plenamente alcançados.</p> <p>González <i>et al.</i> (2010) – O LPS ajuda a diminuir os impactos negativos da variabilidade por promover um planejamento mais efetivo e um ambiente de produção estável. O LPS diminui a variabilidade criando planos de trabalho mais confiáveis maximizando os benefícios do projeto.</p> <p>Thomas <i>et al.</i> (2003) – O LPS tem a capacidade de melhorar o fluxo de trabalho produzindo melhorias importantes no desempenho da construção.</p> <p>Kalsaas (2011) – O uso adequado do LPS somado à cooperação dos envolvidos proporciona redução na quantidade de tempo dos projetos.</p> <p>Liu e Ballard (2010) – Afirmam que a confiabilidade do fluxo está diretamente relacionada com a produtividade, e que o LPS é capaz de reduzir a variação do fluxo de trabalho.</p> <p>Ballard (2000) – O LPS foi concebido para melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento, provendo um ambiente confiável de produção nos empreendimentos por meio da redução da variabilidade do fluxo de trabalho.</p> <p>Ballard e Howell (2003) – A construção enxuta tem a função de entregar o produto e, ao mesmo tempo, maximizar o valor e minimizar o desperdício.</p> <p>Ballard e Howell (1994) – Relatam que a construção enxuta tem pelo menos dois pontos divergentes em relação ao gerenciamento de projetos tradicional: maior foco na redução do desperdício e maior controle dos fluxos de trabalho.</p> <p>Yin <i>et al.</i> (2014) – A CE aplica o conceito de produção da indústria de transformação para a indústria da construção para melhoria da produtividade, maximização de valor, redução de desperdício, além de incentivar o compartilhamento de recursos entre os intervenientes.</p> <p>Al-Aomar (2012) – O objetivo da construção enxuta é a construção do empreendimento maximizando o valor, minimizando o desperdício, e buscando a perfeição.</p> <p>Ali <i>et al.</i> (2008) – A construção enxuta tem sido considerada como uma oportunidade para resolver os problemas prevalentes de desperdícios e desempenho geral do projeto.</p> <p>Watkins <i>et al.</i> (2009) – Afirmam que, por meio da construção enxuta, a gestão eficaz do fluxo de trabalho pode melhorar o desempenho dos projetos de construção.</p> <p>Issa (2013) – A CE é uma estratégia de gestão que melhora o desempenho dos negócios por meio da eliminação de desperdícios de tempo e atividades que não agregam valor ao produto.</p>
--	--

Fonte: o autor, 2017

Segundo os autores, uma das razões para o alinhamento dos projetos com o negócio tornou-se foco de atenção dos executivos em que as empresas devem desenvolver e executar estratégias de negócios inovadoras para tornarem-se competitivas. Ao fazerem isso, de acordo com Morris e Mamieson (2004), os projetos

tornam-se veículos para implementar as estratégias da empresa e o gerenciamento de projetos pode ser considerado como um importante processo de negócios.

Assim, as empresas passam a executar os projetos em consonância com as estratégias fazendo com que elas se concentrem nos projetos certos de acordo com o planejamento estratégico da organização (Figura 17). Shenhar et al. (2001) define um projeto bem-sucedido de uma forma multifacetada com base na proposição de que os projetos são parte da gestão estratégica nas organizações, onde seus benefícios são muito abrangentes, e seus objetivos devem ser definidos com antecedência para ajudar no cumprimento dos objetivos de longo prazo.

Quadro 13 – Gerenciamento de Projetos e a Vantagem Estratégica

Görög (2011) – o GP é amplamente utilizado na indústria. É aplicado não só para a gestão de projetos individuais, mas também para a coordenação e gestão de portfólios de projetos, e se tornando uma opção importante para as organizações como ferramenta de gestão.

Bryde (1995) – o gerenciamento de projetos tem sido visto como um veículo fundamental para a implementação da estratégia corporativa.

Ajmal e Koskinen (2008) e Lenfle (2008) – as organizações estão usando cada vez mais o GP como uma ferramenta para aumentar a produtividade. Além disso, o gerenciamento de projetos é considerado um método comprovado de dominar tarefas complexas que devem ser concluídas sob restrições exigentes, tais como restrições de tempo, custo e a necessidade de incluir especialistas de diferentes campos e cooperação entre diferentes departamentos ou empresas.

Srivannaboon e Milosevic (2006) – o GP é uma forma especializada de gestão, usada para realizar uma série de metas de negócios e estratégias dentro de restrições bem definidas. Sua essência busca apoiar a execução da estratégia competitiva para entregar resultados desejados.

Morris e Mamieson (2004) – os projetos tornaram-se veículos para implementar as estratégias da empresa e o gerenciamento de projetos será comumente considerado como um processo de negócios importante para a organização.

HAUC e KOVAČ (2000) – o papel do gerenciamento de projetos no modelo decorre de sua eficiência na implementação das estratégias de negócios.

Yaghootkar e Gil (2012) – o GP é a arte de gerir e coordenar recursos durante o ciclo de vida do projeto utilizando ferramentas e técnicas adequadas para atingir os objetivos de custo, tempo, escopo e qualidade.

Chaudhry (2015) – nos últimos tempos, o GP também é usado para atingir metas organizacionais alinhando o GP com a estratégia de negócios de uma organização.

Kärnä e Junnonen (2005) – a concorrência e a dinâmica do mercado obrigam os gestores a buscarem maneiras de melhorar a produtividade, a qualidade e a eficiência. Um passo importante dado nesta direção está sendo a adoção de metodologias ágeis em sinergia com o GP.

Patah e Carvalho (2007) – entende que ao analisar a relação entre investimentos realizados para a implantação do GP em uma multinacional do setor de energia concluíram que as economias resultantes chegaram em uma relação de custo-benefício de 1:9,6 por dólar investido.

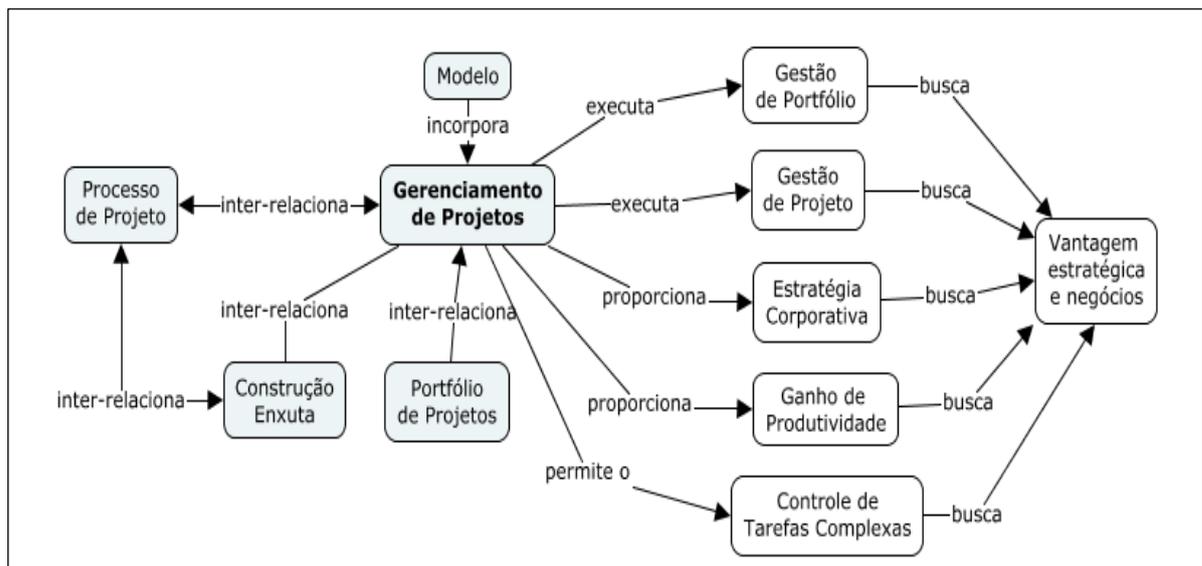
Fonte: o autor, 2017

Muitos executivos passaram a acreditar que a busca pela excelência no gerenciamento de projetos ficou mais clara com sua evolução para um processo de negócio, oferecendo conceitos que podem ser empregados para melhorar a eficácia

e seu subsídio financeiro para a organização. Indiscutivelmente, com a evolução do gerenciamento de projetos, a busca em obter maior valor agregado em relação ao resultado final na ótica do cliente e da organização desenvolvedora tornou-se o foco principal do processo de gestão.

Com as informações do Business Case, a equipe participa da elaboração do TAP (Termo de Abertura do Projeto), e, em seguida, as atividades de planejamento podem ser iniciadas. Nesta etapa, os envolvidos investem todo seu esforço na composição do Plano de Projeto, e conseqüentemente na elaboração do cronograma físico-financeiro (Plano Master) – após aprovação, estes documentos serão encaminhados para a equipe Lean do projeto. A importância do gerenciamento de projetos (Figura 14) está diretamente relacionada com cada dimensão do negócio podendo ser melhorado através da captura das melhores práticas, e tornar esse conhecimento como propriedade intelectual (ativos organizacionais) e serem armazenados nos repositórios da empresa.

Figura 14 – Gerenciamento de Projetos e a Vantagem Estratégica



Fonte: o autor, 2017

4.8.5 Contribuição do Gerenciamento de Projetos no Modelo

Segundo [AJMAL e KOSKINEN, 2008; LENFLE, 2008], as organizações estão usando cada vez mais o gerenciamento de projetos como ferramenta para aumentar sua produtividade. O gerenciamento de projetos também é considerado um método comprovado para lidar com tarefas complexas que devem ser concluídas sob

restrições exigentes, tais como restrições de tempo, custo. Srivannaboon e Milosevic (2006) reconhecem em seus estudos a importância estratégica do gerenciamento de projetos explorando alinhamento estratégico do negócio com a gestão.

4.8.6 Monitoramento e Controle do Projeto

O monitoramento e controle do projeto ocorrem dentro do processo de gerenciamento de projetos. Neste ponto a equipe já investiu um esforço considerável na etapa do planejamento e, após concluir a elaboração do Plano Master e aprová-lo formalmente junto às partes interessadas, iniciam sua execução. Muitos fatores deverão ser considerados para a definição do grau de formalidade do projeto – por exemplo, tamanho, complexidade, grau de qualidade exigido e as tecnologias utilizadas.

Os processos de monitoramento e controle são implementados para manter o projeto dentro da linha de base, e caso algo incomum aconteça em relação aos índices de produtividade, ações corretivas deverão ser tomadas. Relatórios serão gerados para apoiar as atividades, apresentando certos aspectos e características do projeto, tal como, planejado vs. realizado, além de tendências no cronograma decorrentes da utilização dos recursos do projeto. Estes relatórios resumem os progressos do projeto dentro de um determinado período, levando em consideração a data de status em relação à linha de base com valores de tempo e custo programados no planejamento.

A execução da obra ocorre através de planos semanais no nível de curto prazo, em que se orienta de forma efetiva a execução dos trabalhos, gerenciando o comprometimento das equipes. A eficácia do plano é avaliada pelo indicador percentual de pacotes concluídos (PPC), que, segundo Ballard e Howell (1994), servem como medida de confiabilidade, que atendem os requisitos de qualidade e a probabilidade de conclusão. No caso do não cumprimento das tarefas, avalia-se as causas que incorreram para o não cumprimento das tarefas semanais. Estes desvios retroalimentam o Plano Lookahead para que haja as possíveis adequações.

No nível do Plano Mestre, os indicadores de desempenho correrão por conta do desdobramento dos indicadores de desempenho de acordo com a aplicação da análise do valor agregado (EVA – Earned Value Analysis) e pelos índices de produtividade IDC (Índice de Desempenho de Custo) e IDA (Índice de Desempenho

de Agenda). Isto possibilita a aplicação de ações corretivas para melhorar a performance do projeto, ou de ações preventivas para mitigação de riscos.

Segundo Anbari (2003) o EVA é uma poderosa ferramenta que dá suporte ao gerenciamento do escopo, tempo e custo do projeto. Mudanças no projeto podem ser solicitadas por quaisquer dos envolvidos, porém elas devem ser registradas formalmente e avaliadas pelo gerente e submetidas ao patrocinador do projeto.

Toda solicitação de mudança documentada deve ser aprovada ou rejeitada por alguma autoridade da organização ou através de membros do comitê de mudanças. As mudanças que englobam ações corretivas e reparação de defeitos deverão ser documentadas e também avaliar seu impacto nos resultados dos projetos.

4.8.7 Entregas do Projeto

As entregas do projeto ocorrem de forma incremental. Inicialmente as entregas são submetidas ao processo de planejamento da qualidade para identificar os requisitos e seus padrões. Em seguida, as entregas passam pelo processo de auditoria dos requisitos de qualidade e dos resultados das medições de controle. E, finalmente, as entregas passam pelo processo de inspeção do controle de qualidade para avaliar o desempenho e recomendar mudanças necessárias (PMI, 2013).

Após serem submetidas aos processos de qualidade, as entregas aceitas passam pelo processo de inspeção para validação. Estas entregas são revisadas juntamente com o cliente para assegurar que foram executadas de forma satisfatória, e então, receber o aceite formal dos envolvidos. Após cada entrega, aplicam-se os processos de encerramento assegurando que os trabalhos estão de acordo com as especificações. Através do encerramento formal do projeto, as informações históricas serão transferidas para a base de conhecimento para uso em projetos futuros.

4.9 Sistema Pull-Driven

O LPS provou ser uma abordagem proativa para reorganizar o processo do planejamento auxiliando no planejamento colaborativo (O. ALSEHAIMI et al., (2014)). Neste sistema existem vários mecanismos de gestão participativa, tanto na geração dos planos de trabalho quanto na avaliação dos resultados, conforme descrito a seguir.

4.9.1 Plano Master (Longo Prazo)

O Plano Master (PM) descreve o trabalho a ser realizado ao longo do projeto. Ele identifica as principais datas de entrega e incorpora a lógica do método do caminho crítico para determinar a duração geral do projeto (TOMMELEIN e BALLARD, 1997). As atividades a serem realizadas nesta etapa são:

- a) Coordenar as atividades de longo prazo;
- b) Projetar gastos e desembolsos do projeto;
- c) Definir estratégia de compra que requerem longo prazo de aquisição;
- d) Definir o ritmo dos processos de produção;
- e) Definir as datas de entrega de longo prazo; e
- f) Elaborar um plano de contratação de mão de obra especializada.

4.9.2 Intermediário (Lookahead Planning)

O planejamento com o compromisso confiável da equipe do nível operacional é um fator-chave para melhorar o desempenho do projeto. Nos últimos 15 anos, o LPS como um sistema de planejamento e controle de produção melhorou a confiabilidade do planejamento na indústria da construção (GONZÁLEZ et al. 2010). Enquanto na abordagem tradicional os planos definem as atividades do cronograma que serão executadas a partir de um plano mestre sem qualquer consideração real do que a equipe é realmente capaz de fazer, o LPS ajuda a superar estas questões proporcionando um ambiente de produção previsível, diminuindo a variabilidade e criando planos mais confiáveis.

Ballard (2000) sustenta que os planos são baseados em tarefas realizáveis que servem como compromisso com aquilo que deve ser executado – isso possibilita atribuições bem definidas, uma sequência equilibrada, e uma quantidade certa de trabalho. A partir de pesquisas e do conjunto de trabalhos realizados por Glenn Ballard e Greg Howell foi criado o LPS para melhorar a previsibilidade e a confiabilidade da produção no setor da construção (MOSSMAN, 2013). Segundo o autor, o tempo de espera por acesso, informações do projeto, materiais e *design* para completar o trabalho, seriam estas as principais fontes de incertezas e desperdício em projetos.

O Plano Intermediário ocorre no nível de médio prazo, e de acordo com Ballard (1997) significa o primeiro passo do planejamento da produção com um horizonte temporal, normalmente contempla o período de duas a seis semanas. Nesta fase, as atividades são divididas em nível de processos / operações, as restrições são identificadas, as responsabilidades são atribuídas e as atribuições determinadas. Nesta etapa a equipe se propõe a executar as seguintes funções:

- a) Elaborar os planos mensais/quinzenais de trabalho;
- b) Definir as atividades a serem executadas no horizonte de médio prazo;
- c) Reprogramar atividades que não foram executadas;
- d) Programar recursos de médio prazo buscando eliminar restrições existentes;
- e) Buscar atender os requisitos de qualidade;
- f) Identificar e remover de forma sistemática as restrições das atividades; e
- g) Reduzir/eliminar atividades que não agregam valor na produção.

4.9.3 Semanal (Weekly Planning)

O Plano Semanal ocorre no nível de curto prazo. De acordo com Ballard (2000), as atividades deste plano ocorrem através de planos semanais em que a equipe de execução é orientada de forma direta através da atribuição de um plano contendo os pacotes de trabalho conforme definidos no plano. A definição das atividades do plano deve atender ao mecanismo de produção protegida como estratégia para melhorar a continuidade do fluxo de trabalho através de planos que atendam a certos requisitos de qualidade (BALLARD e HOWELL, 1998). Nesta etapa a equipe de projeto está em condições de executar as seguintes funções:

- a) Confirmar o comprometimento com todos os envolvidos;
- b) Elaborar planos semanais através da definição dos pacotes de trabalho;
- c) Fazer triagem dos pacotes de trabalho para avaliar as restrições;
- d) Avaliar tipo e quantidade de material das atividades selecionadas;
- e) Verificar a disponibilidade dos recursos necessários;
- f) Analisar o sequenciamento das atividades selecionadas;
- g) Analisar a capacidade produtiva e o tempo para execução das tarefas;
- h) Atribuir atividades às equipes de trabalho;
- i) Verificar e documentar as causas raízes das tarefas não realizadas.

4.9.4 Contribuição do Sistema Pull Driven no Modelo Proposto

Para Thomas et al. (2003), o LPS tem a capacidade de melhorar o fluxo de trabalho produzindo melhorias importantes no desempenho da construção. Segundo Kalsaas (2011), por meio da competência no uso do LPS e maior familiaridade com a forma de cooperação que envolve este modelo, torna-se possível obter a redução no tempo de ciclo. O mecanismo LPS, como parte integrante da CE, é uma filosofia que busca garantir a proteção contra os efeitos das incertezas inerentes aos processos de planejamento, proporcionando melhor desempenho e contribuindo com melhorias nos índices de produtividade. Ballard (1993) comprova isto, ao afirmar que o LPS é um sistema de gestão projetado para otimizar o fluxo de trabalho. Este mecanismo foi originado pela necessidade de controle com o objetivo de aumentar a previsibilidade do fluxo do sistema de produção, por meio do controle da qualidade dos trabalhos realizados nos planos semanais. Segundo González et al. (2010), a ocorrência da variação afeta o fluxo de produção ocasionando um impacto negativo na produtividade. O autor assegura que o LPS ajuda a diminuir os impactos negativos da variabilidade por promover um planejamento mais efetivo e um ambiente de produção estável. A revisão de literatura contribuiu em mostrar que o LPS é uma filosofia que através da implantação da hierarquização do planejamento, referido por Laufer e Tucker (1987), como planos de longo, médio e de curto prazo pode reduzir incertezas e variabilidades nos processos, assim, proporcionando maior desempenho na produtividade, refletindo principalmente em cumprir prazos e entregas com qualidade.

4.9.5 Operação

A equipe de projeto deverá executar as atividades e medir os índices PPC, IDA e IDC, avaliar o progresso do projeto, elaborar relatório de progresso, e enviar as entregas para o pessoal de gerenciamento de projetos. Ballard e Howell (1998) argumentam que o planejamento é o principal mecanismo para a organização de atividades da construção. Os autores afirmam que o planejamento fiável é melhor maneira para melhorar a confiabilidade do fluxo. Isto posto, Ballard (2000) confirma que o LPS foi concebido para melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento, provendo um ambiente confiável de produção nos empreendimentos por meio da redução da variabilidade do fluxo de trabalho.

4.10 Planejamento Estratégico como Componente do Modelo

O portfólio de projetos é o componente de extrema relevância na promoção da estratégia organizacional. Segundo Cleland e Ireland (2004), os portfólios de projetos estão ganhando aceitação nas organizações com o intuito de equilibrar e priorizar os projetos em relação aos seus benefícios relativos. De acordo com os autores, toda organização necessita de um portfólio específico que venha cumprir com as metas estabelecidas em seu planejamento estratégico.

O planejamento estratégico combinado com a metodologia de gerenciamento de projetos pode contribuir no cumprimento dos objetivos do projeto e com os da organização realizadora. O planejamento estratégico é vital para a saúde da organização, e a eficiência deste processo pode significar a diferença entre o sucesso e o insucesso no longo prazo e até mesmo de sua sobrevivência no mercado.

4.10.1 Aplicabilidade do Modelo Conceitual Final

O foco do modelo está em resolver problemas de gestão no setor da construção por meio de sua aplicação, e, assim, reduzir a variação de fluxo, aumentar a produtividade e atingir os objetivos estratégicos da organização. Quatro componentes do modelo foram utilizados para implementar as práticas da construção enxuta integrada com o gerenciamento de projetos, sendo: (1) Planejamento Estratégico; (2) Processo de Projeto; (3) Gerenciamento de Projetos; e (4) Construção Enxuta. A construção enxuta trabalhando em conjunto com o gerenciamento de projetos pode ser aplicada de forma estratégica, e com isso integrar questões importantes como satisfação do cliente, modelo de maturidade, gestão do conhecimento e sustentabilidade em um programa de melhoria com foco no resultado dos projetos.

Na dinâmica atual dos negócios, evidenciado por desafios constantes, o gerenciamento de projetos passa a ser uma questão de sobrevivência para a maioria das organizações. O modelo proposto incorpora o gerenciamento de projetos no sentido de gerir projetos individuais e coordenar a gestão de portfólio (Görög, 2011), para a implementação da estratégia corporativa (Bryde, 1995), para aumentar a produtividade e lidar com tarefas complexas [AJMAL e KOSKINEN, 2008; LENFLE, 2008].

Quadro 14 – Resultados estratégicos alcançados com a implementação da CE

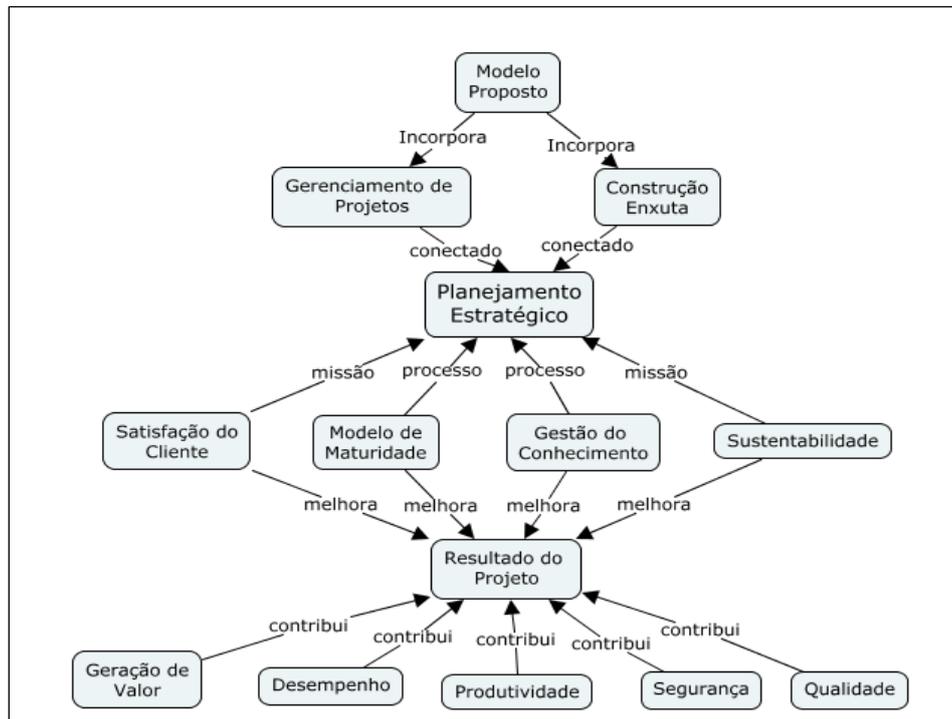
Abordagem estratégica
<p>Han <i>et al.</i> (2008) – Afirmam que recentemente, muitas organizações têm tentado alcançar a satisfação do cliente. Segundo os autores um dos aspectos que mais pesam neste quesito é a entrega de produtos com alta qualidade e baixo nível de defeitos.</p> <p>Koranda <i>et al.</i> (2012) – Afirmam que a existência de um processo de planejamento ao longo do processo de construção pode reduzir desperdícios tornando a integração de conceitos Lean e sustentabilidade mais viáveis.</p> <p>Love <i>et al.</i> (2011) – Argumentam que o compartilhamento de informações ainda não foi efetivamente implementado, mas este conceito pode ser utilizado como uma ferramenta estratégica para melhorar o desempenho das operações.</p> <p>Nesensohn <i>et al.</i> (2014) – Atestam que nos últimos anos tem havido um interesse crescente nos modelos de maturidade relacionados ao gerenciamento, contribuindo com as organizações na gestão de grandes mudanças transformacionais.</p> <p>Palacios <i>et al.</i> (2013) – Consideram que a influência do alinhamento cultural dos membros da equipe é surpreendentemente importante para o sucesso de relacionamentos e parcerias nos ambientes de projeto.</p> <p>Rosenbaum <i>et al.</i> (2013) – Sugeriam que a eficácia da abordagem Green-Lean proposta para melhorar o desempenho sustentável de projetos de construção tem o poder de otimizar a utilização dos recursos e reduzir custos, melhorar os padrões de qualidade, e minimizar os impactos ambientais.</p> <p>Salvatierra-Garrido e Pasquire (2011) – Relatam que o conceito de valor na construção enxuta tem sido associado com atividades na obra em nível de produção, onde a geração de valor está ligada à satisfação das necessidades dos clientes.</p> <p>Sui Pheng e Hui Fang (2005) – Afirmam que a construção enxuta já pode ser aplicada de forma estratégica de modo a resolver problemas de baixa produtividade, falta de segurança e de qualidade.</p>

Fonte: o autor, 2017

Em estudos realizados por Salem et al. (2006), os benefícios da implementação da construção enxuta foram extremamente positivos. Os projetos foram concluídos antes do prazo planejado e abaixo do custo orçado. Dentro dos conceitos e princípios da construção enxuta, o LPS vem se destacando como um mecanismo de controle da produção. Segundo Fernandez-Solis et al. (2012), o número de gestores que estão utilizando o LPS no gerenciamento de projeto para otimização do fluxo de trabalho e promover aprendizagem rápida vem aumentando de forma acentuada.

A indústria da construção é orientada ao cliente e, portanto, os envolvidos podem desempenhar um papel importante na promoção e implementação de práticas de construção sustentável na indústria, e, de acordo com Opoku e Ahmed (2014), exigir serviços de construção e produtos sustentáveis, não considerando apenas o custo inicial do projeto, mas sim todo seu ativo construído. Sacks e Goldin (2007) concluíram em sua pesquisa que através da aplicação das técnicas enxutas tornou-se possível atender a expectativa dos clientes quanto à entrega de apartamentos customizados de acordo com os requisitos individuais de cada cliente final.

Figura 15 – Contribuição do Planejamento Estratégico no modelo proposto



Fonte: o autor, 2017

4.10.2 Modelo Conceitual Final no Contexto Estratégico

As empresas aprimoram o foco no cliente, introduzindo conceitos como o gerenciamento de relacionamento para gerar consonância com todas as partes interessadas, e melhores serviços para aumentar o valor tanto para o cliente como para a empresa (ERNST et al., 2011). O gerenciamento do relacionamento com o cliente segundo Osarenkhoe e Bennani (2007) é uma questão estratégica de negócios e processos, e não apenas uma solução tecnológica, na maioria das vezes concebida na prática. Segundo os autores, este processo promove um aprendizado contínuo em que as informações sobre clientes individuais são transformadas em um relacionamento com o cliente.

5 Interfaces do SiCCoE

A Figura 16 reflete as interfaces do sistema de planejamento que combina o gerenciamento de projetos tradicional na camada de negócios com o Sistema Pull-Driven no nível operacional. O SiCCoE é uma ferramenta informatizada que implementa o conceito de planejamento e produção “puxada” para permitir o

cumprimento das atividades programadas no projeto. Portanto, a programação realizada pelo SiCCoE não se dispõe apenas para exibir informações estáticas do projeto – em vez disso, ela atua como uma ferramenta encarregada de extrair informações dos recursos disponíveis. O princípio desta funcionalidade implica que a solução pode ser programada para monitorar o status do projeto e mostrar o verdadeiro progresso da produção. Esta funcionalidade tem a capacidade de reduzir o esforço da equipe de tarefas que consomem muito tempo de trabalho.

5.1 Implementação do SiCCoE nos Três Níveis de Planejamento

Para que um planejamento funcione corretamente é preciso envolver pessoas de vários níveis, garantir comunicação entre elas, assegurar que todos conheçam os seus objetivos e coordenar as atividades da organização para que as coisas aconteçam. Os meios convencionais de planejamento de projetos na construção geralmente são baseados nas premissas de cronogramas muito detalhados e o gerenciamento do caminho crítico (HOWELL et al., 2010), contra um modelo que maximiza a produtividade nas entregas do projeto em uma abordagem menos centralizada com um sistema que promove a interação e a colaboração entre os membros das equipes (FRANDSON e TOMMELEIN, 2015).

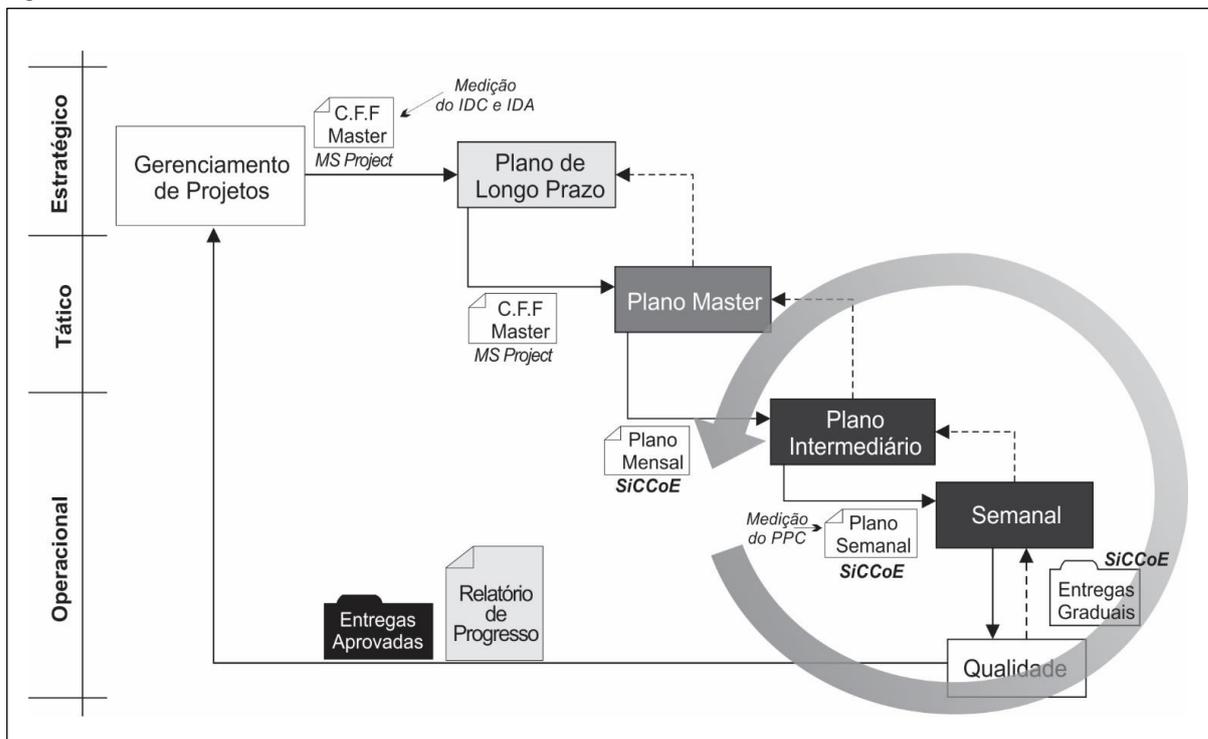
Os membros do projeto no sistema de planejamento e controle convencional podem ter dificuldades em acessar as informações de uma programação mais recente – sob outra perspectiva, o SiCCoE emprega um modelo de planejamento distribuído que facilita a coleta e compartilhamento de dados que possibilita a comparação do planejamento global do projeto na camada de negócios (promovida pelo Microsoft Project) contra uma programação mensal e semanal no nível de operações (promovida pelo SiCCoE). A solução permite uma comunicação mais simplificada entre os envolvidos, permitindo maior transparência nas tomadas de decisão – este quesito é otimizado através do envolvimento dos participantes do projeto na divulgação de informações sobre as restrições nos mais diversos níveis.

5.1.1 Nível de Planejamento Estratégico

O processo é iniciado no nível do planejamento estratégico que é o processo usado para definição da estratégia e de tomada de decisões sobre o alinhamento do

projeto com os objetivos de longo prazo da organização – geralmente este nível trata dos resultados comerciais do projeto. Nesta etapa, o planejamento envia para o canteiro de obras um cronograma físico-financeiro por meio de uma planilha elaborada no Microsoft Project no formato orçamentário, onde cada atividade do projeto tem sua composição de serviços no formato global composto por todos os recursos necessários para sua execução. O engenheiro residente e o coordenador de obras procuram identificar os possíveis benefícios de longo prazo que o sucesso do projeto pode promover para a organização, quais os riscos envolvidos, qual o impacto sobre a concorrência, quais oportunidades serão geradas com a realização do projeto, entre outras.

Figura 16 – Interfaces do SiCCoE



Fonte: o autor, 2017

5.1.2 Nível de Planejamento Tático

O Planejamento tático é o processo em que se estabelecem os marcos globais e as restrições que regem o projeto como um todo (BALLARD, 2000). Este plano engloba toda fase da construção, visando principalmente a coordenação de atividades de longo prazo.

Na etapa do Plano Master a equipe do projeto deve coordenar as atividades de longo prazo, projetar os gastos e os desembolsos do projeto, desenvolver uma estratégia de compra de recursos que requerem longo prazo para aquisição, definir o ritmo dos processos de produção, definir as datas de entrega de longo prazo, elaborar um plano de contratação de mão de obra especializada.

5.1.3 Nível de Planejamento Operacional

O planejamento no nível operacional é composto pelo Plano Intermediário (mensal) e pelo Plano Semanal. A inclusão do Plano Intermediário foi motivada pela simples observância de que os mecanismos de proteção da produção do nível de curto prazo eram insatisfatórios no sentido de criar condições para que as equipes de trabalho atingissem uma eficiência adequada Ballard (2000). Neste nível, o Plano Master é detalhado e ajustado a partir da maior disponibilidade de informações sobre o empreendimento (BALLARD e HOWELL, 1998).

O Plano Intermediário foi proposto por Ballard (2000) com o objetivo de preparar as atividades que poderiam ser realizadas, conectando o planejamento de longo prazo ao planejamento semanal por meio das funcionalidades que compõem o SiCCoE. O LPS possui uma estrutura hierárquica. A filosofia por trás desta estrutura é que quanto mais distante da execução da obra e quanto mais detalhes se planeja mais incoerente será o resultado (FRANDSON e TOMMELEIN, 2015). O Plano Intermediário mostra o trabalho a ser preparado na construção – normalmente tem uma abrangência de 4 semanas. O Plano Semanal é o nível no qual serão especificados os meios para atingir os objetivos estabelecidos no Plano Master. Isso se realiza por meio do desenvolvimento de planos semanais de trabalho gerados no SiCCoE, que orienta de forma objetiva a execução dos pacotes de trabalho pelas equipes funcionais. Neste nível se gerencia também o comprometimento das equipes em realizar as tarefas do plano semanal (BALLARD, 2000).

5.2 Medição do Desempenho pela Gestão do Valor Agregado

O Gerenciamento do Valor Agregado (GVA) dá um passo adiante em relação às demais ferramentas existentes de medição de desempenho. Esta técnica foca no progresso físico, financeiro e no cronograma, indicando o desempenho planejado e real, as variações e as previsões sobre a duração e o custo final do projeto (Cândido

et al., 2014). O GVA pode ser usado com sucesso para gerenciamento de custos e de duração dos projetos de construção.

A natureza dinâmica dos empreendimentos da construção civil torna esse método mais adequado para uso na prática real de gerenciamento de obras (CZEMPLIK, 2014). O IDA (Índice de Desempenho de Agenda) e o IDC (Índice de Desempenho de Custos) são índices importantes para darem suporte ao processo de tomadas de decisão. O processo de medição é iniciado com as informações do Relatório de Progresso que constam informações como percentuais executados, data de início e término das atividades, bem como o PPC (Plan Percent Complete) das atividades executadas em atenção aos Planos Mensais e Semanais.

A partir deste relatório, as informações são passadas para o Microsoft Project proporcionando maior visibilidade da saúde do projeto. Cabe ao IDC (Índice de Desempenho de Custos) que representa o quão eficientemente os recursos estão sendo utilizados, e ao IDA (Índice de Desempenho da Agenda) que representa a taxa de conversão de custo planejado em valor agregado. Se os índices forem menores do que 1, cabe ao gerente tomar as devidas ações corretivas para que o projeto volte novamente a cumprir com o planejamento.

5.3 Planejamento com o SiCCoE

De acordo com O. AlSehaimi et al. (2014), o LPS tem melhorado o planejamento, o gerenciamento do canteiro de obras, a comunicação, e a coordenação entre as partes envolvidas. Esta abordagem provou ser proativa, e ajuda reorganizar o processo de planejamento auxiliando a colaboração entre os membros das equipes de trabalho, tornando o processo de gestão mais organizado, eficiente e produtivo. O SiCCoE apresenta funcionalidades de apoio para entrada de dados (Figura 17) e para controle de funcionários (Figura 18) – isso possibilita a criação de relatórios relatando o trabalho individual e por equipe nas atividades de controle do projeto. As ferramentas informatizadas que utilizam o método do caminho crítico não fornecem apoio adequado aos gestores contra as incertezas e não oferecem uma visibilidade sobre a disponibilidade de recursos (CHOO et al., 2004). Como alternativa, o SiCCoE utiliza a abordagem de programação do LPS, onde as informações do pacote de trabalho são monitoradas com detalhes necessários para planejar e controlar a produção com maior eficiência.

Figura 17 – Entrada de Dados no SiCCoE

The screenshot displays the SiCCoE interface for managing packages. The main table shows the following data:

Código	Pacote	Atividades
2072	Limpeza da obra	3
2064		
2062		
2061		
2060		
2059		
2057		
2056		
2055		
2053		
2052		
2051		
2050	Infraestrutura	2

The modal window 'Visualizar dados do pacote' shows the following activity details:

Código	Nome
3127	Limpeza de janelas de vidros, portas de madeira
3128	lavagem dos banheiros e cozinhas
3129	lavagem dos pisos cimentados e calçadas externas

Fonte: o autor, 2017

As funcionalidades do SiCCoE fornecem um método para verificar sistematicamente a disponibilidade de recursos (Figuras 19, 20 e 21). Os resultados obtidos por Russel et al. (2014) demonstram que o LPS é uma estratégia de planejamento eficaz para melhorar o desempenho do projeto. Já os resultados alcançados por Wambeke et al. (2012) ilustram o efeito que o método LPS pode ter na redução da variação de fluxo e assim melhorar a produtividade do projeto.

Figura 18 – Controle de Funcionários

The screenshot displays the SiCCoE interface for managing employees. The main table shows the following data:

Nome	E-mail	Especialidade
Ricardo	ric@sig.com.br	Administrador
Joao Polo (pavimentação)	joaopolo@gmail.com	Empreiteiro de contra-piso e regularização
Natanael (empreiteiro de armaduras)	natanael@hotmail.com	equipe de armadores
Ivair empreiteiro de pintura	ivair@hotmail.com	Empreiteiro de pintura
João Polo (revestimento)	joaopolo@gmail.com	empreiteiro de revestimento
Empreiteiro do telhado (Jose de Paiva)	jpaiva@hotmail.com	Empreiteiro de telhado

Fonte: o autor, 2017

O Plano Intermediário ocorre no nível de médio prazo – significa o primeiro passo do planejamento da produção com um horizonte temporal, normalmente contempla o período de duas a seis semanas (Figura 23). O Plano Intermediário constitui-se em um mecanismo de proteção da produção, à medida que serve como barreira que impede a liberação de atividades que não cumpram critérios de qualidade para a produção (BALLARD e HOWELL, 1998).

Figura 19 - Planejamento Mensal

Plano Mensal - Outubro-2017																PPC: 0,58%						
Obra: CONDOMINIO ABC																Engenheiro(a): Ricardo						
Pacotes de Trabalho	02	03	04	05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	Restrições
Blocos e baldrame	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	
Forma de madeira	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
Armadura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
Concreto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								
Pacotes de Trabalho	02	03	04	05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	Restrições
Supraestrutura	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	
Forma de madeira												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Armadura												x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Concreto															x	x	x	x	x	x	x	
Pacotes de Trabalho	02	03	04	05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	Restrições
Paredes	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	
Alvenaria de tijolos 6 furos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Vergas de concreto							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Alvenaria de tijolos 6 furos		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pacotes de Trabalho	02	03	04	05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	Restrições
Revestimento de paredes	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	
Emboço massa unica																x	x	x	x	x	x	
Chapisco							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Pacotes de Trabalho	02	03	04	05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27	30	Restrições
Instalações hidro-sanitarias	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	
Instalações de agua fria																x	x	x	x	x	x	
Instalações de agua fria		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Fonte: o autor, 2017

Nesta etapa, atividades como: 1) elaborar planos mensais de trabalho; 2) definir as atividades a serem executadas no horizonte de médio prazo; 3) reprogramar atividades que não foram executadas de acordo com a programação; 4) programar os recursos de médio prazo buscando eliminar as restrições existentes; 5) definir os requisitos de qualidade; 6) identificar e remover restrições de forma sistemática; e 7) reduzir / eliminar atividades que não agregam valor ao processo de produção. Este processo é essencial para melhorar a eficácia do planejamento, e como resultado promover a redução de custos e duração do projeto (BALLARD, 1997).

Figura 20 - Planejamento Semanal

Plano Semanal										PPC: 1,02%		
Obra: CONDOMINIO ABC			Engenheiro(a): Ricardo					Período: 02/10/2017 à 06/10/2017				
Pacotes de Trabalho	02	03	04	05	06	Local	Equipe	PCTE	% Ex	Problema/Oportunidade		
Blocos e baldrame	S	T	Q	Q	S							
Forma de madeira	x	x	x	x	x		Equipe da carpinteiros	0 %				
Armadura	x	x	x	x	x		Equipe de armadores	0 %				
Concreto	x	x	x	x	x		Equipe de concretagem	0 %				
Paredes	S	T	Q	Q	S							
Alvenaria de tijolos 6 furos		x	x	x	x		Equipe de alvenaria	4,76 %				
Alvenaria de tijolos 6 furos		x	x	x	x		Equipe de alvenaria	0 %				

Fonte: o autor, 2017

O Plano Semanal ocorre no nível de curto prazo (Figura 20). As atividades deste plano ocorrem através de planos semanais em que a equipe de execução é orientada de forma direta através da atribuição de um plano contendo os pacotes de trabalho conforme planejados pela equipe de projeto (BALLARD, 2000).

Figura 21 - Planejamento/Replanejamento no SiCCoE

Visualizar pacote de trabalho				PPC Geral: 0,26% - Mês Outubro- 2017														Imprimir					
Superest	Status	Perc		04	05	06	09	10	11	12	13	16	17	18	19	20	23	24	25	26	27		
				Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S		
Forma de madeira	Não Executada	0 %																					
				0 %			0 %			0 %			0 %										
Armadura	Não Executada	0 %																					
				0 %			0 %			0 %			0 %										
Concreto	Não Executada	0 %																					
				0 %			0 %			0 %			0 %			0 %							
Alvenaria de tijolos 6 furo	Reprogramada	4,76 %																					
				0 %			0 %			0 %			0 %			20 %							
Vergas de concreto	Não Executada	0 %																					
				0 %			0 %			0 %			0 %			0 %							

Fonte: o autor, 2017

A definição das atividades do plano deve atender ao mecanismo de produção protegida como estratégia para melhorar a continuidade do fluxo de trabalho através de planos que atendam a certos requisitos de qualidade (BALLARD e HOWELL, 1998). A equipe do projeto executa tarefas como:

- 1) Confirmar o comprometimento dos envolvidos;
- 2) Elaborar planos semanais de trabalho através da definição dos pacotes de trabalho;
- 3) Fazer triagem dos pacotes de trabalho para avaliar se todas as restrições foram removidas;
- 4) Avaliar tipo e quantidade de material das atividades selecionadas;
- 5) Verificar a disponibilidade dos recursos necessários;
- 6) Analisar o sequenciamento das atividades selecionadas;
- 7) Analisar a capacidade produtiva e o tempo necessário para execução das tarefas;
- 8) Atribuir atividades às equipes de trabalho;
- 9) Verificar e documentar as causas raízes das tarefas não realizadas; e
- 10) planejar e replanejar tarefas de acordo com o andamento dos serviços (Figuras 19, 20 e 21).

5.4 Considerações sobre a Ferramenta

Elaborar planos de trabalho confiáveis é importante para se obter alta produtividade e fluxo de trabalho contínuo. As ferramentas de planejamento tradicionais não possuem a capacidade de gerenciar as restrições ocultas na cadeia de suprimentos e no fluxo de informações sobre mão de obra disponível. Como resultado, a qualidade da produção torna-se vulnerável à grande quantidade de incertezas que são difíceis de eliminar ou reduzir.

Uma nova ferramenta de planejamento (SiCCoE) foi proposta para melhorar a confiabilidade dos planos de construção e apresentar as restrições do projeto no sentido de manter o fluxo contínuo das atividades. Com o conhecimento das restrições, o SiCCoE é capaz de gerenciar as disponibilidades de forma antecipada por meio de informações fornecidas pelos respectivos integrantes das equipes de trabalho. A detecção prévia das restrições ajuda a proteger a produção de muitas incertezas potenciais e, conseqüentemente, resultam em planos confiáveis e no bom andamento do trabalho.

Figura 22 - Planejamento/Replanejamento no SiCCoE

SiCCoE					
Tarefas Reprogramadas					
PPC: 4,76%					
Obra: CONDOMINIO ABC		Engenheiro(a): Ricardo			Período: Outubro-2017
Pacotes de Trabalho	Semana	Local	Equipe	% Exec	Problema/Oportunidade
Paredes					
Alvenaria de tijolos 6 furos	03/10 à 16/11		Equipe de alvenaria	4,76%	

Fonte: o autor, 2017

A implementação do SiCCoE é baseada nos princípios de construção enxuta e na tecnologia da informação. A solução adota um modelo de agendamento distribuído com o emprego do C# na plataforma Web. Este modelo simplifica a coleta de dados e facilita o seu compartilhamento. Reduz as inconsistências nos planos de trabalho, mantendo um banco de dados de projeto único, permitindo que a ferramenta venha sendo melhorada de forma escalonada.

Como um sistema de trabalho desencadeado por restrições, o SiCCoE pode extrair informações de clientes remotos por dispositivos móveis no canteiro de obras para resolver as restrições no plano de trabalho. Certamente, isso ajuda a aumentar a transparência das tomadas de decisões e melhorar a confiabilidade dos planos de trabalho.

O SiCCoE oferece uma metodologia combinada de planejamento, agendamento e controle das atividades do projeto de forma completa em todos os níveis de planejamento. A pesquisa mostrou como isso pode ser conseguido combinando duas metodologias: o gerenciamento de projetos na camada de negócios e a abordagem enxuta na camada de operações. As duas metodologias combinadas podem agregar maior transparência ao processo de gestão e oferece uma oportunidade para alcançar maior integração entre o projeto e o planejamento estratégico da organização.

A pesquisa apresenta o SiCCoE como uma ferramenta informatizada que facilita a criação de um ambiente de gestão mais transparente, eliminando as restrições, melhorando a comunicação e a colaboração entre todos os envolvidos (CHUA et al., 2003). A ferramenta apresenta uma interface com o Microsoft Project contribuindo na criação de planos nos níveis de negócio, tático e operacional.

Os resultados obtidos por meio da avaliação da ferramenta em simulações em projetos da construção e da avaliação de especialistas em planejamento apontam que a solução tem potencial para melhorar o fluxo de trabalho e reduzir o desperdício, proporcionando melhor visualização do produto e de suas entregas.

A aplicação de técnicas de gestão de produção avançadas, tais como conceitos de construção enxuta, filtragem de pacotes de trabalho para estabilizar fluxos de trabalho, controle de fluxo de recursos, e processos de controle de qualidade exige fluxos de informações eficazes e oportunos tanto de mão de obra quanto de materiais (SACKS et al., 2009).

Em resumo, um programa de banco de dados chamado SiCCoE foi criado para desenvolver sistematicamente planos de trabalho mensais e semanais. Estes planos são usados por chefes da equipe na programação de pacotes de trabalho e alocação de recursos disponíveis de trabalho e equipamentos. Os planos adotam a metodologia do Last Planner, que implementa várias técnicas da construção enxuta. Esta abordagem ajuda o usuário a criar planos de trabalho de qualidade e aprender com os erros.

A técnica do Last Planner provou que pode melhorar as práticas de gestão em diversos aspectos. Como resultado, uma solução informatizada dentro do conceito enxuto foi aplicada com sucesso em projetos de construção simples e complexos. Em geral, os projetos que utilizam práticas enxutas são mais fáceis de administrar, mais seguros, concluídos mais cedo, custam menos e são de melhor qualidade (AZIZ e HAFEZ, 2013).

6 Implicações práticas da pesquisa

A pesquisa baseou-se na literatura existente e buscou explorar os benefícios da gestão de projetos através das técnicas enxutas na indústria da construção. Entre os principais resultados da RSL temos que:

1. Um modelo híbrido composto pela CE e pelo gerenciamento de projetos pode contribuir com a melhoria do desempenho dos projetos.
2. O sistema puxado de produção e o melhor aproveitamento de recursos tem a capacidade de reduzir a variabilidade do fluxo aumentando a eficiência do processo de produção.

3. As metodologias ágeis contribuem com o processo de gestão para resolver problemas de cumprimento dos objetivos do projeto.
4. O gerenciamento de projetos é uma ferramenta eficaz que pode ser usada para atingir metas organizacionais.
5. A implementação da CE tem o poder de aprimorar o planejamento, reduzir a variação do fluxo e assim melhorar o desempenho do projeto.

Os resultados em relação ao uso do LPS para contribuir com a redução de desperdício e quanto sua abordagem proativa para o restabelecimento do processo de gestão ficaram claros. Os especialistas apontaram algumas vantagens em relação ao modelo: a) melhor aproveitamento de recursos; b) redução de desperdício; c) aumento da colaboração entre os envolvidos; e d) maior satisfação do cliente. A análise dos dados permitiu chegar a um conjunto de resultados qualitativo/quantitativo estatístico das amostras conforme apresentado nas Tabelas 7 e 8.

Tabela 6. Resultado estatístico das três amostras

Porte das Empresas	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão
Grandes	68,00	7,00	2,00
Médias	55,00	3,00	1,00
Pequenas	80,00	4,00	1,00

Fonte: o autor, 2017

Nesta pesquisa, ponderamos que a média é uma medida simples que resume o universo analisado quando considerado com os dados de cada empresa participante. O desvio padrão será considerado como uma medida que indica a dispersão dos dados dentro de uma amostra com relação à média. Assim, um desvio padrão elevado significa que os valores amostrais estão mais distribuídos em torno da média, enquanto que um desvio padrão pequeno indica que eles estão mais condensados próximos da média (Altman e Bland, 2005) – em poucas palavras, quanto menor é o desvio padrão, mais uniforme é a amostra de dados. O erro padrão é uma medida de variação de uma média amostral em relação à média geral dos dados – por meio do erro padrão podemos estimar o intervalo de confiança para a média populacional a partir da média amostral calculada. Desta forma, iremos considerar que o desvio padrão, trata do índice de dispersão da amostra em relação à média, ao passo que o erro padrão é uma medida que ajuda a avaliar a confiabilidade da média calculada.

Tabela 7. Resultado estatístico do grupo de grandes construtoras

Id	Descrição do benefício com a implantação do modelo	Medição	(Xi-Y)=xi	xi ²
1	Compreensão para o uso do modelo	75,00	7,10	50,41
2	Facilidade de uso do modelo	64,00	-3,90	15,21
3	Possibilidade de utilizar o modelo em pequenas construtoras	74,00	6,10	37,21
4	Possibilidade de utilizar o modelo em construtoras médias	73,00	5,10	26,01
5	Possibilidade de utilizar o modelo em construtoras grandes	74,00	6,10	37,21
6	O modelo oferece aumento da confiabilidade do fluxo de trabalho	67,00	-0,90	0,81
7	A ferramenta de apoio é útil para o controle	78,00	10,10	102,01
8	A ferramenta de apoio possui funcionalidades necessárias p/ o controle	73,00	5,10	26,01
9	O modelo melhora a integração da cadeia de abastecimento	67,00	-0,90	0,81
10	O modelo propicia redução no tempo de ciclo do projeto	57,00	-10,90	118,81
11	O modelo permite boa comunicação entre as partes interessadas	75,00	7,10	50,41
12	O modelo permite melhoria na qualidade das entregas do projeto	69,00	1,10	1,21
13	O modelo proporciona melhoria nas práticas de gestão atuais	63,00	-4,90	24,01
14	O modelo permite aumento no conhecimento e aprendizagem	72,00	4,10	16,81
15	O modelo assegura redução nos níveis de stresse no canteiro de obras	78,00	10,10	102,01
16	O modelo assegura melhoria da produtividade	62,00	-5,90	34,81
17	O modelo permite redução do desperdício de recursos	56,00	-11,90	141,61
18	O modelo proporciona aumento da lucratividade	55,00	-12,90	166,41
19	Estou convencido da operacionalidade do modelo	66,00	-1,90	3,61
20	Estou disposto a utilizar o modelo em meus projetos	60,00	-7,90	62,41
		Σxi 1.358,00	0,00	1.017,80

Fonte: o autor, 2017

A Tabela 6 apresenta os resultados estatísticos das amostras das entrevistas com todas as empresas que participaram da entrevista. Portanto, quando se calcula o DP juntamente com a média de diferentes grupos, obtém-se mais informações para avaliar e diferenciar estes comportamentos. Assim, como o desvio padrão das médias e pequenas empresas foram os menores, significa que os dados pertencentes a estas entidades são mais condensados e próximos da média – portanto, os dados das empresas grandes estão menos condensados e menos homogênea é a amostra. Neste cenário, o erro amostral mostra que a amostra de dados das empresas grandes apresenta menor confiabilidade quanto a média calculada.

Os resultados da pesquisa apontam que os benefícios com a implementação do modelo irão contribuir com a melhoria do planejamento, uma vez que o sistema de gestão tradicional não resolve o problema como um todo. Ficou demonstrado de forma experimental que a implementação de um modelo de gestão com uma abordagem mais flexível, através da integração do modelo de gestão tradicional com a construção enxuta, favorece de forma efetiva o aumento da eficiência do planejamento.

Tabela 8. Resultado estatístico do grupo de pequenas e médias construtoras

Id	Descrição do benefício com a implantação do modelo	Médias	(Xi-Y)=xi	xi²	Pequenas	(Xi-Y)=xi	xi²
1	Compreensão para o uso do modelo	59,00	4,15	17,22	82,00	1,75	3,06
2	Facilidade de uso do modelo	57,00	2,15	4,62	78,00	-2,25	5,06
3	Possibilidade de utilizar o modelo em pequenas construtoras	59,00	4,15	17,22	82,00	1,75	3,06
4	Possibilidade de utilizar o modelo em construtoras médias	59,00	4,15	17,22	86,00	5,75	33,06
5	Possibilidade de utilizar o modelo em construtoras grandes	57,00	2,15	4,62	76,00	-4,25	18,06
6	O modelo oferece aumento da confiabilidade do fluxo de trabalho	52,00	-2,85	8,12	77,00	-3,25	10,56
7	A ferramenta de apoio é útil para o controle	58,00	3,15	9,92	76,00	-4,25	18,06
8	A ferramenta de apoio possui funcionalidades necessárias p/ o controle	52,00	-2,85	8,12	73,00	-7,25	52,56
9	O modelo melhora a integração da cadeia de abastecimento	53,00	-1,85	3,42	83,00	2,75	7,56
10	O modelo propicia redução no tempo de ciclo do projeto	54,00	-0,85	0,72	76,00	-4,25	18,06
11	O modelo permite boa comunicação entre as partes interessadas	55,00	0,15	0,02	85,00	4,75	22,56
12	O modelo permite melhoria na qualidade das entregas do projeto	52,00	-2,85	8,12	78,00	-2,25	5,06
13	O modelo proporciona melhoria nas práticas de gestão atuais	54,00	-0,85	0,72	84,00	3,75	14,06
14	O modelo permite aumento no conhecimento e aprendizagem	54,00	-0,85	0,72	84,00	3,75	14,06
15	O modelo assegura redução nos níveis de stresse no canteiro de obras	50,00	-4,85	23,52	75,00	-5,25	27,56
16	O modelo assegura melhoria da produtividade	57,00	2,15	4,62	78,00	-2,25	5,06
17	O modelo permite redução do desperdício de recursos	56,00	1,15	1,32	79,00	-1,25	1,56
18	O modelo proporciona aumento da lucratividade	52,00	-2,85	8,12	80,00	-0,25	0,06
19	Estou convencido da operacionalidade do modelo	53,00	-1,85	3,42	84,00	3,75	14,06
20	Estou disposto a utilizar o modelo em meus projetos	54,00	-0,85	0,72	89,00	8,75	76,56
		Σxi 1.097,00	0,00	142,55	1.605,00	0,00	349,75

Fonte: o autor, 2017

O planejamento efetivo contribui com a melhoria dos índices de produtividade, cumprimento dos prazos e custos e conseqüentemente promove a satisfação do cliente. A pesquisa buscou contribuir para a melhoria das práticas de gestão, e pode auxiliar no desenvolvimento de novas pesquisas no tema de integração de metodologias, viabilizando o estabelecimento de novas práticas gerenciais nas organizações que buscam por mudanças e por melhorias em seus processos de gestão.

Os resultados também mostraram que existem vários benefícios associados à implementação da construção enxuta integrada com o gerenciamento de projetos tradicional, e que sistemas de gestão quando trabalham em sinergia não competem entre si, e se usados de forma sistemática podem tornar mais efetivo o processo de gestão. Ficou salientado que, por meio da implementação do modelo vantagens como a melhoria na efetividade do planejamento e conseqüente ganho na produtividade tornaram-se possíveis.

7 Conclusões

Em síntese, esta pesquisa examinou uma série de trabalhos e com isto obteve uma quantidade relevante de informações para possibilitar uma compreensão mais aprofundada da construção enxuta como instrumento capaz de melhorar o controle da produção e resolver os problemas que os modelos de gestão tradicionais até o momento não conseguiram solucionar.

Como resultado da pesquisa, tornou-se inegável que a combinação de diferentes modelos de gestão quando realizados de forma adequada tem o poder de melhorar o resultado dos projetos. Entretanto, decidir por um modelo único ou pela gestão combinada não depende apenas de uma simples decisão, em vez disto, deve haver um importante esforço para mudança de adaptação e estar ciente de qual forma de gestão é mais apropriada para a cultura da organização.

A pesquisa abordou questões importantes sobre a contribuição do modelo em relação à solução de problemas no planejamento, e com isso proporcionar maior produtividade aos projetos de construção. Mesmo considerando que o gerenciamento de projetos tradicional dá um apoio importante ao processo de gestão, muitas vezes estes modelos parecem ter pouca relação com projetos reais. Além disso, o planejamento de um empreendimento requer um elevado grau de detalhes, no qual as atividades planejadas são alteradas com certa frequência. Para atender esta demanda, uma visão alternativa foi proposta no sentido de potencializar um modelo mais flexível que possibilite acomodar estas mudanças de forma mais efetiva.

Ficou claro na pesquisa que o gerenciamento ágil pode, potencialmente, ser implementado para gerir determinadas fases ou situações do projeto, mas não é adequado para o gerenciamento de todo o empreendimento. O foco da metodologia ágil na gestão de empreendimentos da construção é particularmente mais indicado para projetos altamente dinâmicos caracterizados principalmente pelas incertezas que provocam mudanças no projeto. A abordagem ágil aplicada na construção enxuta é ainda um trabalho que está em processo de adaptação. Futuramente este estudo permite maiores aprofundamentos direcionados principalmente para projetos de natureza mais complexa na indústria da construção.

A pesquisa buscou contribuir para a melhoria das práticas de gerenciamento de projetos, e pode auxiliar no desenvolvimento de novas pesquisas no tema de integração de metodologias viabilizando o estabelecimento de novas práticas gerenciais nas organizações que buscam por mudanças e por melhorias em seus

processos de gestão. Foi possível demonstrar através da construção de um modelo híbrido composto por uma abordagem de gestão tradicional na camada de negócios e de uma abordagem mais flexível (construção enxuta), e com o apoio de uma ferramenta informatizada construída para trabalhar com o Last Planner no nível operacional pode resultar em ganhos adicionais de produtividade nas empresas de construção, independentemente do seu porte.

Mais pesquisas deverão ser realizadas para a comprovação da eficiência de modelos híbridos, e assim avaliar sua efetividade na melhoria do planejamento e controle de projetos. Os resultados também indicam a necessidade de mais pesquisa no sentido de desenvolver testes estatísticos das afirmações apresentadas neste estudo, e assim comprovar de forma quantitativa a validade do modelo apresentado.

A precisão da pesquisa se limita a informações obtidas de apenas 49 especialistas divididas em grupos de pequenas, médias e grandes construtoras. Pesquisas futuras são necessárias para aplicação do modelo diretamente nos canteiros de obras, bem como um número maior de especialistas também são necessários para validação do framework apresentado.

A principal contribuição do estudo foi o desenvolvimento de um modelo conceitual que utiliza duas abordagens de gestão, sendo uma de gerenciamento de projetos e outra mais flexível baseada em um arquétipo de produção enxuta. Este foi um estudo exploratório com base empírica de natureza qualitativa/quantitativa, baseado na opinião de especialistas por meio de um questionário. Porém, pesquisas com amostras mais extensas precisam ser conduzidas, e os dados obtidos devem ser testados para que as possíveis diferenças circunstanciais possam ser identificadas.

8 Referências Bibliográficas

- Ajmal, M. M., e Koskinen, K. U. (2008). Knowledge transfer in project-based organizations: na organizational culture perspective. *Project Management Journal*, 39(1), p.7-15.
- Al-Aomar, R. (2012). A lean construction framework with Six Sigma rating. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(4), 299-314.
- AL-SEHAIMI, O., TZORTZOPOULOS FAZENDA, P., KOSKELA, L. Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2014, 21(1), p.51-64.
- Alarcón, L. F., e Calderón, R. (2003). Implementing lean production strategies in construction companies. In *Construction Research Congress: Wind of Change: Integration and Innovation* (pp. 1-8).
- Alarcón, L. F., e Mesa, H. (2012). A modeling approach to understand performance of lean project delivery system. In *Proc., 20th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction, IGLC (Vol. 20)*.
- Alarcón, L.F., Calderón, R. (2014). Implementing Lean Production Strategies in Construction Companies. *ASCE, Construction Research Congress, 2014*, pp. 1-8.
- Alarcón, L.F., Diethelm, S., Rojo, O. (2002). Collaborative implementation of lean planning systems in Chilean construction companies. *Tenth Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-10)*, pp. 1-11.
- Al-Sedairy, S.T. (2001). A change management model for saudi construction industry. *International Journal of Project Management*, 19(3), p.161-169.
- Altman, D. G., & Bland, J. M. (2005). Standard deviations and standard errors. *Bmj*, 331(7521), 903.
- Anbari, F. T. (2003). Earned value project management method and extensions. *Project management journal*, 34(4), 12-23.
- Andersson, R., Eriksson, H., e Torstensson, H. (2006). Similarities and differences between TQM, six sigma and lean. *The TQM magazine*, 18(3), 282-296.
- Aquere, A.L., Dinis-Carvalho, J., Lima, R.M. (2012). Project Cell: Cellular Organization of the Building Design Process. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(5), p.538-546.
- Arditi, D., e Pattanakitchamroon, T. (2006). Selecting a delay analysis method in resolving construction claims. *International Journal of project management*, 24(2), 145-155.
- Arto, K. A., e Dietrich, P. H. (2007). Strategic business management through multiple projects. *Morris, PWG and Pinto, JK (2007) The Wiley Guide to Project Program and Portfolio Management. Hoboken, New Jersey: John Wiley e Sons*, 1-33.
- Austin, S. A., Baldwin, A. N., e Steele, J. L. (2002). Improving building design through integrated planning and control. *Engineering Construction and Architectural Management*, 9(3), 249-258.

- Awodele, O.A., Ogunlana, S.O., Motawa, I. (2010). Understanding and Managing Risks-Necessary Condition for Success and Sustainability of Privately Financed Market Projects in Nigeria. In ARCOM DOCTORAL WORKSHOP, p.9.
- Aziz, R. F., e Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. Alexandria Engineering Journal, 52(4), 679-695.
- Baiden, B.K., Price, A.D., Dainty, A.R. (2006). The extent of team integration within construction projects. International Journal of Project Management, 24(1), p.13-23.
- Ballard, G. (1997). Lookahead planning: the missing link in production control. In Proc. 5th Annl. Conf. Intl. Group for Lean Constr.
- Ballard, G. (2000). The last planner system of production control (Doctoral dissertation, University of Birmingham).
- Ballard, G. (2006). Rethinking project definition in terms of target costing. In Proceedings of the 14th annual Congress (pp. 77-90).
- Ballard, G. (2008). The Lean Project Delivery System: An Update. Lean Construction Journal.
- Ballard, G., e Howell, G. (1994). Implementing lean construction: stabilizing work flow. Lean construction, 101-110.
- Ballard, G., e Howell, G. (2004). An Update on Last Planner, Proc. 11th Annual Conf. Intl. Group for Lean Construction, Blacksburg, Virginia, USA, 13
- Ballard, G., Howell, G. (1998). Shielding production: An essential step in production control. Journal of Construction Engineering in Management, 124, p.11-24.
- Ballard, G., Howell, G. (2003). Lean project management. Building Research e Information, 31 (2), p.119-133.
- Bernardes, M. M. (2001). Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção. Porto Alegre.
- Bertelsen, S. (2002). Bridging the gap-towards a comprehensive understanding of lean construction. IGLC-10, Gramado, Brasil.
- Bititci, U. S., Turner, U., e Begemann, C. (2000). Dynamics of performance measurement systems. International Journal of Operations e Production Management, 20(6), 692-704.
- Bititci, U., Garengo, P., Dörfler, V., e Nudurupati, S. (2012). Performance measurement: challenges for tomorrow. International Journal of Management Reviews, 14(3), 305-327.
- Bortolazza, R. C., Costa, D. B., e Formoso, C. T. (2005). A quantitative analysis of the implementation of the Last Planner System in Brazil. In 13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings (p. 413). International Group on Lean Construction.
- Bouchlaghem, D., Kimmance, A.G., Anumba, C.J. (2004). Integrating product and process information in the construction sector. Industrial Management e Data Systems, 104(3), p.218-233.
- Bourne, M., Mills, J., Wilcox, M., Neely, A. and Platts, K. (2000), ``Designing, implementing and updating performance measurement systems'', International Journal of Operations e Production Management, Vol. 20 No. 7, pp. 754-71.

Brioso, X. (2015). Integrating ISO 21500 Guidance on Project Management, Lean Construction and PMBOK. *Procedia Engineering*, 123, p.76-84.

Bryde, D. J. (1995). Establishing a project organization and a project-management process for telecommunications project management. *International Journal of Project Management*, 13(1), 25-31.

Cabri, A., e Griffiths, M. (2006). (2006). Earned value and agile reporting. In *Agile Conference*, (pp. 6-pp). IEEE.

Cândido, L. F., Heineck, L. F. M., e Neto, J. (2014). Critical analysis on earned value management (EVM) technique in building construction. In *22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 159-170).

Cariaga, I., El-Diraby, T., Osman, H. (2007). Integrating value analysis and quality function deployment for evaluating design alternatives. *Journal of Construction Engineering and Management*, 133(10), p.761-770.

Castillo, G., Alarcón, L.F., González, V.A. (2014). Implementing lean production in copper mining development projects: Case study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(1), p.05014013

Chapman, R. J. (1998). The role of system dynamics in understanding the impact of changes to key project personnel on design production within construction projects. *International Journal of Project Management*, 16(4), 235-247.

Chaudhry, B. A. (2015). Alignment of Project Management with Business Strategy. *International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM)*, 6(4), 48-64.

Chen, Q., Reichard, G., & Beliveau, Y. (2007). Interface management-a facilitator of lean construction and agile project management. *International Group for Lean Construction*, 57-66.

Chenhall, R. H. (2005). Integrative strategic performance Measurement systems, strategic alignment of manufacturing, learning and strategic outcomes: an exploratory study. *Accounting, Organizations and Society*, 30(5), 395–422.

Choo, H. J., Hammond, J., Tommelein, I. D., Austin, S. A., e Ballard, G. (2004). DePlan: a tool for integrated design management. *Automation in Construction*, 13(3), 313-326.

Choo, H. J., Tommelein, I. D., Ballard, G., & Zabelle, T. R. (1999). WorkPlan: Constraint-based database for work package scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*, 125(3), 151-160.

Chua, D.K.H., Shen, L.J., BOK, S.H. (2003). Constraint-based planning with integrated production scheduler over internet. *Journal of Construction Engineering and Management*, 129(3), p.293-301.

Churchman, C.W., "Why measure?" (1967). in Churchman, C.W. and Ratoosh, P. (Eds), *Measurement: Definition and Theories*, Wiley, London, pp. 83-94.

Cleland, D. I. (2004). *Field guide to project management* (pp. 3-33). Van Nostrand Reinhold.
 Emuze, F., Smallwood, J., Han, S. (2014). Factors contributing to non-value adding activities in South African construction. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 12(2), p.223-243.

- Cleland, D., e Ireland, L. (2004). *Project manager's portable handbook*. McGraw Hill Professional.
- Crowther, D. E. (1996). Corporate performance operates in three dimensions. *Managerial Auditing Journal*, 11(8), 4-13.
- Csillag, J.M. (1995). *Análise do valor: metodologia do valor: engenharia do valor, gerenciamento do valor, redução de custos, racionalização administrativa*. São Paulo, Atlas.
- Czemplik, A. (2014). Application of earned value method to progress control of construction projects. *Procedia Engineering*, 91, 424-428.
- Demir, S. T., Bryde, D. J., e Sertyesilisik, B. (2014). Introducing AgiLean to construction project management. *The Journal of Modern Project Management*, 1(3).
- Dwivedi, U. (2010). Critical Path Method and Critical Chain Project Management. PMP lecture, <http://www.refresher.com/CriticalChainProjectManagement.pdf>.
- Dybå, T., e Dingsøy, T. (2015). Agile project management: from self-managing teams to large-scale development. In *2015 IEEE/ACM 37th IEEE International Conference on Software Engineering (Vol. 2, pp. 945-946)*.
- Emuze, F., Smallwood, J., Han, S. (2014). Factors contributing to non-value adding activities in South African construction. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 12(2), p.223-243.
- Erik Eriksson, P. (2010). Improving construction supply chain collaboration and performance: a lean construction pilot project. *Supply Chain Management: An International Journal*, 15(5), p.394-403.
- Ernst, H., Hoyer, W. D., Krafft, M., e Krieger, K. (2011). Customer relationship management and company performance—the mediating role of new product performance. *Journal of the academy of marketing science*, 39(2), 290-306.
- Everts, P. A. U. L., Pries, F., e Nijhuis, S. (2011). Towards agile project management and social innovation in the construction industry. In *Management and Innovation for a Sustainable Built Environment MISBE 2011*, Amsterdam.
- Fernandez, D. J., e Fernandez, J. D. (2008). Agile project management—agilism versus traditional approaches. *Journal of Computer Information Systems*, 49(2), 10-17.
- Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., Lagoo, N. (2012). Survey of motivations, benefits, and implementation challenges of last planner system users. *Journal of construction engineering and management*, 139(4), 354-360.
- Figge, F., Hahn, T., Schaltegger, S., Wagner, M. (2002). The sustainability balanced scorecard—linking sustainability management to business strategy. *Business strategy and the Environment*, 11(5), 269-284.
- Folan, P., e Browne, J. (2005). A review of performance measurement: Towards performance management. *Computers in industry*, 56(7), 663-680.
- Forgues, D., Koskela, L., e Lejeune, A. (2009). Information technology as boundary object for transformational learning. *Journal of Information Technology in Construction (ITCon)*, 14, 48-58.

Forman, M. (2013). Inertia and change: lean construction and health and safety work on construction sites. *Construction Management and Economics*, 31(6), p.647-660.

Frandsen, A. G., Tommelein, I.D., (2015). Improving Integrated Planning for Offshore OeM Projects With Last Planner Principles. In: Proc. 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction, pp. 173-182.

Gao, S., Low, S. P. (2014). The Last Planner System in China's construction industry—A SWOT analysis on implementation. *International Journal of Project Management*, 32(7), p.1260-1272.

Ghalayini, A. M., e Noble, J. S. (1996). The changing basis of performance measurement. *International Journal of Operations e Production Management*, 16(8), 63-80.

Gidado, K. (1996). Project complexity: The focal point of construction product planning.

Gil, N., Tommelein, I. D., Kirkendall, R. L., e Ballard, G. (2001). Leveraging specialty-contractor knowledge in design-build organizations. *Engineering Construction and Architectural Management*, 8(5-6), 355-367.

Goldratt, E. M. (1997). *Critical chain*. North River Press,.

Gonçalves, V., Campos, C. (2016). *HCMBOK-The Human Change Management Body of Knowledge (3ª Edição): O fator humano na liderança de projetos*. Brasport.

González, V., Alarcón, L. F., Maturana, S., Mundaca, F., e Bustamante, J. (2010). Improving planning reliability and project performance using the reliable commitment model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(10), 1129-1139.

Gordon, C. M. (1994). Choosing appropriate construction contracting method. *Journal of construction engineering and management*, 120(1), 196-210.

Görög, M. (2011). Translating single project management knowledge to project programs. *Project Management Journal*, 42(2), 17-31.

Green, S. D. (2002). The human resource management implications of lean construction: critical perspectives and conceptual chasms. *Journal of Construction Research*, 3(01), p.147-165.

Gurevich, U., & Sacks, R. (2014). Examination of the effects of a KanBIM production control system on subcontractors' task selections in interior works. *Automation in construction*, 37, 81-87.

Haas, M., e Kleingeld, A. (1999). Multilevel design of performance measurement systems: enhancing strategic dialogue throughout the organization. *Management Accounting Research*, 10, 233–261.

Hamzeh, F., Bergstrom, E. (2010). The Lean Transformation: A Framework for Successful Implementation of the Last Planner System in Construction. *International Proceedings of the 46th Annual Conference*. Associated Schools of Construction.

Han, S.H., Chae, M.J., Im, K.S., Ryu, H.D. (2008). Six sigma-based approach to improve performance in construction operations. *Journal of management in Engineering*, 24(1), p.21-31.

- Hart, C. (1998). *Doing a literature review: Releasing the social science research imagination*. Sage.
- Hauc, A., Kovač, J. (2000). Project management in strategy implementation—experiences in Slovenia. *International Journal of Project Management*, 18(1), p.61-67.
- Heidemann, A., e Gehbauer, F. (2011). The way towards cooperative project delivery. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 16(1), 19-30
- Highsmith, J. (2009). *Agile project management: creating innovative products*. Pearson
- Horman, M. J., e Thomas, H. R. (2005). Role of inventory buffers in construction labor performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(7), 834-843.
- Horman, M., e Kenley, R. (1996). The application of lean production to project management. In *Fourth International Workshop on Lean Construction*.
- Howell, G.A., Ballard, G., Tommelein, I. Construction engineering - Reinvigorating the discipline. *Journal of construction engineering and management*, 2010, 137(10), p.740-744.
- Issa, U.H. (2013). Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), p.697-704.
- Jayawardena, D. S., e Ekanayake, L. L. (2010). Adaptation analysis of agile project management for managing it projects in sri lanka. In *Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer)*, 2010 International Conference on (pp. 1-4). IEEE.
- Johansson, M. Y. (2015). *Agile project management in the construction industry*. PDF). KTH.se. Royal Institute of Technology. Retrieved, 11.
- Johnson, H.T. (1983), "The search for gain in markets and firms: a review of the historical emergence of management accounting systems", *Accounting, Organizations and Society*, Vol. 2 No. 3, pp. 139-46.
- Johnson, H.T. e Kaplan, R.S. (1987), *Relevance Lost ± The Rise and Fall of Management Accounting*, Harvard Business School Press, Boston, MA.
- Jørgensen, B., e Emmitt, S. (2009). Investigating the integration of design and construction from a "lean" perspective. *Construction Innovation*, 9(2), 225-240.
- Kaczorowska, A. (2015). Traditional and agile project management in public sector and ICT. In *Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, 2015 Federated Conference on (pp. 1521-1531). IEEE.
- Kalsaas, B.T., Skaar, J., Thorstensen, R.T. (2011). Implementation of Last Planner in A Medium-Sized Construction Site. *Proceedings IGLC-19*, pp. 15-30.
- Kaplan, R. S. (1986), "Accounting lag ± the obsolescence of cost accounting systems", *California Management Review*, Vol. 28 No. 2, pp. 174-99.
- Kaplan, R. S., e Norton, D. P. (2001). Transforming the balanced scorecard from performance measurement to Strategic management: Part I. *Accounting Horizons*, 15(1), 87–104.
- Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (1992), "The balanced scorecard ± measures that drive performance", *Harvard Business Review*, January-February, pp. 71-9.

- Karlesky, M., e Vander Voord, M. (2008). Agile project management. ESC, 247(267), p4.
- Kärnä, S., e Junnonen, J. M. (2005). Project feedback as a tool for learning. In Proceedings of IGLC (Vol. 13, pp. 18-21).
- Kendall, G. I., Pitagorsky, G., e Hulett, D. (2001). Integrating critical chain and the PMBOK guide. International Institute for Learning, Inc, 1-21.
- Kennerley, M., e Neely, A. (2003). Measuring performance in a changing business environment. International Journal of Operations e Production Management, 23(2), 213-229.
- Kennerley, M.P. e Neely, A.D. (2000), ``Performance measurement frameworks ± a review'', Proceedings of the 2nd International Conference on Performance Measurement, Cambridge, pp. 291-8.
- Kester, L., Hultink, E. J., e Lauche, K. (2009). Portfolio decision-making genres: A case study. Journal of engineering and technology management, 26(4), 327-341.
- Khanh, H.D., Kim, S.Y. (2014). Identifying causes for waste factors in high-rise building projects: A survey in Vietnam. KSCE Journal of Civil Engineering, 18(4), p.865-874.
- Kimsey, D. B. (2010). Lean methodology in health care. AORN journal, 92(1), 53-60.
- Kishor Mahato, B., e Ogunlana, S. O. (2011). Conflict dynamics in a dam construction project: a case study. Built Environment Project and Asset Management, 1(2), 176-194.
- Koranda, C., Chong, W. K., Kim, C., Chou, J. S., Kim, C. (2012). An investigation of the applicability of sustainability and lean concepts to small construction projects. KSCE Journal of Civil Engineering, 16(5), p.699-707.
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction (No. 72). Stanford, CA: Stanford University.
- Koskela, L. (1999). Management of production in construction: a theoretical view.
- Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., e Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. Design and construction: Building in value, 211-226.
- Lappe, M., e Spang, K. (2014). Investments in project management are profitable: A case study-based analysis of the relationship between the costs and benefits of project management. International Journal of Project Management, 32(4), 603-612.
- Laufer, A., Tucker, R.L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. Construction Management and Economics, 1987, 5(3), p.243-266.
- Lenfle, S. Exploration and project management. International Journal of Project Management, 2008, 26(5), p.469-478.
- Levy, Y., Ellis, T.J. (2013). A system approach to conduct an effective literature review in PMI, The Guide to the Project Management Body of Knowledge. Project Management Institute, Newton Square, PA.
- Li, H., Guo, H.L., Li, Y., Skitmore, M. (2012). From IKEA Model to the Lean Construction Concept: A Solution to Implementation. International Journal of Construction Management, V. 12, pp. 47-63.

- Li, J., Ma, Z., e Dong, H. (2008). Monitoring software projects with earned value analysis and use case point. In *Computer and Information Science, 2008. ICIS 08. Seventh IEEE/ACIS International Conference on* (pp. 475-480). IEEE.
- Lindhard, S. (2014). Understanding the Effect of Variation in a Production System. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(11), p.04014051.
- Liu, M., Ballard, G. (2008). Improving Labor Productivity Through Production Control. *Proceedings of the 16th Conference of the International Group for Lean Construction*, Manchester, UK.
- Liu, M., Ballard, G. (2009). Factors affecting work flow reliability—A case study. In *Proc., 17th Annual Conf. of the Int. Group for Lean Construction (IGLC-17)*.
- Liu, M., Ballard, G., e Ibbs, W. (2010). Work flow variation and labor productivity: Case study. *Journal of management in engineering*, 27(4), 236-242.
- Loforte Ribeiro, F., e Timóteo Fernandes, M. (2010). Exploring agile methods in construction small and medium enterprises: a case study. *Journal of Enterprise Information Management*, 23(2), 161-180.
- Love, P., Edwards, D., Love, J., e Irani, Z. (2011). Champions of practice: context and habitus for unbounded learning in construction projects. *Facilities*, 29(5/6), 193-208.
- Lyneis, J. M., Cooper, K. G., e Els, S. A. (2001). Strategic management of complex projects: a case study using system dynamics. *System Dynamics Review*, 17(3), 237-260.
- Magretta, J., Stone, N., 2002. *What is Management?* The Free Press, NewYork, NY.
- Mahalingam, A., Yadav, A. K., & Varaprasad, J. (2015). Investigating the role of lean practices in enabling BIM adoption: Evidence from two Indian cases. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(7), 05015006.
- Marhani, M.A., Jaapar, A., Bari, N.A.A., Zawawi, M. (2013). Sustainability Through Lean Construction Approach: A Literature Review. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 101, p.90-99.
- McCurry, L., Mclvor, R. (2002). Agile manufacturing: 21st century strategy for manufacturing on the periphery?. *Irish Journal of Management*, 23(2), p.75.
- Melhado, S. B. (2005). *Coordenação de projetos de edificações*. São Paulo: O Nome da Rosa, 721, C776.
- Melnyk, S. A., Bititci, U., Platts, K., Tobias, J., e Andersen, B. (2014). Is performance measurement and management fit for the future?. *Management Accounting Research*, 25(2), 173-186.
- Moder, J. J., e Phillips, C. R. (1964). *Project Management with CPM and PERT*.
- Morris, P., M., Jamieson, A. (2004). *Translating corporate strategy into project strategy: realizing corporate strategy through project management*. Project Management Institute.
- Mossman, A. (2013). *Last Planner: 5+ 1 crucial e collaborative conversations for predictable design e construction delivery*. The Change Business Ltd., UK, 26.

- Mostafavi, A., e Karamouz, M. (2010). Selecting appropriate project delivery system: Fuzzy approach with risk analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(8), 923-930.
- Naaranoja, M., Haapalainen, P., Lonka, H. (2007). Strategic management tools in projects case construction project. *International Journal of Project Management*, 25(7), p.659-665.
- Nam, C. H., e Tatum, C. B. (1988). Major characteristics of constructed products and resulting limitations of construction technology. *Construction management and economics*, 6(2), 133-147.
- Neely, A. (1999), "The performance measurement revolution: why now and where next", *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 19 No. 2, pp. 205-28.
- Neely, A., Richards, H., Mills, J., Platts, K., e Bourne, M. (1997). Designing performance measures: a structured approach. *International journal of operations e Production management*, 17(11), 1131-1152.
- Neely, A.D., Gregory, M. e Platts, K. (1994), "Performance measurement system design ± a literature review and research agenda", *International Journal of Operations e Production Management*, Vol. 15 No. 4, pp. 80-116.
- Nesensohn, C., Bryde, D., Ochieng, D.E.G., Fearon, D. Maturity and maturity models in lean construction. *Maturity and maturity models in lean construction*, *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 2014, 14(1), p.45-59.
- Ng, S. T., Zheng, D. X., e Xie, J. Z. (2013). Allocation of construction resources through a pull-driven approach. *Construction Innovation*, 13(1), 77-97.
- Niemi-Grundström, M. (2014). Developing, evaluating and managing library with agile methods. *Library Management*, 35(6/7), 481-485.
- Nieto-Morote, A., e Ruz-Vila, F. (2011). Last planner control system applied to a chemical plant construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(2), 287-293.
- Noori, S., Bagherpour, M., e Zareei, A. (2008). Applying fuzzy control chart in earned value analysis: a new application. *World Applied Sciences Journal*, 3(4), 684-690.
- Nudurupati, S. S., Bititci, U. S., Kumar, V., e Chan, F. T. (2011). State of the art literature review on performance measurement. *Computers e Industrial Engineering*, 60(2), 279-290.
- O. AlSehaimi, A., Tzortzopoulos Fazenda, P., Koskela, L. (2014). Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21(1), p.51-64.
- Ogunbiyi, O., Oladapo, A., Goulding, J. (2013). An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. *Construction innovation*, 14(1), p.88-107.
- Opoku, A., e Ahmed, V. (2014). Embracing sustainability practices in UK construction organizations: challenges facing intra-organizational leadership. *Built Environment Project and Asset Management*, 4(1), 90-107.
- Osarenkhoe, A., & Bennani, A. E. (2007). An exploratory study of implementation of customer relationship management strategy. *Business Process Management Journal*, 13(1), 139-164.

Owen, R., Koskela, L. J., Henrich, G., e Codinhoto, R. (2006). Is agile project management applicable to construction? In Proceedings of the 14th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 51-66).

Palacios, J.L., Gonzalez, V., Alarcón, L.F. (2013). Selection of third-party relationships in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(4), p.B4013005.

Park, M., e Peña-Mora, F. (2003). Dynamic change management for construction: introducing the change cycle into model-based project management. *System Dynamics Review*, 19(3), 213-242.

Patah, L. A., e de Carvalho, M. M. (2007, August). Measuring the value of project management. In PICMET'07-2007 Portland International Conference on Management of Engineering e Technology (pp. 2038-2042). IEEE.

Pennanen, A., Ballard, G., Haahtela, Y. (2011). Target costing and designing to targets in construction. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 16(1), p.52-63.

Pheng, L.S., Gao, S., Lin, J.L. (2015). Converging early contractor involvement (ECI) and lean construction practices for productivity enhancement: Some preliminary findings from Singapore. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 64(6), p.831-852.

PMI. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. (2017). Project Management Institute, Newton Square, PA.

Porter, M.E. (1980). *Competitive Strategy: Techniques for analysing industries and competitors*. New York: The Free Press.

Porter, M.E., van der Linde, C. (1995). Green and competitive—ending the statement. *Harvard Business Review* 73 (5), 120–134.

Priven, V., Sacks, R. (2015). Effects of the last planner system on social networks among construction trade crews. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(6), 04015006.

Raz, T., Barnes, R., & Dvir, D. (2004). A critical look at critical chain project management. *Project Management Journal*, 34(4), 24-32.

Rosenbaum, S., Toledo, M., González, V. (2013). Improving Environmental and Production Performance in Construction Projects Using Value-Stream Mapping: Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(2), p.04013045.

Roussel, P. A., Saad, K. N., e Erickson, T. J. (1991). *Third generation ReD: managing the link to corporate strategy*. Harvard Business Press.

Russel, M.M., Howell, G., Hsiang, S.M., Liu, M. (2013). Application of time buffers to construction project task durations. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(10), p.04013008.

Russell, M.M., Liu, M., Howell, G., Hsiang, S.M. (2014). Case studies of the allocation and reduction of time buffer through use of the last planner system. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(2), p.04014068.

Sacks, R., e Goldin, M. (2007). Lean management model for construction of high-rise apartment buildings. *Journal of construction engineering and Management*, 133(5), 374-384.

- Sacks, R., Partouche, R. (2009). Empire state building project: archetype of “mass construction”. *Journal of construction engineering and management*, 136(6), p.702-710.
- Sacks, R., Treckmann, M., Rozenfeld, O. (2009). Visualization of work flow to support lean construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(12), 1307- 1315.
- Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., Minkarah, I. (2006). Lean construction: From theory to implementation. *Journal of management in engineering*, 22(4), p.168-175.
- Salvatierra-Garrido, J., Pasquire, C. (2011). Value theory in lean construction. *Journal of financial management of property and construction*, 16(1), p.8-18.
- Senaratne, S., Wijesiri, D. (2008). Lean construction as a strategic option: Testing its suitability and acceptability in Sri Lanka. *Lean Construction Journal*, 4(1), 34-48.
- Shah, H. (Ed.). (2012). *A Guide to the Engineering Management Body of Knowledge*.
- Sharma, S., e Modgil, S. (2015). Supply chain and total quality management framework design for business performance-case study evidence. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(6), 905-930.
- Sharma, A. (2014). What is Lean Manufacturing?. *International Journal of Sciences*, 3(2014-09), 44-49.
- Sheffield, J., e Lemétayer, J. (2013). Factors associated with the software development agility of successful projects. *International Journal of Project Management*, 31(3), 459-472.
- Shen, L., e Chua, D. K. (2008). An investigation of critical chain and lean project scheduling.
- Shenhar, A. J. (2004). Strategic Project Leadership Toward a strategic approach to project management. *ReD Management*, 34(5), p.569-578.
- Silva, M. A. C., & de Souza, R. (2003). *Gestão do processo de projeto de edificações. O Nome da Rosa*.
- Sohi, A. J., Hertogh, M., Bosch-Rekvelde, M., e Blom, R. (2016). Does Lean & Agile Project Management Help Coping with Project Complexity? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 226, 252-259.
- Song, L., Liang, D., e Javkhedkar, A. (2008). A case study on applying lean construction to concrete construction projects. A Case Study, University of Houston, Texas Tech University, FMC Technologies, Houston, Texas.
- Srivannaboon, S., e Milosevic, D. Z. (2006). A two-way influence between business strategy and project management. *International journal of project management*, 24(6), 493-505.
- Stare, A. (2013). Agile project management—a future approach to the management of projects. *Dynamic Relationships Management Journal*, 2(1), 21.
- Sterman, J. D. (1992). *System dynamics modeling for project management*. Unpublished manuscript, Cambridge, MA, 246.
- Sui Pheng, L., Hui Fang, T. (2005). Modern-day lean construction principles: Some questions on their origin and similarities with Sun Tzu's Art of War. *Management Decision*, 43(4), p.523-541.

Tavares, L. V. (2002). A review of the contribution of operational research to project management. *European Journal of Operational Research*, 136(1), 1-18.

Teston, J. *Evaluating the Benefits of Lean Construction on Productivity*, 1998.

Thomas, H.R., Horman, M.J., Minchin Jr, R.E., Chen, D. (2002). Improving labor flow reliability for better productivity as lean construction principle. *Journal of construction engineering and management*, 129(3), p.251-261.

Tommelein, I. D. (2015). Journey toward lean construction: Pursuing a paradigm shift in the AEC Industry. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(6), p.04015005

Toolanen, B., e Olofsson, T. (2006). Relational contracting and process design promoting cooperation. In *Annual Conference of the International Group for Lean Construction: 25/07/2006-27/07/2006* (pp. 191-203). Catholic University of Chile, School of Engineering.

Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), p.207-222.

Unger, B. N., Kock, A., Gemünden, H. G., Jonas, D. (2012). Enforcing strategic fit of project portfolios by project termination: An empirical study on senior management involvement. *International Journal of Project Management*, 30(6), p.675-685.

Voss, M., e Kock, A. (2013). Impact of relationship value on project portfolio success—Investigating the moderating effects of portfolio characteristics and external turbulence. *International Journal of Project Management*, 31(6), 847-861.

Wambeke, B. W., Liu, M., e Hsiang, S. M. (2012). Using last planner and a risk assessment matrix to reduce variation in mechanical related construction tasks. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), 491-498.

Wells, H., Dalcher, D., e Smyth, H. (2015). The adoption of agile management practices in a traditional project environment: An IT/IS Case Study. In *System Sciences (HICSS), 2015 48th Hawaii International Conference on* (pp. 4446-4453).

Wen, Y. (2014). Research on Cost Control of Construction Project Based on the Theory of Lean Construction and BIM: Case Study. *Open Construction and Building Technology Journal*, 8, 382-388.

Williams, T. (2005). Assessing and moving on from the dominant project management discourse in the light of project overruns. *IEEE Transactions on engineering management*, 52(4), 497-508.

Womack, J. P., Jones, D. T., e Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production: How Japan's Secret Weapon in the Global Auto Wars Will Revolutionize Western Industry*. New York, NY: Rawson Associates.

Yaghootkar, K., Gil, N. (2012). The effects of schedule-driven project management in multi-project environments. *International Journal of Project Management*, 30(1), p.127-140.

Yin, S. Y. L., Tserng, H. P., Toong, S. N., Ngo, T. L. (2014). An improved approach to the subcontracting procurement process in a lean construction setting. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(3), p.389-403.

Young, M., e Conboy, K. (2013). Contemporary project portfolio management: Reflections on the development of an Australian Competency Standard for Project Portfolio Management. *International Journal of Project Management*, 31(8), 1089-1100.

Zhu, Q., e Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of operations management*, 22(3), 265-289.

Zimina, D., e Pasquire, C. L. (2011). Applying lean thinking in commercial management. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 16(1), 64-72.

Ozorhon, B., Abbott, C., & Aouad, G. (2013). Integration and leadership as enablers of innovation in construction: Case study. *Journal of Management in Engineering*, 30(2), 256-263.

Anexo I – Tabela Resumo de Artigos da RSL

ID	Descrição do Artigo	TEMA	Resultado	Conclusões	Tópicos da Revisão de Literatura	Assuntos tratados no artigo
01	A lean construction framework with Six Sigma rating	Análise do desperdício	- O estudo revelou 27 tipos de desperdícios agrupados em 7 categorias - Os KPIs do Lean Six Sigma foram capazes de medir o progresso e orientar a melhoria	O quadro proposto neste trabalho pode ser adaptado para atender as especificidades de outros segmentos da indústria da construção.	- Redução de desperdício - Entendimento do valor para o cliente - Análise do fluxo de valor - Questões relacionadas ao gerenciamento de projetos Lean - Six Sigma focados na qualidade e foco na melhoria contínua	- Aplicação das práticas da LC - Desenvolvimento de um modelo prático que incorpora a avaliação do Six Sigma - LC como um sistema de entrega de projeto baseado na gestão de produção enfatizando a entrega confiável e rápida de valor. - Análise de 27 tipos de desperdício na construção agrupados em 7 grupos associados
49	Allocation of construction resources through a pull-driven approach (PDA)	Melhoria da eficiência	Os recursos da construção são muitas vezes limitados, e há uma necessidade de assegurar que os recursos sejam cuidadosamente alocados para evitar o desperdício de recursos e / ou atraso de projeto. Usando a abordagem PDA, os recursos não são empurrados para uma única atividade com alta classificação, mas uma combinação de atividades que possam demonstrar a sua superioridade na utilização de recursos vai ganhar ativamente os recursos necessários.	Este artigo apresentou três propostas em relação ao modelo PDA o desejo de melhorar a programação de recursos limitados: (1) para melhorar a alocação de recursos, encorajando atividades para atrair recursos limitados em vez de esperar passivamente que os recursos sejam alocados; (2) aumentar a taxa de utilização de recursos em que se aplica o melhor uso de recursos como a regra concorrente; e (3) para melhorar a praticidade de programação de projetos, pois permite que as atividades sejam divididas.		
02	An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK	Abordagem estratégica	Os resultados deste estudo indicam que a implementação de uma construção sustentável melhora a imagem da organização e amplia sua vantagem competitiva, melhoria da qualidade ambiental e produtividade e atende as expectativas do cliente.	A LC afeta positivamente os aspectos social, econômico e ambiental. Mais pesquisas serão realizadas para estabelecer os direcionadores da LC e sustentabilidade, a fim de desenvolver um modelo conceptual para avaliar os esforços de implementação Lean e seus benefícios	- Princípios de uma construção sustentável - Impulsionadores da sustentabilidade - Componentes centrais do LC - Integração da LC e a sustentabilidade	- Avaliar a contribuição das técnicas LC para uma construção sustentável - Resultado do questionário aplicado nos profissionais da construção mostrando os benefícios da implementação da LC, tais como, melhoria da produtividade e qualidade ambiental, maximização de valor, melhoria da saúde e segurança no trabalho
50	An Investigation of the Applicability of Sustainability and Lean Concepts to Small Construction Projects	Abordagem estratégica	Sustentabilidade e conceitos lean tanto pode ser aplicado para a indústria da construção para ajudar a minimizar o desperdício. Profissionais associados com a indústria foram entrevistados para identificar fontes de desperdício para projetos Lean e sustentáveis. Um processo para o planejamento ao longo de todo o processo de construção foi determinado de modo que os resíduos pudessem ser reduzidos e a integração de conceitos lean e sustentáveis fosse mais viável.	Embora a sustentabilidade e conceitos Lean tanto podem levar a uma redução na geração de resíduos durante a construção, este estudo concluiu que existem diferenças significativas entre estes conceitos. Os requisitos para a sustentabilidade e conceitos lean em um projeto são diferentes, dependendo do tamanho do projeto, locais, configurações, meio ambiente, etc. Esta pesquisa também conclui a importância do tamanho do projeto e o nível de conhecimento do pessoal.		
03	Application of Time Buffers to Construction Project Task Durations	Controle do fluxo de trabalho	A compreensão da aplicação dos buffers de tempo e sua frequência associada com a gravidade do contexto irá ajudar os gestores de construção abordar áreas problemáticas potenciais e ineficiências de forma priorizada.	- A pesquisa apresenta limitações, como: os envolvidos que participaram da pesquisa são todos do setor comercial, e em segundo a percepção sobre o risco não foi capturada. - Os resultados da pesquisa fornecem aos gestores duas ferramentas importantes para direcionar os fatores relacionados com as incertezas.	- Tipos de buffer encontrados na literatura - Noções sobre o Critical Chain (Cadeia crítica) - Fatores que afetam a produtividade da construção	- Analisar as razões de se adicionar buffers nas atividades do projeto - Levantamento de 47 fatores que levam a adição de tempo extras agrupados em 9 categorias - Análise dos perfis de riscos dos fatores de buffers através de uma avaliação de riscos
51	Applying lean thinking in commercial management	Análise do desperdício	A gestão comercial tem um grande impacto sobre o negócio da construção responsável por fazer escolhas estratégicas e sua incorporação na prática diária.	Acordos comerciais tradicionais não cumprem os requisitos de construção lean e podem impedir o aproveitamento de todo o seu potencial.		
04	Applying lean thinking in construction and performance improvement	Implementação da CE	A técnica LPS provou que pode melhorar as práticas de gestão em diversos aspectos. Como resultado, ferramentas lean foram aplicadas com sucesso em projetos de construção simples e complexos. Em geral, os projetos de LC são mais fáceis de	- Os autores afirmam que os programas de melhoria com foco no resultado são uma barreira para a adoção do LC. - A pesquisa futura precisa desenvolver um modelo mais completo de melhoria de desempenho e utilizar o modelo	- Tecnologia e gestão - Implementação do Lean Production e LC - Técnicas de simulação computarizada	- Aplicação da LC para melhorar a produtividade e reduzir o desperdício - Melhorar o sistema de gestão e identificar/eliminar atividades que não agregam valor

			administrar, mais seguros, concluídos mais cedo, custam menos e são de melhor qualidade.	apresentado como ponto de partida para reformulação do sistema proposto.		- PM em conjunto com o pensamento Lean para melhorar a colaboração entre os envolvidos do projeto - Discussão de princípios, métodos e fases de implementação do Lean Construction
05	Case Studies of the Allocation and Reduction of Time Buffer through Use of the Last Planner System	Melhoria da eficiência	Os resultados demonstram que o LPS é uma estratégia de planejamento eficaz para melhorar o desempenho do projeto e ajuda os gestores em compreender a necessidade de buffer em seus cronogramas, permitindo os esforços focarem em abordar estrategicamente as áreas com maior incerteza.	- Os autores reconhecem que os resultados obtidos são limitados a projetos específicos e recomendam que novos estudos de caso venham a ser estudados. - Os resultados indicam que a utilização do LPS por ser mais confiável exige menor necessidade de alocação de tempo extra.	- Tempo de reserva - LPS	- Investigar o impacto do buffer no desempenho do projeto - Demonstrar de forma empírica a redução do buffer com a aplicação do LPS e melhoria do PPC
52	Causes and Penalties of Variation: Case Study of a Precast Concrete Slab Production Facility Chao	Melhoria da eficiência	Os objetivos deste estudo mostram que os gerentes podem melhorar a produtividade e a performance do projeto de forma significativa através da busca pela redução da variação dos tempos de execução já na fase de planejamento. Os resultados ajudarão os fabricantes de pré-moldados compreenderem as causas e penalidades da variação do cronograma, que é o ponto de partida para resolver esta questão.	Identificação das causas e penalidades de variação é o ponto de partida para redução da variação. Este artigo mostrou como usar observação de campo e de simulação como um método eficaz para determinar as causas e penalidades de variação e analisar diferentes políticas de gestão. O resultado mostrou que a manutenção de trabalhadores ocupados não pode reduzir a variação e, pelo contrário, pode contribuir para ação mais variação causada pelo aumento do trabalho em progresso. Isso é contra a suposição da gestão tradicional que manter os trabalhadores e equipamentos ocupados poderá resultar em um melhor desempenho produção		
53	Champions of practice: context and habitus for unbounded learning in construction projects	Abordagem estratégica	O conhecimento é reconhecido como um recurso valioso para o crescimento organizacional e vantagem competitiva sustentada, especialmente para organizações que operam em ambientes incertos e desafiadoras, como a construção.	O conceito de "melhores práticas" é comum em muitas organizações, mas ainda tem que ser utilizada como uma ferramenta estratégica por organizações de construção para melhorar o desempenho de suas operações. Este conceito pode analisar situações complexas, avaliar mais profundamente por relações causais e empenhar-se por soluções viáveis.		
06	Constraint-Based Planning with Integrated Production Scheduler over Internet	Ferramentas de automação	O artigo apresenta uma ferramenta informatizada que facilita a criação de um ambiente de gestão mais transparente (eliminando as restrições), melhorando a comunicação e a colaboração entre todos os envolvidos. Ao contrário do método do caminho crítico, o IPS modela dois tipos adicionais de restrições relacionados com o fornecimento de recursos e troca de informações. Ele emprega quatro buffers de atividades: trabalho, proteção ao fluxo, planejamento puxado, e triagem para gerir restrições críticas e proteger a produção de incertezas.	A implementação da ferramenta com a tecnologia Internet e IPS (Integrated Production Scheduler) melhora a confiabilidade do planejamento, que simplifica a coleta de dados através de um único banco de dados. Este modelo simplifica a coleta de dados e facilita o compartilhamento de dados. Ele reduz as inconsistências nos planos de trabalho, mantendo um único banco de dados do projeto. Com o gerenciamento de buffer de programação proposto, o IPS é capaz de gerir as disponibilidades de pré-requisito para as atividades por meio de informações que puxam a partir dos respectivos participantes do projeto.	- Método do caminho crítico - Just-in-time	- Aplicação do LC e teoria das restrições - Uso do LPS como modelo de planejamento - Utilização de buffers para reduzir as incertezas no planejamento
07	Construction Engineering - Reinvigorating the Discipline	Análise da CE	Este artigo primeiro traça a história do desenvolvimento de um sistema operacional tradicional e as condições comerciais relacionadas a práticas organizacionais. Ele argumenta que as práticas tradicionais se baseiam no pressuposto de que o desenvolvimento cuidadoso de um cronograma de projeto, a gestão do caminho crítico, e a maximização da produtividade dentro de cada atividade irá otimizar a entrega do projeto em termos de custo e duração. Posteriormente, um sistema operacional alternativo, desenvolvido e proposto pela comunidade Lean Construction, é descrito.	O trabalho busca explicar por que engenharia de construção tem progressivamente caído fora de foco na educação de gerenciamento de projetos de construção e de pesquisa. O autor critica as práticas tradicionais baseadas na premissa cronogramas muito detalhados, e o gerenciamento do caminho crítico contra um modelo que poderá maximizar a produtividade nas entregas do projeto.	- Gerenciamento de projetos tradicional - Termos comerciais - Questões organizacionais - Tentativas de melhorar a prática tradicional	- Metodologias não baseadas na produção, como práticas tradicionais de gestão baseadas no caminho crítico - Implementação de uma metodologia proposta pela comunidade Lean com o objetivo de maximizar o desempenho do projeto
54	Converging early contractor involvement (ECI) and lean construction practices for productivity enhancement -	Melhoria da eficiência	O objetivo deste trabalho é analisar as relações entre as operações do envolvimento mais cedo destes especialistas e os princípios de LC para aumento da produtividade. Os resultados revelaram que com o emprego das práticas LC como um padrão, e o envolvimento mais cedo dos especialistas contribui	A estratégia de envolvimento de especialistas mais cedo oferece uma oportunidade para aproveitar os conhecimentos especializados das empresas contratadas na fase de concepção, a fim de resolver e evitar problemas antes de passar para a fase de construção.		

	Some preliminary findings from Singapore		para elevar os resultados da produtividade, reduzindo a variabilidade, reduzindo o tempo de ciclo, minimizando etapas, e aumentando a flexibilidade de saída	Os resultados da pesquisa sugerem que, quando empregando princípios LC como um padrão, o ECI se destaca em ajudar alguns desses princípios - em particular, para reduzir a variabilidade, reduzir o tempo de ciclo, minimizar etapas, e aumentar a flexibilidade saída.		
55	Critical Concerns of Production Control System on Projects with Labor Constraints: Lessons from a Residential Case Study	Melhoria da eficiência	Restrições de mão de obra e pressões de programação são comuns em períodos de elevado crescimento do mercado. Tais condições podem ter um impacto significativo no desempenho do projeto. Os resultados mostram que, em projetos com restrições de mão de obra, é fundamental que o sistema de controle da produção se concentre na criação de atribuições de trabalho confiáveis e busque minimizar defeitos de qualidade, a fim de evitar novas interrupções e fazer a melhor utilização possível dos recursos dos limitados de mão de obra.	Este estudo de caso encontrou atrasos significativos e tempos de ciclo alongados. O caso ilustra como a combinação de elevada utilização de recursos e fluxo de trabalho não confiável resultou em atrasos. Os efeitos da falta de confiabilidade sobre o fluxo de trabalho já foram discutidos por Howell (2001). Em um sistema de produção, quando a utilização da capacidade aumenta, os atrasos também aumentam. A extensão dos atrasos, no entanto, é atenuada pela precisão do fluxo de trabalho. Assim, um sistema de produção com menos interrupções e menos variabilidade experimental menos atrasos. A produtividade e a duração podem ser melhoradas ao mesmo tempo, melhorando a precisão do fluxo de trabalho.		
08	DePlan: a tool for integrated design management	Ferramentas de automação	A ferramenta apresentada combina duas técnicas, sendo a ADePT e LPS contribuindo na geração de planos mais confiáveis.	O autor conclui que a ferramenta apresentada combina funcionalidades de planejamento e agendamento de tarefas de forma integrada em toda a cadeia de suprimentos.	- Noções sobre planejamento - Agendamento das tarefas - Controle	- Implementação do DePlan utilizando duas técnicas integrando o processo de projeto e o planejamento de forma integrada, sendo: - Analytical Design Planning Technique (ADePT) – natureza estratégica - Planejamento com o LPS – natureza operacional
09	Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping	Análise do desperdício	Em colaboração com um construtor local, uma abordagem sistemática baseada na técnica de mapeamento de fluxo de valor é desenvolvida nesta pesquisa para analisar o processo atual e para formular um modelo de produção lean. Um modelo de simulação é construído para verificar sua eficiência e para auxiliar no desenvolvimento de modelos de implementação provisórias. Este artigo apresenta a coleta de dados e seleção de fluxo de valor, análise de prática corrente, e as alterações específicas propostas para o modelo de produção enxuta.	Este trabalho busca adequar a aplicação do VSM no setor de construção. Para isto diversas adequações foram apresentadas no sentido de limitar sua aplicação. Uma melhoria significativa na confiabilidade foi notada através destas adequações. Em comparação com o estado atual, o estado futuro demonstra uma notável melhoria no desempenho geral. Com um fluxo de produto estável, a capacidade de cada tarefa é sincronizada com tempo do ciclo e resposta rápida às alterações das vendas. Por reestruturação dos pacotes de trabalho, o número de <i>handover</i> foi reduzido e o <i>lead time</i> foi ainda mais reduzida para 50% do que o processo de corrente.	- Fatores que impedem a aplicação do VSM - Gerenciamento do fluxo de produção	- Utilização da técnica VSM da Toyota para melhoria da produtividade em projetos de residências - Teste de laboratório para simular o modelo de VSM, coleta de dados e análise dos resultados.
10	Effects of the Last Planner System on Social Networks among Construction Trade Crews	Abordagem Estratégica	O resultado contribui para uma nova compreensão do LPS e de seus mecanismos. Ele apresenta o LPS no nível técnico e seu impacto social, contribuindo com o relacionamento dos membros das equipes.	- O LPS fortalece a comunicação - Mesmo a implementação parcial do LPS contribui com a comunicação - O grau de importância das equipes aumentou e o número de canais de comunicação dobrou.	- LPS - SNA (social network Analysis) - LAP (language-action perspective)	- Capacidade da comunicação em promover uma melhor coordenação das equipes de trabalho - Avaliar o impacto do LPS no fortalecimento da comunicação e colaboração das equipes resultando na melhoria da qualidade e fluxos de trabalho mais estáveis
56	Embracing sustainability practices in UK construction organizations - Challenges facing intra-organizational leadership	Abordagem estratégica	A adoção de práticas de construção sustentável minimiza o impacto ambiental. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados de uma investigação sobre os desafios enfrentados pelos líderes interorganizacionais encarregados da promoção de práticas de construção sustentável. Os resultados revelaram que o aumento do custo de capital é o maior desafio que as empresas de construção enfrentam na tentativa de adotar práticas de sustentabilidade na entrega de projetos de construção.	Os líderes das organizações de construção enfrentam desafios na tentativa de implementar eficazmente as práticas de construção sustentável. Os desafios mais comuns incluem o custo percebido, a sustentabilidade aumenta os custos da construção, os requisitos do cliente, requisitos de contrato e falta de compreensão da sustentabilidade. A indústria da construção é orientada cliente e, portanto, os clientes podem desempenhar um papel importante na promoção e implementação de práticas de construção sustentável na indústria, exigindo serviços de construção e produtos sustentáveis, não considerando apenas o custo inicial do projeto, mas sim em todo seu ativo construído.		

57	Empire State Building Project: Archetype of "Mass Construction"	Análise da CE	A riqueza do registro descrevendo construção histórica do Empire State Building oferece uma oportunidade única para analisar e comparar com os paradigmas do ofício, industrialização e LC. Os resultados levam à conclusão de que é um exemplo arquetípico do que propomos ser chamado de "construção em massa." Isso permite uma compreensão mais rica da taxonomia dos sistemas de produção na construção, e deve ajudar teóricos e profissionais tanto para elaborar melhores sistemas de produção para projetos de construção.	A programação reconstruída do projeto revela planejamento que conscientemente considerou o fluxo de trabalho. Os planejadores de produção estabeleceram buffers de tempo para proteger tarefas da variabilidade, usaram tarefas marca-passo estáveis para definir o ritmo para todas as atividades. Os investimentos em recursos de logística, com vários caminhos paralelos fez o projeto estável, evitando gargalos nas cadeias de fornecimento. Buffers sofisticados, permitiram limitar o armazenamento de material no local e assegurou um fluxo de trabalho contínuo.		
58	Evaluating Impact of Waste Factors on Project Performance Cost in Vietnam	Análise do desperdício	Este estudo tem como objetivo principal examinar o efeito de fatores de desperdício nas custas do desempenho do projeto. Os resultados das análises mostraram que a diferença entre o valor previsto e o valor real é bastante pequeno. O erro percentual médio absoluto (MAPE) é de 1,35%, e o índice R-Squared é de 91,1%. Com base no teste de elasticidade, cinco fatores de desperdícios principais foram descobertos neste estudo.	A pesquisa resultou em 5 componentes de desperdício: plano de recursos e armazenamento, distribuição de recursos e uso, procedimentos de trabalho, comunicação e transporte, e descanso do trabalhador totalizando 56,7% resultados da variância encontrada. O valor médio do aumento do custo do desempenho do projeto devido a fatores de resíduos é de aproximadamente 9,36% do custo total do projeto.		
11	Examination of the effects of a KanBIM production control system on subcontractors' task selections in interior works	Ferramentas de automação	Um protótipo do sistema KanBIM foi usado de forma virtual ligado a um motor de simulação de eventos aplicados em um prédio de 16 andares. A utilização do sistema melhorou o fluxo do processo eliminando todo tipo de desperdício.	- Eliminou desperdícios melhorando o lucro operacional; melhora o fluxo de atividades; O uso do sistema permitiu clareza para eliminar restrições das tarefas; Facilidade no uso - O trabalho apresenta algumas limitações, como: não traduz o mundo real; situações inesperadas não contempladas; baixo número de repetições. Resumindo, necessidade de aplicar no mundo real.	- Gerenciamento de projetos tradicional - Rede PERT (Caminho Crítico) - LPS	- Experimentos através do VCS (virtual construction site) - Uso da UML para funcionalidades da ferramenta - Aplicação da ferramenta
12	Factors contributing to non-value adding activities in South African construction	Melhoria da eficiência	Os resultados deste trabalho mostraram que atividades NVVA podem afetar o desempenho do projeto negativamente em relação a custos e prazo. Também pode-se argumentar que, embora haja semelhança entre NVVAs que são identificados na África do Sul e outros países, a sua frequência e os efeitos sobre o desempenho do projeto diferem.	As NVVAs devem ser eliminadas /reduzidas para melhorar o desempenho; Foram identificadas causas que podem gerar NVVAs e se proliferar na construção. O artigo conclui a necessidade de implementar o LC para resolver a questão. A pesquisa tem uma limitação por tratar apenas do setor de infraestrutura	- Ocorrência de atividades que não agregam valor em dois complexos de apartamentos - Práticas de gestão ineficientes x LC - Redução / eliminação de atividades NVVA - Causas das atividades NVVA	- Identificar/explicar a existência de atividades NVVA no projeto - Avaliação do impacto das atividades NVVA no desempenho de diferentes projetos através de uma Survey com especialistas - Identificação/análise das principais causas que contribuem com atividades que não agregam valor
59	Fundamental Principles of Workforce Management	Melhoria da eficiência	Este artigo foi escrito para tratar da questão da eficiência da mão de obra como sendo essencial para gerenciar um site produtivo. Os princípios gerais e fundamentais relacionados com as medidas de desempenho e horários de trabalho diário são citados. Princípios adicionais são citados nas categorias de atribuições de trabalho, estrutura de equipe, interrupções, polivalência, pré-montagem e módulos, e as relações simbióticas entre os membros das equipes.	A pesquisa mostrou que muitas interrupções no gerenciamento de obras estão relacionadas a práticas de gestão da força de trabalho e que estas deficiências resultam em perdas econômicas significativas. Baseado nas observações realizadas, princípios são de gestão são aplicados para evitar paralizações. Para isto, torna-se necessário rever os contratos de trabalho antes de implementá-los. Os gerentes e superintendentes deve analisar cuidadosamente acordos trabalhistas existentes, pois isto poderá resultar em economias pela redução de desperdícios.		
13	Identifying Causes for Waste Factors in High-Rise Building Projects: A Survey in Vietnam	Análise do desperdício	- Os resultados mostraram que a relação do conhecimento dos desperdícios e sua capacidade de controle foi baixa (tempo e custo) - A questão de ligar as causas dos desperdícios foi levada a uma matriz de causa e efeito. Com o resultado, este trabalho propôs algumas ações para reduzir/ eliminar o nível de desperdícios.	As descobertas podem ajudar os gestores a obter uma melhor compreensão sobre os fatores de desperdícios que influenciam na eficiência do processo de construção. O controle dos desperdícios pode aumentar o lucro nos empreendimentos.	- Filosofia Lean - Conceitos e classificação de desperdícios	- Identificar/explicar a existência de NVVA no projeto como desperdício e causa de perda de valores em projetos - Questionário aplicado para especialistas do setor, buscando a relação entre os desperdícios e a capacidade de controle - Identificação das causas dos desperdícios e ações específicas para a redução / eliminação destas causas
14	Impact of Measuring Operational-Level Planning Reliability on Management-Level Project Performance	Melhoria da eficiência	As conclusões deste documento oferecem informações valiosas e ajuda as partes interessadas em compreender os atributos de nível operacional, os índices de nível de gestão e seus relacionamentos.	- Os autores acreditam que este trabalho oferece informações valiosas para a relação do PPC e EVMS - Os autores entendem que o estudo deveria ser alargado para outros tipos de projetos de construção	- EVMS (Earned Value Management System) - Aplicações do EVMS - Modelo baseado em previsões no EVMS - LPS	- Utilização/análise de dois sistemas de medição: EVMS X PPC

				- A pesquisa sugere a utilização do BSC para consecução de metas		- Análise da relação entre a confiabilidade do planejamento no nível operacional e o desempenho do projeto no nível de gestão - Realização de uma entrevista com especialistas sobre os índices do LPS em relação ao nível operacional - Avaliação dos resultados do EVMS e do LPS para investigar a relação do sucesso / insucesso de projetos
15	Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time	Melhoria da eficiência	- Os resultados provaram que o modelo de quantificação apresentado é adequado para a avaliação do efeito da utilização de técnicas LC. - Os resultados mostraram que o tempo total do projeto foi reduzido em 15,57%.	- O LC reduz os efeitos de fatores de risco - O LC reduz o PET e aumenta o PPC Entre outros benefícios do LC, recomenda-se o uso do Lean em projetos de construção devido sua alta eficiência.		- Aplicação das técnicas do LC / LPS - Apresentação de um modelo como forma de mitigar os efeitos de riscos no projeto - Avaliação das métricas PET (Percent Expected Time- overrun) e PPC (Percent Plan Completed) - Avaliação do PET e PPC em relação aos fatores de risco - Identificação dos fatores de riscos que afetam o tempo do projeto
16	Implementing Lean Production in Copper Mining Development Projects: Case Study	Melhoria da eficiência	- O Lean gerou melhoria no desempenho, fluxo de trabalho, capacidade de produção, confiabilidade operacional e produtividade em todos os estudos de caso	- Após implementação do Lean houve melhorias no fluxo de trabalho, na capacidade real de produção, na confiabilidade operacional, na produtividade e utilização do tempo. - Promoveu o trabalho em equipe, e reforçou a comunicação, participação e compromisso com os envolvidos. Mais pesquisas devem aumentar o tamanho da amostra de análise qualitativa.	- Toyota Production System (TPS) - LPS - Indicadores de desempenho PPC (Percent Plan Completed) e PET (Percent Expected Time-overrun) - Planejamento e resposta ao risco	- Implementação do LC - Análise de como as técnicas de LC afetam os projetos e as organizações quanto ao aumento de produtividade e redução de desperdício - Apresentação de um programa de melhoria Lean para empresas de mineração
17	Improving building design through integrated planning and control	Processo de projeto	O resultado desta pesquisa implica que existe a necessidade de ferramentas para a gestão do processo de projeto e abordar os papéis dos envolvidos.	Pode-se concluir que os desenhistas devem melhorar o entendimento do projeto e de suas interfaces na construção. Tornou-se imperativo que equipes integradas virtuais devem alcançar a forma colaborativa de trabalho e melhorar de forma contínua seus processos.	Ambiente colaborativo em projetos	- Avaliação do estágio da fase conceitual (Briefing) - Design colaborativo integrado com as cadeias de suprimentos - Planejamento e gerenciamento de atividades do projeto usando a técnica ADePt. - Integração do design colaborativo através de planejamento de engenharia de valor - Integração e alinhamento de projetos
18	Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study	Análise da CE	- As práticas Lean melhoraram o planejamento e o gerenciamento do canteiro de obras. Além disso, melhorou a comunicação e coordenação entre os envolvidos. - A implementação gradual do LPS ajudou a minimizar a resistência para mudanças, permitindo avaliar cada fase e obter informações históricas.	- O LPS provou ser uma abordagem proativa para reorganizar o processo do planejamento auxiliando no planejamento colaborativo. - O LPS capacita os envolvidos a serem mais organizados, eficientes e produtivos. O resultado desta pesquisa pode contribuir na implementação do LPS e aproveitar todo potencial deste modelo e melhorar sua prática gerencial.	- Evolução do Last Planner System	- LPS como um sistema que promove o gerenciamento colaborativo entre os envolvidos promovendo uma coordenação mais eficiente - Análise do impacto da aplicação do LPS no planejamento através de entrevistas semiestruturadas com especialistas - Apresentação da estratégia de implementação do LPS através de um modelo proposto, com coleta e análise dos dados - Apresentação das barreiras, fatores críticos de sucesso e benefícios com a implementação do LPS
19	Improving construction supply chain collaboration and performance: a lean construction pilot project	Análise da CE	O resultado mostra que muitos dos aspectos Lean encontrados na RL foram utilizados no projeto piloto. Estes aspectos têm focado no aumento da cooperação entre os atores de todo sistema produtivo.	Este projeto piloto pode servir de base para melhorias e desenvolvimento do LC em futuros projetos. Foram investigados 21 aspectos Lean em 6 elementos centrais analisados nos 3 estágios do LC. Futuras pesquisas em indicadores devem ser encorajadas, mesmo com a dificuldade encontrada neste EC em formular e medi-los.	- Aspectos Lean - Redução do desperdício - Foco no cliente final - Foco do processo no planejamento e controle da produção - Melhoria contínua - Relacionamento cooperativo	- Os 3 estágios da LC (eliminação do desperdício, melhoria do relacionamento cooperativo, mudança estrutural da governança do projeto) - Implementação dos aspectos relacionados ao Lean - Redução do desperdício - Foco no processo e no cliente final - Melhoria contínua dos processos produtivos - Relacionamento cooperativo entre os envolvidos - Aquisição, contratos, e equilíbrio de objetivos

60	Improving Environmental and Production Performance in Construction Projects Using Value-Stream Mapping: Case Study	Abordagem estratégica	Neste trabalho, uma ferramenta de produção Lean chamada de mapeamento de fluxo de valor (VSM) é utilizada para avaliar simultaneamente o desperdício ambiental e na produção em fase de execução dos projetos de construção. A principal contribuição deste estudo é fornecer uma experiência totalmente detalhada de aplicação do VSM na construção, confirmando a sua capacidade de detectar as fontes de desperdício ambiental e de produção, quantificá-los e sugerir estratégias de redução. Foi demonstrado que a VSM pode superar várias das limitações nas atuais abordagens <i>green</i> e de gestão que tratam da dimensão ambiental na construção.	O estudo de caso reforça a eficácia da abordagem Green-Lean proposta para melhorar o desempenho sustentável de projetos de construção, porque pode ajudar a otimizar a utilização dos recursos e reduzir custos, melhorar os padrões de qualidade, e minimizar os impactos ambientais gerados pela construção. A metodologia VSM que inclui as dimensões ambientais e de produção permite que gerentes de construção identifiquem de forma eficiente e meçam fontes de resíduos. Usando uma abordagem <i>green-Lean</i> de pensar vai permitir aos gestores para ver de forma mais eficaz as oportunidades de melhoria e propor planos concretos para implementá-los, aproveitando a sinergia entre produção e melhoria ambiental.		
20	Improving Labor Flow Reliability for Better Productivity as Lean Construction Principle	Melhoria da eficiência	O resultado deste trabalho mostra que a existência de recursos disponíveis para o projeto contribui para seu desempenho. Contudo, as iniciativas Lean devem se concentrar mais em estratégias de gestão da força de trabalho para melhorar o desempenho do projeto	- O gerenciamento eficaz do fluxo pode melhorar o desempenho do trabalho. Apesar do trabalho considerar apenas 3 projetos neste EC, EC de outras pesquisas apoiam esta conclusão.	- Fluxo de trabalho e a LC - Alocação de recursos (fluxo de mão de obra) - Materiais, equipamentos, informações - Capacidade flexível de mão de obra e equipamentos	- Recursos para manutenção do fluxo de trabalho - Produtividade da mão de obra - Perda de eficiência
21	Improving Planning Reliability and Project Performance Using the Reliable Commitment Model	Análise da CE	Os resultados mostram que existe um forte suporte que informações sobre a disponibilidade de materiais e equipamentos mais confiáveis contribuem com o melhor desempenho. Concluiu-se que as iniciativas LC devem se concentrar em estratégias da gestão da mão de obra para resultar em melhor desempenho do trabalho.	RCM foi testado em vários EC, demonstrando sua capacidade de previsão de produção e capacidade para aumentar a fiabilidade do planejamento e melhorar o desempenho do projeto. Várias limitações foram descritas pelos pesquisadores, entretanto grande parte destas questões estão sendo realizadas por outros pesquisadores.	- LPS - Reliable Commitment Model	- Last Planner System - Modelo de gestão RCM - Relação da confiabilidade no planejamento e o desempenho do projeto - Aplicação do RCM através de um modelo proposto - Função do RCM para melhorar a confiabilidade do planejamento e melhorar o desempenho do projeto
61	Integrating ISO 21500 Guidance on Project Management, Lean Construction and PMBOK	Abordagem estratégica	Projetos e gerenciamento da construção são estudados a partir de um ponto de vista global, conectando, harmonizando, completando, e / ou combinando as ferramentas, técnicas e práticas dos sistemas de gestão acima mencionados, aplicados a projetos de construção.	A liberdade de escolher ferramentas e técnicas, e a flexibilidade para especificar as entradas e saídas dos processos ajudam a superar as barreiras psicológicas típicas de especialistas com as preferências de raízes profundas para um determinado sistema de gestão. Pode-se afirmar que estes sistemas de gestão não competem uns com os outros; todas as metodologias são compatíveis, se utilizados de forma adequada.		
62	Integration and Leadership as Enablers of Innovation in Construction: Case Study	Abordagem estratégica	Os resultados do estudo de caso sugerem que a resistência à mudança, inexperiência e falta de disponibilidade de produtos avançados foram as principais barreiras para a adoção da inovação. A equipe do projeto beneficiou de vários mecanismos para superar essas barreiras, incluindo a integração dos participantes do projeto e liderança eficaz.	A principal conclusão é que a adoção de atividades inovadoras em construção exige o esforço conjunto dos participantes do projeto. Quanto mais forte a relação entre as partes do projeto, melhores serão os resultados do processo de inovação, ou seja, a cooperação inter-organizacional suporta o desempenho da inovação na indústria da construção.		
22	Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction	Ferramentas de automação	Os gestores poderão aproveitar o resultado desta pesquisa, traduzida pela matriz BIM x Lean para poder reconhecer as sinergias potenciais desta relação ao planejar sua implementação. Qualquer empresa que utiliza o Lean deve considerar o uso de BIM para melhorar seus resultados	A matriz resultante do trabalho não deve ser considerada completa, mas sim um quadro de investigação para explorar a validade das interações. As 56 questões identificadas são apresentadas como hipóteses e têm a intenção de orientar e estimular a investigação.	- Lean Construction - Building Information Modeling	- Lean Construction - BIM - Princípios relevantes do LC - Funcionalidades do BIM - Teoria da produção - Benefícios da integração do LC e BIM
23	Investigating the integration of design and construction from a "lean" perspective	Processo de projeto	Os resultados sugerem que é possível identificar aspectos que influenciam na aplicabilidade do Lean na construção. Outros fatores ajudam a enfatizar causam melhor integração, como a identificação de valor, estrutura de entrega de projeto adequada, transparência, gestão e liderança e aprendizagem.	- A integração design/construção não deve ocorrer de forma isolada - Cliente e valor devem ser redefinidos de forma clara - Questões sociais, culturais e aspectos estruturais limitam a integração	- Aplicação do Lean na construção - Integração o Lean Design com a construção	- Lean Construction - Lean design - Especificação do valor para o cliente - Transparência do processo de tomada de decisão - Gestão do processo de iteração do projeto - Envolvimento dos potenciais stakeholders

				<ul style="list-style-type: none"> - Deve-se destacar a importância de pessoas que tenham conhecimento do projeto em questão - Compreensão mais profunda do contexto do projeto é crucial para a definição do valor <p>O conhecimento das questões levantadas poderá contribuir para a implementação de inovações no projeto</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Comprometimento dos intervenientes com o projeto - Integração do Lean design na construção
63	Investigating the Role of Lean Practices in Enabling BIM Adoption: Evidence from Two Indian Cases	Ferramentas de automação	Este trabalho contribui para o conhecimento sobre a adoção do BIM, mostrando como práticas Lean reduzem os problemas relacionados com a coordenação dentro da organização do projeto, abrindo o caminho para a adoção BIM. O BIM em conjunto com práticas Lean, portanto, pode ser usado em projetos de construção para melhorar o desempenho do projeto.	<p>O documento contribui para a prática, indicando que os gps podem se beneficiar através do investimento em práticas lean antes da implementação de BIM, a fim de garantir que o investimento financeiro em ferramentas BIM produza retornos aceitáveis.</p> <p>Lean Construction descreve uma variedade de práticas lean como o mapeamento do fluxo de valor, programação baseada em puxar, e assim por diante, que também pode minimizar o desperdício e otimizar o fluxo.</p>		
64	Journey toward Lean Construction: Pursuing a Paradigm Shift in the AEC Industry	Implementação da CE	A tese do autor é que o pensamento lean ajuda a eliminar grande parte da complexidade indesejada de sistemas de modo que as pessoas possam realizar mais usando sistemas mais simples.	Este trabalho refere-se a uma visão histórica pessoal sobre a aplicação Lean para entrega de projetos. A LC causou uma mudança de paradigma: ela oferece uma nova maneira de pensar para os envolvidos na concepção e gestão de projetos de AEC.		
24	Key Constraints Analysis with Integrated Production Scheduler	Melhoria da eficiência	A metodologia de análise de restrição foi implementada com o protótipo IPS que facilita a modelagem e análise de restrições no nível do planejamento.	<ul style="list-style-type: none"> - A produtividade pode ser melhorada através da resolução das restrições no gargalo do processo - A gestão das restrições ajuda a reduzir as incertezas em toda cadeia - As restrições chave oferecem uma maneira eficiente para resolver atrasos 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento das restrições do projeto - Caminho crítico (CPM) - Protótipo IPS (integrated production scheduler) - Teoria da restrição (TOC) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento das restrições do projeto - Análise das principais restrições do projeto - Análise de folgas e atrasos - Metodologia de análise das principais restrições - Implementação da análise das restrições através do protótipo IPS
65	Labor productivity: Benchmarking and variability in Egyptian projects	Melhoria da eficiência	Os resultados mostraram que o conceito de gestão lean executam o trabalho e é uma ferramenta importante para o gerenciamento do projeto de construção. O novo pensamento de gestão como a da construção lean, sugere que estes princípios e técnicas podem melhorar o desempenho da mão de obra e de custos. Este trabalho se concentra em melhorar a produtividade dos trabalhos de construção através da aplicação de dois princípios LC, ou seja, benchmarking e a redução da variabilidade da produtividade da mão de obra.	A correlação entre a variabilidade da produtividade do trabalho e desempenho do projeto foi também examinada estatisticamente. A partir da aplicação dos dois princípios Lean Construction, concluiu-se que os valores de referência de trabalho produtividade (DI, PR e PMI) foram encontrados para ser indicadores confiáveis de desempenho de trabalho do projeto. Além disso, a variabilidade da produtividade do trabalho diário foi encontrada para ser um delineador importante entre projetos bons e de baixo desempenho.		
25	Last Planner Control System Applied to a Chemical Plant Construction	Controle do fluxo de trabalho	O resultado da aplicação do LPS no estudo de caso mostrou que a identificação das restrições das atividades planejadas melhora o PPC e na qualidade das atividades concluídas	O principal objetivo foi analisar os efeitos da aplicação do LPS sobre o desempenho do projeto. Houve problemas com o fluxo de informações devido a estrutura organizacional da empresa. Outras dificuldades foram: modificação dos procedimentos operacionais já aceitos pela equipe; e mudança de propriedade da organização.	<ul style="list-style-type: none"> - LPS - Sistema de gestão tradicional 	<ul style="list-style-type: none"> - Last Planner System - Considerações sobre o gerenciamento de projetos tradicional - Análise de restrição das atividades planejadas - Medição do PPC no WWP
26	Lean Construction: From Theory to Implementation	Implementação da CE	Baseado no resultado do trabalho uma nova ferramenta de avaliação é proposta para quantificar os resultados da implementação Lean. A ferramenta avalia 6 elementos Lean: LP, visual, reuniões em grupo, estudos iniciais, 5S, e à prova de falhas para a qualidade (fail safe for quality). Este trabalho fornece uma abordagem simples que é transferível para qualquer projeto de construção.	<p>Os benefícios da implementação foram:</p> <p>O projeto foi realizado abaixo do orçamento; o valor médio do PPC foi de 76%; a maioria dos planejadores associaram o desempenho do projeto com a implementação das técnicas Lean; e a empresa irá aplicar as ferramentas para outros projetos.</p> <p>Mais pesquisas serão necessárias para validar esta abordagem. Um estudo transversal deve demonstrar a associação entre um maior nível Lean e melhores resultados de desempenho. Um estudo longitudinal deverá mostrar os efeitos a longo prazo de benefícios, tais como know-how e crescimento pessoal no desempenho dos negócios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - O processo de manufatura x processo de construção - Técnicas do Lean para manufatura - Filosofia do Lean Organizacional - Variabilidade no processo - Transparência - Variabilidade do fluxo - Melhoria contínua 	<ul style="list-style-type: none"> - Comparação entre o Lean na construção civil x manufatura - Análise de variação - PPC - Aumento da visualização - Sinalização - Reuniões em grupo - PDCA - 5 S - Fail-Safe for Quality Check - Ferramenta de avaliação Lean para projetos de construção

27	Lean Management Model for Construction of High-Rise Apartment Buildings	Abordagem Estratégica	O resultado do trabalho mostra que através da aplicação das técnicas Lean tornou-se possível atender a expectativa dos clientes quanto a entrega de apartamentos customizados de acordo com os requisitos individuais. Os principais fomentadores da mudança são o grande potencial de melhora, juntamente com a crescente concorrência entre prestadores de serviços e desenvolvedores nas economias desenvolvidas para competir não apenas no preço, mas por proporcionar apartamentos personalizados para atender às necessidades dos clientes.	- Análise pormenorizada dos projetos para melhor adequação - Foram realizadas avaliações de tempo de ciclo, volume de obra em andamento, capacidade de resposta às necessidades do cliente - Foram propostas mudanças estruturais no modelo de gestão do tipo redução do tamanho do lote e alterações no fluxo - O modelo proposto foi investigado através de experimento de simulação de gestão por computador	- Modelo de gerenciamento convencional - Modelo de gerenciamento Lean	- Análise de práticas existentes referente a abordagem convencional - Apresentação do fluxo de processo do modelo de gestão tradicional - Modelo de gestão Lean - Reestruturação do trabalho - Melhoria do processo através do Multiskilling - Apresentação do modelo de gestão Lean - Experimento através do jogo de simulação de gestão
28	Lean project management	Abordagem estratégica	Este trabalho apresenta um modelo de gestão simples e contrasta com a abordagem tradicional. Quatro ferramentas são apresentadas como ilustração dos conceitos Lean em ação.	- Mesmo com implementações Lean parciais o resultado foi excelente - O STP era fundamentalmente uma inovação conceitual, uma nova maneira de pensar sobre a produção e gestão da produção. - Aplicando essa nova forma de pensar a gestão do projeto parece oferecer oportunidade para melhoria de desempenho	- LPDS - Modelo LPDS - Comparação de projetos Lean e não Lean	- LPS - ADM (Activity Definition Model) - Ilustrações do funcionamento LPS
66	LEAPCON: Simulation of Lean Construction of High-Rise Apartment Buildings	Implementação da CE	A simulação em computador reforçou as conclusões da simulação ao vivo e enfatizou o efeito benéfico específico de fluxo contínuo sob agendamento do tipo puxado. O modelo lean pode ser de interesse imediato para os planejadores e gestores da construção, pois permite a personalização completa com o mínimo de desperdício e sem recursos adicionais.	A simulação ao vivo indica o sucesso global do sistema de construção lean na satisfação das necessidades dos clientes melhor do que a abordagem tradicional de gestão, enquanto consome menos recursos. Os eventos com simulações de computador discretos, por outro lado, permitem a análise detalhada dos efeitos independentes, marginais e combinados das intervenções lean.		
29	Learning to see Workflow: an application of Lean concepts to precast concrete fabrication	Controle do fluxo de trabalho	O resultado do trabalho mostra que a identificação e melhor gestão do fluxo de trabalho ao invés de apenas manter os trabalhadores ocupados proporcionam redução no prazo do projeto e maior produtividade	Os autores concluem que a aplicação de técnicas Lean melhoram a geração de valor e a redução de desperdício. Eles estão explorando agora outras aplicações dentro da construção que ajudem a reduzir o tempo de ciclo e alcançar melhoria na produtividade.	- Tempo de espera - Valor para o cliente - Robustez do sistema	- Modelo com iniciativas Lean - Processos produtivos da empresa
67	LEBSCO: Lean-Based Simulation Game for Construction Management Classrooms	Implementação da CE	O resultado da implementação do LEBSCO demonstrou a sua capacidade de transferir e divulgar o conhecimento do Lean baseada em construção.	A análise dos dados mostra que LEBSCO ajudou a ensinar os participantes os princípios da produção lean. LEBSCO tem potencial como uma ferramenta de aprendizagem para superar as barreiras de implementação do LPS, da produção Lean e conhecimentos de LC.		
30	Leveraging specialty-contractor knowledge in design-build organizations	Processo de projeto	Mudanças nas práticas de AEC, sugerem que as organizações estão criando condições para aumentar a interação entre designers e especialistas e contratantes. Tais interações ajudarão em reter e compartilhar o conhecimento dos envolvidos, bem como aprender a desenvolver novos conhecimentos.	Os autores concluem que: - O conhecimento dos envolvidos pode contribuir a qualidade dos projetos - O envolvimento precoce dos especialistas é um fator importante para o bom resultado dos projetos - O incentivo para o compartilhamento de conhecimento é fundamental para a melhoria dos projetos	- Processo de projeto nas organizações AEC (architecture, engineering, and construction) - Envolvimento precoce de especialistas e empreiteiros no processo de projeto	- Processo de projeto - Aproveitamento do conhecimento dos principais envolvidos para o desenvolvimento de soluções criativas - Logística de canteiro - Acordos contratuais - Conceitos sobre Design-build e design-build - Incentivos para o envolvimento de especialistas no processo de projeto
31	Lost in transition: the transfer of lean manufacturing to construction	Análise da CE	O resultado deste trabalho nos leva a compreender que o Lean é altamente interpretativo, muitas vezes dificultando o compartilhamento direto. Torna-se necessário uma discussão mais ampla das bases do Lean como valor para o cliente e a identificação de desperdícios.	Os autores concluem: - O Lean da indústria é mais desenvolvido que o Lean da construção. - A falta de resultados de pesquisas empíricas nas revistas e jornais é atualmente uma falha no Lean da construção - Necessidade de mais discussão sobre o tema no setor da construção.	- Lean na indústria - Lean na construção - Falhas nas definições do Lean - Falta de apoio em publicações sobre o tema nas revistas e jornais	- Idem tópicos da revisão de literatura

32	Management Thinking in the Earned Value Method System and the Last Planner System	Análise da CE	<ul style="list-style-type: none"> - O estudo apresenta duas concepções fundamentais de gestão: MBM e MBR. - O EVM é baseado no MBR tornando-se inadequado para a gestão no nível operacional. - O LPS é baseado no MBM que é mais adequado para a gestão de projetos. 	<p>Conclui-se que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - O EVM não é o meio mais apropriado de gestão de projetos - O MBM apresenta melhor desempenho para a gestão de projetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Nível de sistema versus nível operacional - MBM (managing by means) - MBR (managing by results) - EVM (earned value Method) - LPS (Last Planner System) 	<ul style="list-style-type: none"> - MBR - MBM - EVM - LPS
33	Managing work flow on design projects: a case study	Controle do fluxo de trabalho	O resultado deste trabalho é a apresentação do LPS como uma ferramenta de sucesso na aplicação para os projetos de AEC. Sua função principal é o controle da produção através do gerenciamento do fluxo de trabalho	O estudo sugere a necessidade de melhorar a confiabilidade do plano nos processos de projeto e melhorias no sistema de controle de produção. Os autores sugerem mais pesquisas de controle de fluxo para o processo de projeto.	<ul style="list-style-type: none"> - Gerenciamento da produção voltado ao processo de projeto - Gerenciamento do fluxo de trabalho nas fases de concepção e projetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Fundamentos do PPC - Análise de falha nos planos para o processo de projeto - A natureza do processo de projeto e as implicações para o controle do processo - Avaliação da implementação do LPS
34	Maturity and Maturity Models in Lean Construction	Melhoria da eficiência	Nos últimos anos tem havido um interesse crescente em modelos de maturidade em gestão. Os resultados indicam que um bom grau de maturidade não é o ponto final, pelo contrário, o alvo a ser alcançado estará sempre em movimento. No geral, descobrimos que há uma falta de entendimento comum quanto ao que a maturidade significa na LC, embora haja um consenso geral de que o conceito de maturidade é um adequado para refletir o caminho da evolução para LC dentro das organizações.	<ul style="list-style-type: none"> - O estudo foi desenvolvido para determinar o papel do MM em relação ao LC. - Os resultados mostram que a maturidade em LC pode ser considerada como o caminho da evolução LC. - As métricas/ferramentas não são adequadas para avaliar o MM na LC. <p>Uma limitação deste estudo, é que os entrevistados podem ter uma visão particular sobre esta investigação através da sua ligação à IGLC e outros grupos.</p>	- Modelos de maturidade	<ul style="list-style-type: none"> - Taxa de crescimento dos MMs - Gerenciamento de projetos e Maturidade de projetos - Organizações imaturas / maduras - Modelos de maturidade - Concepção da maturidade no contexto do LC - Conceitos de modelos de maturidade
35	Modern-day lean construction principles. Some questions on their origin and similarities with Sun Tzu's Art of War	Análise da CE	O estudo sugere que existem algumas concordâncias entre princípios de LC e princípios estratégicos de Sun Tzu, confirmando a hipótese do artigo.	<ul style="list-style-type: none"> - O nível de consciência do Sun Tzu é superior aos do LPS - Existe algumas concordâncias entre o Sun Tzu e o LPS no nível de gestão <p>Este estudo mostra que a LC raramente é vista sob a perspectiva estratégica.</p> <p>Os autores recomendam estudos mais aprofundados e chamar a atenção para a necessidade de criar estratégias relevantes quanto aos princípios.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Princípios da LC - Princípios da Sun Tzu 	<ul style="list-style-type: none"> - Princípios da LC e do Sun Tzu - Percepções do LPS - Percepções do Sun Tzu - Percepções entre LC e Sun Tzu
68	Multiobjective design of Work-In-Process buffer for scheduling repetitive building projects	Melhoria da eficiência	A variabilidade na produção é um dos maiores fatores que afeta negativamente o desempenho do projeto de construção. Uma prática comum na construção para proteger os sistemas de produção da variabilidade é o uso de buffers. Um modelo analítico multiobjetivo é proposto para desenvolver uma solução gráfica para o design trabalho em progresso, sendo demonstrado através do agendamento de projetos de construção repetitivos. Os resultados demonstram melhorias de desempenho do projeto e um design mais eficiente e prático.	Esta pesquisa demonstrou a viabilidade da concepção de estratégias de WIP Bf para projetos de construção para diminuir os impactos negativos da variabilidade nos processos de produção e aumentar o desempenho do projeto. No entanto, a magnitude das melhorias depende do contexto da aplicação (p. ex., a sazonalidade, complexidade de execução, tipos de processos, níveis de variabilidade, premissas de modelagem, etc.), os responsáveis pelas decisões de projeto e a vontade pessoal do local para aplicar estratégias de buffers, e o nível de controle da cadeia de suprimentos.		
69	Operations strategy development – a project based production – a political process perspective	Abordagem estratégica	O resultado deste trabalho mostra que o desenvolvimento da estratégia da operação começa em um nível médio na organização, é sustentado e incorporado em projetos de produção e só depois de vários anos fica embutido na estratégia de operação das empresas. Projetos utilizam os princípios lean de forma diferenciada.	O objetivo deste trabalho foi estudar como a inovação estratégica organizacional ocorre em uma organização e produção baseada em projetos, com foco no processo de estratégia. Este trabalho contribui estudando uma organização baseada em projetos com uma perspectiva de processo político, analisando um caso de desenvolvimento de estratégia operacional através da implementação da LC.		
36	Proactive Productivity Management at Job Sites: Understanding Characteristics of Assumptions Made for Construction Processes during Planning Based on Case Studies and Interviews	Melhoria da eficiência	O resultado deste artigo mostra a categorização de premissas que irá ajudar os profissionais da área em verificá-las de forma proativa, e assim evitar seus impactos negativos caso elas não se cumpram, considerando as fases de planejamento e execução. O modelo gerado possibilita aos profissionais maior tempo para tomar medidas para evitar os impactos negativos das premissas, e, assim, manter a produtividade em um predito ou melhor do que o nível previsto.	<ul style="list-style-type: none"> - Uma lista de premissas foi categorizada e identificadas as principais características - As abordagens formais de captura de premissas pode contribuir com os profissionais em entenderem as incertezas associadas às atividades, e em prever falhas nas premissas. <p>Para trabalhos futuros, inclui o desenvolvimento de uma abordagem formal para capturar e documentar premissas, avaliar seu poder negativo no projeto, transformar as premissas</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de incertezas e gerenciamento de riscos no planejamento e controle da construção - Identificação dos fatores que impactam nas incertezas dos projetos de construção - Abordagem de planejamento baseado em premissas e a captura de premissas 	<ul style="list-style-type: none"> - Esboço do protocolo de entrevista e avaliação dos participantes - Categoria das premissas identificadas - Características das premissas - Validação das premissas

				identificadas em informações para serem verificadas antes do início da atividade.	- Abordagem de modelagem de informações na construção	
70	Project Cell: Cellular Organization of the Building Design Process	Processo de projeto	Qualquer redução de desperdício no ciclo de vida de um edifício irá resultar em um benefício significativo para a economia. É na fase de projeto do edifício que a maioria dos custos e resíduos são definidos para todo o ciclo de vida do edifício. Esta abordagem, chamada célula de projeto, promove a engenharia simultânea e princípios de gestão lean para conseguir um melhor desempenho durante o projeto de um edifício. Neste estudo de caso, a implementação de células projeto resultou em uma melhor produtividade no processo de concepção do edifício, bem como projetos mais eficazes de construção, quando comparado com as abordagens tradicionais departamentalizadas.	Esta abordagem tem provado para melhorar a produtividade de projeto e fazer os desenhos resultantes mais eficaz na fase de construção, quando comparado com abordagens departamentalizadas tradicionais. Este ambiente de trabalho permite a aplicação de uma integração transversal entre os especialistas envolvidos no processo de design, e permite a aplicação de uma integração longitudinal que antecipa potenciais problemas que poderiam surgir mais tarde no processo de criação ou em fase de construção. A combinação de resultados de integração longitudinal e transversal exigem maior esforço durante as fases conceituais de um projeto e menor esforço durante a fase operacional, quando comparado com a abordagem tradicional.		
37	Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction	Ferramentas de automação	Os resultados da avaliação mostram que o sistema tem o potencial de melhorar o fluxo de trabalho e reduzir o desperdício, proporcionando tanto o processo e visualização do produto.	Avaliação atual identificou algumas deficiências nos projetos quanto as interfaces. Ficou claro a necessidade de mais investigação antes que um sistema KanBIM completo possa ser construído. O trabalho futuro vai incluir testes dos algoritmos para o cálculo dos pacotes de trabalho as restrições, e o desenvolvimento do índice de fluxo. A experimentação para explorar a viabilidade para guiar o progresso das equipes por meio de projetos usando o touch-screen ou outras interfaces.	- Pensamento Lean - Variabilidade de fluxo	- Estado de arte dos sistemas informatizados para o gerenciamento de projetos na construção - KamBIM - Requisitos dos sistemas de gerenciamento de produção Lean baseado no BIM - Planejamento KamBIM e controle de processos
71	Research on Cost Control of Construction Project Based on the Theory of Lean Construction and BIM: Case Study	Melhoria da eficiência	A LC é um novo tipo de modalidade de gestão de projeto de construção, adequado para projetos complexos, mutáveis e rápidos. O BIM é a informação digital computável criada e utilizada durante a concepção e construção de edifícios. Este artigo combina a tecnologia BIM com a teoria da LC. Ambos vão desempenhar um papel coletivo no controle de eficaz de custos do projeto de construção.	Durante o processo de rápido desenvolvimento da indústria da construção, empresas de construção estão procurando novas maneiras de controlar eficazmente os custos de projetos para obter maiores margens de lucro. A introdução da tecnologia BIM, melhora o controle de custos de projeto de construção. Através de caso real, o documento mostra que a introdução da teoria da LC e tecnologia BIM podem efetivamente melhorar a eficiência do projeto de construção, reduzir as atividades sem valor agregado, controlar custos com mais eficiência e, finalmente, maximizar o valor do projeto e atender as necessidades do cliente.		
72	Role of Inventory Buffers in Construction Labor Performance	Controle do fluxo de trabalho	Os resultados deste estudo exploratório que para os registros de projetos estudados os buffers parecem estar relacionados com o desempenho do trabalho de construção. Embora a necessidade de ser replicado em estudos adicionais, maiores, os resultados revelam que os níveis ideais de provisionamento de buffers podem ser observados pelos resultados de desempenho de trabalho. Os buffers parecem ser uma forma vantajosa para gerir determinadas circunstâncias. Os resultados deste estudo mostram que estoques de buffer acima de determinados níveis não ajudam o desempenho e podem em algumas circunstâncias piorá-las	O tamanho dos estoques de material, muitas vezes tem uma influência importante sobre o desempenho do projeto de construção. Em projetos de construção, onde as condições são, muitas vezes incertas e variáveis, alguns pesquisadores sugerem que os buffers devem ser dimensionados e localizados de acordo com as condições. Nova reflexão sobre a gestão como a LC e a teoria das restrições sugerem que o tamanho dos buffers tem que ser gerido com cuidado, para evitar desperdício, impedir o fluxo de trabalho e prejudicar o desempenho.		
38	Selection of Third-Party Relationships in Construction	Abordagem estratégica	Com base na extensa revisão literária os autores dividiram em 3 grupos os relacionamentos contratuais. Estes tipos de relacionamentos foram adicionados em uma matriz de modelos de gestão relacional. Houve também uma discussão sobre as consequências da seleção do relacionamento.	- A relação entre o proprietário e terceiros pode ser gerido através dos 3 tipos de relacionamentos citados. - Foi definida uma matriz informal que permite a seleção do melhor modelo para um determinado projeto - O uso e aplicação dos modelos terão de ser avaliadas no contexto e as características de cada caso particular.	- Parcerias - Alianças - Entrega de projetos Lean - Contratos	- Modelo conceitual de proposta - Inovação no gerenciamento relacional - Matriz do modelo de gerenciamento contratual/relacional - Estratégia transaccional/ relacional - Estratégia transaccional/ relacional com contrato

				A pesquisa futura com um estudo quantitativo seria necessária para permitir a generalização. O modelo poderia ser avaliado e melhorado através de sua aplicação na indústria da construção.		- Estratégia Relacional/ aliança
73	Six Sigma-Based Approach to Improve Performance in Construction Operations	Melhoria da eficiência	Pouca pesquisa foi conduzida sobre o estabelecimento de metas quantitativas definidas para melhoria do desempenho considerando a taxa de defeito envolvido nas operações de construção. Esta pesquisa explora soluções práticas para a melhoria do desempenho de construção, aplicando o princípio do Seis Sigma. Este princípio fornece as métricas necessárias para estabelecer metas de melhoria de desempenho e uma metodologia para medir e avaliar a melhoria. A abordagem proposta é esperado para atingir os fluxos de trabalho mais seguros, reduzindo a variabilidade do processo para caber em uma faixa desejável, e assim poder melhorar o desempenho geral desejável através da avaliação do nível de qualidade das operações.	Quanto a falta de confiança nos fluxos de trabalho, eles ainda não ocorreram principalmente devido a falta de métricas metodológicas para quantitativamente estabelecido a meta definida de melhorias e reduzir a variabilidade do processo através da avaliação do nível de qualidade nas operações de construção atuais. Para atingir este objetivo, este trabalho explorou as estratégias viáveis para a melhoria dos processos e operações de construção, combinando o princípio de seis sigma com a ideia de LC.		
74	Stabilizing Production Flow of Interior and Finishing Works with Reentrant Flow in Building Construction	Controle do fluxo de trabalho	Atividades de acabamento do interior na construção civil apresentam altos graus de variação como resultado da incerteza nas cadeias de abastecimento, variações nas quantidades de trabalho, mudanças de projeto e falta de previsibilidade da capacidade de produção e subcontratação. Os resultados sublinham a importância de controle dinâmico de alocação de recursos de produção disponíveis para as atividades que garantem o fluxo subsequente fluxo, não apenas para as atividades maduras.	O controle de fluxo do tipo puxado pode ser implementado de duas maneiras: no nível de planejamento, ajustando o sequenciamento do início das obras para a sequência da conclusão design interno; e no nível operacional, ajustando a taxa de transferência com a capacidade de jusante para acomodar o fluxo de trabalho. Esta pesquisa demonstrou como eles podem ser implementados em sistemas com fluxo de reentrada, melhorando o fluxo de ambas as unidades de produção e equipes de trabalho.		
75	Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of Last Planner System Users	Implementação da CE	O número de gestores de projeto de construção de inicializar o uso do LPS, um sistema operacional para gerenciamento de projeto concebido para otimizar o fluxo de trabalho e promover a aprendizagem rápida, está aumentando rapidamente, motivado por tendências do setor e depoimentos de seus benefícios percebidos. Os gestores que implementam diretamente o LPS são confrontados com resistência externa de clientes e subcontratados, e sentem que a sua organização não oferecer os incentivos necessários para a adoção do LPS, indicando um possível choque de paradigmas.	Os benefícios relatados atribuídas a aplicação de LPS foram os seguintes: (1) fluxo de trabalho suave, (2) planos de trabalho previsível, (3) redução do custo, (4) redução do tempo de entrega do projeto, (5) A melhoria da produtividade e (6) uma maior colaboração com o pessoal de campo e subcontratados. Os projetos em questão também relataram alguns desafios enfrentados pelos participantes do projeto ao aplicar LPS: (1) a falta de liderança, (2) a inércia organizacional, (3) resistência à mudança, (4) falta de formação, (5) questões contratuais e (6) falta de experiência e conhecimento, entre outros.		
39	Symbiotic Crew Relationships and Labor Flow	Melhoria da eficiência	Uma relação simbiótica ocorre quando o ritmo de trabalho de uma equipe depende do ritmo de uma equipe anterior. O desempenho das equipes com relações simbióticas é mostrado consistentemente pior quando comparados com equipes tradicionais.	- As equipes simbióticas são penalizadas com a perda de 25% de produtividade quando comparadas às relações sequenciais. - A pré-fabricação melhora a produtividade da equipe - Sobre os projetos estudados, quanto maior o buffer, melhor o desempenho. Mais esforço de pesquisa é necessário para enfrentar os desafios que as relações simbióticas apresentam.	- Relacionamentos sequencial versus simbiótico	- Estratégias de simplificação do fluxo - Utilização de buffers - Gestão de equipes - Linha de base de produtividade - Produtividade da linha de base esperada - Industrialização/ Sequencial/ Pré-fabricado - Índice de desperdício do projeto - Produtividade cumulativa média - Simplificando a operação através da pré-montagem - Criando buffers nas operações simbióticas - Seleção apropriada do tamanho da equipe
40	Synchronization-based model for improving on-site data collection performance	Melhoria da eficiência	Compreender o status de atividade é essencial para a gestão bem-sucedida do projeto. Este estudo avaliou a eficiência obtida pelas medições identificadas. O modelo proposto oferece não só um protótipo de coleta de dados na obra, mas também um mecanismo para a melhoria do desempenho das atividades do projeto.	Para coletar e processar dados do projeto as empresas investem em soluções de TI. Assim, os processos envolvidos nesta coleta de dados devem estar bem alinhados. Para melhorar esta questão, buscou neste artigo apresentar um modelo baseado na sincronização para atingir este objetivo.	- Informações do fluxo e coleta de dados na obra - Teoria da restrição - Lean production e LC	- Modelo baseado na sincronização - Implementação do modelo

76	Target costing and designing to targets in construction	Abordagem estratégica	O custo-alvo determina o preço de um edifício antes mesmo do design – este custo é baseado nos requisitos do cliente. O objetivo deste artigo é descrever uma metodologia para o gerenciamento de processo de design para atingir o custo-alvo e o valor pretendido pelo cliente. A questão de o design conduzir o conceito já está em uso comercial com resultados encorajadores. Um estudo de caso explica como direção de design afeta a tomada de decisão dos designers. O conceito que o design conduz o projeto tem ajudado a compreensão mútua entre os designers e os gestores que permitam alcançar o custo-alvo. Este documento apresenta informações de construção avançadas de modelagem (BIM) que suporta o gerenciamento de projetos no custo e gestão da qualidade.	O mecanismo custo-alvo é uma ferramenta de gestão de custos para reduzir o custo do produto com a ajuda de equipes multifuncionais. O custo-alvo é baseado na funcionalidade do produto e desempenho, e não na solução de design proposto. O custo do produto é considerado como um fator estratégico importante que deve ser decidida pela administração, não os designers. Há uma grande variedade de possíveis soluções de design para uma única definição do projeto, causando uma grande variedade de custos de construção. A correlação entre custos e qualidade arquitetônica é fraca. Baixa correlação entre custos e qualidade permite reduzir custos e garantir a boa qualidade por meio de direção design.		
41	The influence of a collaborative procurement approach using integrated design in construction on project team performance	Melhoria da eficiência	O documento é conclusivo sobre a influência das aquisições na eficiência da equipe. Isso demonstra que os processos de aquisição tradicionais reforçam as barreiras sócio cognitivas que dificultam a eficiência da equipe. Ele também ilustra como novos modos de aquisição podem transformar a dinâmica das relações entre o cliente e os membros da cadeia de abastecimento, e ter um impacto positivo no desempenho da equipe.	Ficou demonstrado que: - As equipes que usam o design integrado na construção exigem uma mudança de conceito para melhorar o seu desempenho - Os contratos transacionais e fragmentados geram um contexto contraditório e aumenta as barreiras sócio cognitivas - Mais pesquisas empíricas são necessárias para compreender a dinâmica das equipes que trabalham de forma integrada (design/ construção) e como os contratos podem ser adaptados para melhorar a produtividade da equipe.	- Design integrado versus time integrado	- Brief estratégico - Análise do valor - AEDET DART - GMP
42	The Last Planner System in China's construction industry — A SWOT analysis on implementation	Implementação da CE	Este estudo relata sobre as percepções dos profissionais da construção chineses da aplicação de LPS. Ele revela que vários componentes de LPS já ocorreram em grandes empresas. Este estudo emprega a análise SWOT para examinar os possíveis fatores de força, fraqueza, oportunidade e ameaças que possam ter impacto sobre a implementação do LPS.	Além deste estudo exploratório, que investigou as possibilidades de LPS na construção, seria benéfico realizar uma análise longitudinal do impacto do LPS no desempenho do projeto. Além disso, estudos comparativos entre projetos utilizando LPS e aqueles com sistemas de planejamento convencionais também contribuiriam ainda mais para o conhecimento da implementação LPS.	- Origem do LPS - Componentes do LPS - Master Plan, Look-Ahead, e Weekly work plan - PPC - Gerenciamento de projetos	- Estudo de caso - Aplicação do SWOT
43	The Last Planner System Style of Planning: Its Basis in Learning Theory	Abordagem estratégica	A concepção que separa o LPS da teoria de controle de produção convencional é criticada. Argumenta-se que a compreensão do LPS fundamentada na teoria da aprendizagem vai melhorar a possibilidade de sucesso de sua implementação e maximizar os efeitos de aprendizagem. A implementação do LPS exige mudanças substanciais na arena da aprendizagem técnico-organizacional.	A análise teoricamente informada do LPS mostra que a sua aplicação tem um impacto particular sobre o ambiente de aprendizagem técnico-organizacional, influenciando-o no sentido de que pode ser visto como vantajoso na medida em que promove condições que estão associadas com a satisfação no trabalho. Fez-se uma tentativa para demonstrar como o LPS com base na teoria de aprendizagem pode ajudar a implementar o sistema na prática e maximizar os efeitos de aprendizagem que podem ser derivados a partir dele.	- LPS do controle de produção - Conceitos de aprendizagem - Aprendizagem no local de trabalho - Modelo de aprendizagem no local de trabalho - O LPS como controle da produção no LC - Limitações da aprendizagem experimental - Loops de aprendizagem e ciclos de aprendizagem	- Discussão do LPS e aprendizagem - O LPS e mudança na arena de aprendizagem - Mudanças para implementar o LPS de acordo com a teoria da aprendizagem - Tipo de aprendizagem vinculado com o LPS
77	The way towards cooperative project delivery	Processo de projeto	O LC aumenta a distribuição de projeto cooperativo com foco nas necessidades dos clientes e otimização do projeto como um todo, em vez de peças separadas durante a fase de design, bem como, durante a construção. O objetivo deste artigo é mostrar que, usando a abordagem lean, os resultados do projeto serão influenciados positivamente por uma entrega de projetos de cooperação, nas áreas de custo, tempo e qualidade. Segundo o autor, foi difícil comparar os resultados de diferentes projetos e atribuir a influência de diferentes ferramentas para os resultados em termos de custo, tempo e qualidade.	Esta pesquisa demonstra que uma fase de projeto de cooperação, incluindo os membros de uma equipe de diferentes especialidades conduzirá o projeto ao sucesso, que pode ser medido pelo desempenho excepcional em relação a custo, tempo e qualidade. Além disso, os resultados reforçam que a entrega do projeto lean deve ser apoiada e complementada por um contrato correspondente e uma estratégia de aquisições para o impacto de todo o projeto. A seleção com base em concorrência puramente por preços não cumprirá os critérios exigidos para a criação de uma equipe de sucesso.		
44	Understanding project success through analysis of project management approach	Abordagem estratégica	Os resultados definem duas abordagens diferentes em gerenciamento de projetos: A abordagem prescritiva que enfoca as qualidades formais da organização do projeto, e adaptativa que	A receita para o sucesso de GP ainda não foi encontrada, e provavelmente não será a melhor solução sozinha. O sucesso	- Fatores de sucesso - Escolas de pensamento de gerenciamento de projetos	- Modelo Pentagon - Estudos de Caso - Abordagens de gerenciamento de projetos

			incide sobre o processo de desenvolvimento e melhorar o compromisso organização do projeto.	depende de muitos fatores que possam se deslocar de projeto para projeto e de organização para organização. Recomendamos que a abordagem de GP seja discutida e decidida no início do projeto e que os fatores de sucesso relevantes sejam definidos de acordo com a abordagem escolhida. Mais pesquisas serão necessárias para esclarecer as condições para melhor uso de cada abordagem apresentada.		
78	Understanding the Effect of Variation in a Production System	Análise do desperdício	A variação é uma das causas para o desperdício em um sistema de produção porque cria interrupções no sistema de produção. A variação se dissipa através do fluxo de produção e reduz a produtividade nos projetos. Este estudo examinou como o tempo de início e duração é afetada pela variação. Similarmente, por meio de uma sequência de tarefas de trabalho usando uma distribuição normal, foi possível analisar o efeito de variações no tempo de início da tarefa, as durações das tarefas, tempo de espera da equipe, e assim por diante. Ao comparar uma sequência linear e uma rede de atividades, foi encontrado que o efeito da variação depende do design da sequência.	Variação são conhecidas por criar interrupções em um fluxo de produção pré-definido, interrupções que possuem a capacidade de causar desperdício se elas não forem geridas adequadamente. Por meio da simulação, foi demonstrado que a variação não é a causadora de desperdício, e que os desperdícios começam a emergir entre <i>handoffs</i> . Assim, quanto maior a duração de uma tarefa, menor será o efeito de variação. Isto ocorre porque a variação negativa e positiva será contrabalaneada.		
79	Understanding the role of “tasks anticipated” in lookahead planning through simulation	Melhoria da eficiência	Planejamento da construção ocorre em muitos níveis. Este artigo refere-se ao nível chamado de planejamento Lookahead, durante o qual os planejadores fazem o seu plano mais realista quanto a execução do trabalho. Este trabalho apresenta um estudo, utilizando simulação computacional, da relação entre a melhoria da Tarefa antecipada (TA) no planejamento Lookahead e duração total do projeto. Os resultados indicam que o aumento da (TA), melhora a capacidade da equipe em antecipar adequadamente as tarefas, evitar a identificação de novas tarefas no último instante antes da semana de execução, e preparar as tarefas de execução pode ter uma influência positiva na redução da duração total do projeto.	Este artigo estuda o papel do planejamento Lookahead, apresenta um novo modelo para descrever e analisar a dinâmica do processo de planejamento Lookahead, e destaca a importância do planejamento Lookahead como um precursor para a tarefa de execução. Em relação ao resultado apresentado, isto pode ser conseguido quando os planejadores quebram as tarefas em operações e em seguida as realiza (p.ex. procedimento de soldagem). Os resultados também mostram que a duração média do projeto é reduzida mesmo por um pequeno aumento na média das tarefas antecipadas.		
80	Using Agent-Based Modeling to Study Construction Labor Productivity as an Emergent Property of Individual and Crew Interactions	Melhoria da eficiência	A principal contribuição deste trabalho é que ele fornece um método que pode ser usado para utilizar eficientemente o espaço de construção, e desenvolver planos e horários que representam o congestionamento decorrente de interações dos membros das equipes na obra. Os resultados da simulação nos permitem confirmar que o congestionamento em um canteiro de obras pode ser estudado como uma propriedade emergente devido às interações entre os membros das equipes individuais no local, e a dinâmica espaço-temporais de diferentes eficiências.	Esta pesquisa mostrou que a gestão /sustentação do fluxo de trabalho de forma eficaz na obra pode melhorar o desempenho do trabalho na construção. Esta pesquisa também mostra que o excesso de pessoas (congestionamento) em canteiros de obras, muitas vezes reduz a eficiência do trabalho. O método proposto utiliza uma abordagem bottom-up para investigar impactos de congestionamento do espaço sobre a eficiência do trabalhador.		
45	Using Last Planner and a Risk Assessment Matrix to Reduce Variation in Mechanical Related Construction Tasks	Melhoria da eficiência	Os resultados desta pesquisa ilustram o efeito que o método LPS pode ter na redução da variação de fluxo e assim melhorar a produtividade do projeto. Os resultados também servem como um exemplo de uma estratégia de planejamento eficaz para gerentes de projeto e gerentes de campo em seus esforços para melhorar o desempenho do projeto.	- Redução da variação com implementação do LPS - Uso da matriz de avaliação de risco como forma de priorizar as causas de variação - A análise gráfica de Pareto demonstrou que as causas mais frequentes nem sempre são as mais críticas. - O uso do LPS diminuiu a variação e aumentou a produtividade em 35% em relação a projetos não-LPS Pesquisas futuras devem ser realizadas para comparar a ação preventiva com e sem o uso de avaliação de risco formal. A pesquisa futura deve também ser conduzida para examinar o efeito de reduzir a variação no desempenho geral do cronograma.	- Gestão de riscos - Matriz de qualificação de riscos	- Análise e resultados do estudo de caso - Análise das causas de variação - Comparação do desempenho e custos
46	Value theory in lean construction	Abordagem estratégica	A perspectiva de valor do LC falha em como ideia comum a ser aplicada na indústria da construção como um todo. Práticas de	Como resultado deste trabalho, aponta que não existe uma compreensão global do valor, onde a geração de valor está	- Geração de valor - Filosofia Lean Thinking	- Principais características de valor - Valor na perspectiva do LC

			construção ocorrem com foco no cliente, onde a satisfação das necessidades do cliente predomina sobre o bem-estar social.	associada somente à satisfação das necessidades do cliente deixando as questões sociais e ambientais de lado. Como resultado, as perspectivas atuais devem ser ampliadas e considerar o impacto causado por projetos de construção para a sociedade como um todo. Desta forma, as práticas do Lean Thinking podem contribuir no futuro.		
81	Visualization of Work Flow to Support Lean Construction	Ferramentas de automação	Aplicação de técnicas de gestão de produção avançadas, tais como conceitos de LC, filtragem de pacotes de trabalho para estabilizar os fluxos de trabalho, fluxo puxado de equipes e materiais, processos de controle de qualidade, demandas efetivas e fluxos em tempo hábil de informações.	A maioria do esforço de pesquisa na área de visualização na construção foi dedicada ao design 3D e ao planejamento 4D. No entanto, a necessidade de ferramentas visuais durante a construção é aguda porque as condições físicas dos locais de construção tornam muito difícil para a maioria dos participantes para formar uma imagem mental clara do que está acontecendo e o que se pode esperar no futuro próximo. Os potenciais benefícios deste tipo de interface de usuário no contexto da construção do dia-a-dia são inúmeros. A informação entregue é estruturada, armazenada de forma centralizada e de fácil acesso. A comunicação é assíncrona, reduzindo a dependência de equipes de trabalho sobre as pessoas em posições-chave da administração local, tornando as informações de status do projeto disponível para todos os níveis de gestão.		
47	What do construction project planners do?	Melhoria da eficiência	Os resultados mostram que o planejamento de construção por parte dos principais contratantes é mais sobre a negociação com outras partes interessadas e a rápida tomada de decisão baseada na heurística do que uma análise detalhada.	O resultado deste trabalho mostra que os planejadores trabalham em uma complexa rede de relações que se espalham dentro e fora da organização contratante. Eles trabalham para pressionar os prazos que impedem uma análise detalhada, e assim reduzir os níveis de incerteza. Os autores apontam em outra direção. Eles encorajam um planejamento eficiente que seja fundamental para o gerenciamento de projetos. Esta prática merece mais atenção de pesquisa do que recebe atualmente.	- Apresentação do sistema VIRCUM com ferramenta para suporte a tomadas de decisão estratégica	- Recentes debates no planejamento de projetos de construção - Respostas para as críticas do planejamento dos projetos de construção - O contexto do planejamento dos projetos de construção - Práticas correntes no planejamento de projetos - Processo de planejamento na construção - Revisão das práticas do planejamento de projetos de construção
48	Work Flow Variation and Labor Productivity: Case Study	Controle do fluxo de trabalho	O resultado deste trabalho sugere que a produtividade não é melhorada através do maior número de tarefas executada, nem do volume crescente de trabalho, a produção de trabalho, ou o número de horas de trabalho gastas. Em contraste, a produtividade melhora quando o fluxo de trabalho se torna mais previsível. Estas descobertas podem ajudar os gerentes de projeto focar os direcionadores reais da produtividade. Ele também pode ajudar as empresas de consultoria identificarem a responsabilidade por perdas de produtividade em reivindicações.	Através deste trabalho é possível concluir que os resultados indicam que a chave para a melhoria da produtividade não é completar tantas tarefas quanto possível, maximizar a carga de trabalho e a produção de trabalho, ou horas de trabalho sem seguir o plano de trabalho. Em vez disso, a chave é se concentrar em manter um fluxo de trabalho previsível e, portanto, ser capaz de igualar a carga de trabalho disponível com capacidade (horas de trabalho). Uma limitação do estudo é que foi a primeira vez que as equipes usaram o LPS. Outra limitação é a falta de dados de PPC e de produtividade.	- Melhoria da confiabilidade do fluxo de trabalho - Produtividade e variação na carga de trabalho	- Estudo de caso - Implementação do LPS
82	Workplan:Constraint-Based Database For Work Package Scheduling	Ferramentas de automação	Um programa de banco de dados chamado WorkPlan foi criado para desenvolver sistematicamente planos de trabalho semanais. Estes planos são usados por chefes da equipe na programação de pacotes de trabalho e alocação de recursos disponíveis de trabalho e equipamentos. Este plano adota a metodologia LP, que implementa várias técnicas de LC. Esta abordagem ajuda o usuário a criar planos de trabalho de qualidade e aprender com a compreensão das razões para o fracasso. A filosofia de planejamento Lean subjacente ao WorkPlan e suas funcionalidades são detalhadas neste artigo.	As ferramentas informatizadas que utilizam o método do caminho crítico não fornecem apoio adequado aos gestores contra as incertezas e não oferecem uma visibilidade sobre a disponibilidade de recursos. Como alternativa, foi apresentada a abordagem LPS de programação, onde a informação pacote de trabalho é monitorado com o detalhe necessário para planejar e controle de produção na obra. O LPS implementado na ferramenta de computador fornece um método para verificar sistematicamente a disponibilidade de recursos.		

GESTÃO DE PROJETOS E CONSTRUÇÃO ENXUTA – UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Resumo

O ambiente da construção civil é extremamente dinâmico. Neste ambiente, torna-se difícil elaborar planos confiáveis muito antes da execução, principalmente pela grande variabilidade e incertezas em seus processos. O planejamento da construção tradicional não leva em consideração essa variabilidade, uma vez que os projetos são considerados de forma estática. O presente trabalho busca investigar como resolver problemas de planejamento na construção civil em relação à sua baixa produtividade no modelo de gerenciamento de projetos tradicional. A proposta deste trabalho é explorar por meio de uma revisão sistemática da literatura a contribuição das técnicas enxutas quanto a redução da variabilidade do fluxo, e o ganho de maior produtividade nos projetos da indústria da construção civil. Os resultados deste trabalho indicam que existem vários benefícios associados à implementação da construção enxuta integrada com o gerenciamento de projetos tradicional. Estes benefícios vão desde a redução da variabilidade, até um ganho substancial de produtividade e qualidade final nos produtos do projeto.

Palavras-chaves: Gerenciamento de projetos; construção enxuta; revisão sistemática da literatura

Abstract

The construction environment is extremely dynamic. In this environment, it is difficult to elaborate solid plans before execution, specially because of the variability and uncertainty of construction processes. Traditional construction project planning does not take into account this variability, as these projects are statically considered. This work aims to investigate how to solve construction planning projects related to low productivity in the traditional project management model. Its main objective is to explore, through a systematic literature review, the contribution of lean techniques regarding the reduction of flow variability, and the increase of productivity in construction projects. Results indicate that there are several benefits associated with the implementation of lean construction integrated with traditional project management. These benefits range from the reduction of variability to a substantial productivity and quality increase in project deliverables.

keyword: Project management; lean construction; systematic literature review

1. Introdução

Projetos para serem bem-sucedidos devem, entre outras coisas, serem concluídos dentro do orçamento, cumprindo com o prazo estabelecido entre as partes, e ajustados aos objetivos organizacionais. No entanto estes limites são por vezes ultrapassados. Na construção civil, os projetos, por serem altamente dinâmicos, possuem muita variabilidade no fluxo de trabalho, e segundo González et al. (2010) isto afeta a produtividade do trabalho, o controle do cronograma, e o controle de custos. González et al. (2010 apud Ballard, 1993 e Tommelein et al. 1999), consideram que apesar dos efeitos prejudiciais da variabilidade na construção civil serem bem conhecidos, o planejamento da construção tradicional não leva em consideração a variabilidade, uma vez que os projetos são considerados de forma estática.

Para Al-Aomar (2012), para se sobreviver no mundo competitivo de hoje, tornou-se imperativo que as empresas de construção aumentem a eficácia de seus processos produtivos, reduzam seus desperdícios e custos, e aumentem seus ganhos. Para o autor, várias abordagens de gerenciamento de projetos surgiram para melhorar o desempenho da construção civil, entre elas, a construção enxuta.

De acordo com Aziz e Hafez (2013), a construção enxuta adota os mesmos princípios da produção enxuta para reduzir o desperdício e aumentar a produtividade e a eficácia nos trabalhos da construção. Conforme ressaltado por Jørgensen e Emmitt (2009), a construção enxuta tornou-se mais proeminente para a construção civil a partir da década de 1990, influenciada por debates sobre gestão na produção do setor. A construção enxuta conforme definida pelo Lean Construction Institute (ILC) é um sistema de entrega de projeto baseada no gerenciamento de produção dando ênfase à entrega fiável e rápida de valor.

De acordo com Kalsaas (2012), as práticas de gerenciamento de projetos tradicionais e sua teoria subjacente são contestadas por vários estudiosos da comunidade da construção enxuta. Para Aziz e Hafez (2013), embora a produtividade na indústria da construção venha declinando no mundo todo, a construção enxuta vem como solução para melhorar a situação. Entretanto, considerando a premissa de que todos os métodos de gestão de produção têm a sua contribuição, e que não existe um único método que satisfaça completamente todos os requisitos de um sistema de produção, a integração das ferramentas e técnicas da construção enxuta com a abordagem do gerenciamento de projetos tradicional pode trazer benefícios importantes para a gestão no setor da Indústria da Construção Civil.

O ambiente de construção é extremamente dinâmico e de acordo com Ballard (2000), torna-se difícil elaborar planos confiáveis muito antes da execução, principalmente pela grande variabilidade e incertezas em seus processos.

O gerenciamento de projetos tradicional difere da gestão enxuta não apenas nas metas que se propõe, mas também na estrutura de suas fases, e no relacionamento dos envolvidos com estas fases (BALLARD e HOWELL, 2003). Segundo estes autores, um ganho fundamental na utilização da construção enxuta é a entrega do produto, minimizando o desperdício ao mesmo tempo que maximiza seu valor para o cliente. Segundo Ogunbiyi et al. (2013), existe diversas áreas de articulação entre *lean* e a sustentabilidade, tais como a redução de desperdício, gerenciamento ambiental, maximização de valor, saúde e melhoria da segurança.

O presente trabalho busca investigar como resolver problemas de planejamento em relação à sua baixa produtividade no modelo de gerenciamento de projetos tradicional. Na perspectiva da construção enxuta, Aziz e Hafez (2013), consideram que os projetos são mais fáceis de serem gerenciados, mais seguros, tem menor tempo de ciclo, custam menos e tem qualidade superior.

A pesquisa baseia-se em uma revisão sistemática da literatura buscando fundamentar os benefícios do uso de metodologias híbridas em um modelo conceitual que integra o sistema de gestão tradicional com a metodologia Lean. A abordagem escolhida busca explorar a contribuição deste modelo na redução da variabilidade do fluxo, melhorar a eficiência do sistema de planejamento, e aumentar a produtividade nos projetos da Indústria da Construção Civil.

2. Método de pesquisa

A revisão sistemática da literatura (RSL) é um método científico que fornece uma cobertura abrangente da literatura que tem como base a análise de artigos de um determinado tema. A RSL mostra o caminho pelo qual a revisão de literatura deverá passar adaptado às necessidades da pesquisa.

Para Levy e Ellis (2006) uma revisão eficaz deve incluir entre outras características, demonstrar que a investigação proposta contribui com algo novo para o corpo de conhecimento no campo da pesquisa.

Neste trabalho, será utilizado o método adaptado de Tranfield et al. (2003), que engloba a definição do problema, a coleta e seleção dos dados, a análise desses dados e a elaboração do documento dos resultados.

Por meio da RSL busca-se o mapeamento da literatura, a identificação de lacunas e as principais contribuições científicas do campo escolhido. Hart (1998) definiu a revisão sistemática como o uso de ideias na literatura que justifique a abordagem para o tema específico, a seleção de métodos e a demonstração de que esta pesquisa contribua para algo novo.

Os resultados da pesquisa serão apresentados de forma clara e objetiva direcionados em solucionar o problema desenvolvido no planejamento da pesquisa apresentado na forma do seguinte questionamento: “Como resolver problemas de planejamento relacionados à produtividade, cumprimento de prazos e custos nos empreendimentos da Indústria da Construção”?

Como consequência, delimitou-se os tipos de estratégias de busca, base de dados, critérios para seleção de artigos relevantes, e critérios de inclusão e exclusão conforme Tabela 1.

TABELA 1 – Escopo da pesquisa.

Palavras chave	Lean Construction, Last Planner e Project Management.	
Operadores booleanos	AND / OR	
Bases de Dados	Emerald Insight, EBSCO, Scopus, Web of Science, Science Direct	
Critérios de exclusão	<ul style="list-style-type: none"> - Artigos em outro idioma diferente do inglês - Textos de livros, relatórios técnicos, ou outro tipo de publicação que não seja artigo científico - Artigos duplicados - Trabalhos com textos incompletos 	
Linguagem: Inglês	Tipo de Publicação: Artigos	Período: A partir de 1994 até 2015

Na primeira etapa da busca foram utilizados operadores booleanos como AND e OR aplicados nas palavras chave (KEY) “lean construction”, “last planner” e “project management”. Em seguida, os resultados foram refinados por tipo de documento, ano de publicação, artigos completos e idioma. Os critérios de busca nas bases de dados podem ser vistos na Tabela 2.

Na primeira etapa de busca, o resultado da pesquisa nas cinco bases de dados utilizando os critérios de busca apresentados acima totalizou 201 artigos científicos conforme representado na Tabela 3.

TABELA 2 – Critérios de busca nas bases de dados.

Base de dados	String de busca
SCOPUS	TITLE (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR ABS (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR KEY (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
EBSCO	TI (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR AB (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR SU (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
EMERALD	([Publication title: "lean construction" OR Publication title: "last planner"] AND [Publication title: "project management"]) OR ([Abstract: "lean construction" OR Abstract: "last planner" AND Abstract: "project management"]) OR (Keywords: "lean construction" OR Keywords: "last planner" AND Keywords: "project management")
SCIENCEDIRECT	TITLE-ABSTR-KEY (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR ABSTRACT (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR KEYWORDS (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
WEB OF SCIENCE	("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner")

Na segunda etapa da busca foram eliminados os artigos repetidos e os que não permitiam acesso. O total da filtragem da segunda etapa resultou em 68 artigos repetidos, restando 133 artigos válidos para a revisão sistemática da literatura.

A terceira etapa foi a mais demorada, pois todos os 133 artigos passaram por uma análise mais aprofundada de conteúdo. Foi analisado o conteúdo de todos os artigos e contrastado com a problematização e os objetivos determinados na fase do planejamento. Assim, foram eliminados todos os artigos que não se enquadravam no contexto definido no projeto de pesquisa. A partir da terceira etapa da avaliação permaneceram 48 artigos considerados relevantes para o estudo e se enquadravam perfeitamente no contexto da revisão sistemática da literatura.

TABELA 3 – Quantidade de artigos por banco de dados.

Nome da base de dados	Quantidade de artigos
EBSCO	21
EMERALD	44
SCIENCEDIRECT	9
WEB OF SCIENCE	75
SCOPUS	52
TOTAL DE ARTIGOS	21

Em seguida, todos os 48 artigos foram lidos em sua completude, e uma tabela resumo de 10 colunas foi elaborada com o objetivo de mapear o conteúdo de cada artigo. A estrutura da tabela era constituída por: identificador, tema, tópicos da revisão da literatura, assuntos tratados no artigo, tipo de planejamento, método, resultado, conclusões e dados gerais (autores, quantidade de citações, periódicos e qualificação da revista).

Após análise da tabela resumo e usando principalmente as informações dos assuntos tratados nos artigos, tornou-se possível criar um agrupamento dos temas dos artigos conforme apresentado na Tabela 5.

TABELA 5 – Agrupamento de temas dos artigos selecionados.

Agrupamento de temas	Descrição do Tema	Quantidade de artigos
Abordagem estratégica do Lean	Artigos que impactam no planejamento estratégico da organização	4
Ferramentas informatizadas	Artigos que mostram como ferramentas informatizadas podem facilitar o gerenciamento de projetos para empresas que utilizam as práticas da construção enxuta	7
Implementação da construção enxuta	Artigos que mostram o resultado da aplicação da construção enxuta nas organizações	7
Processo de Projeto	Artigos que mostram a influência/benefícios da integração adequada do design na construção	2
Tempo extra (Buffer)	Artigos que avaliam a necessidade da aplicação de tempos de reserva nas atividades planejadas do projeto	2
Análise da construção enxuta	Artigos que avaliam os benefícios da construção enxuta quando aplicados na indústria da construção	26
TOTAIS DE ARTIGOS		

3. Resultados

Este trabalho busca sua contribuição na resolução de problemas no planejamento, proporcionando maior produtividade nos projetos do setor da construção. Considerando que as ferramentas tradicionais de gerenciamento dão um apoio importante à gestão de projetos, muitas vezes elas parecem ter pouca relação com projetos reais. Segundo Rodrigues e Bowers (1996), as abordagens tradicionais tendem a assumir que se cada elemento do projeto pode ser entendido, então todo o projeto pode ser controlado. No entanto, a experiência mostra que as inter-relações entre os componentes do projeto são mais complexas do que é sugerido pela estrutura de divisão de trabalho tradicional. Além disso, o planejamento de um empreendimento requer um elevado grau de detalhes, e de acordo com Birrel (1980), as atividades

planejadas são alteradas com certa frequência, pois este problema foge do controle da empresa.

Assim, uma visão alternativa foi proposta neste trabalho, no sentido de potencializar um modelo de gestão que venha atender às necessidades reais de gestão através de uma estrutura mais flexível. Um modelo com uma abordagem que contrasta com os métodos tradicionais de gestão, que dependam de informações detalhadas dos componentes do projeto para programação das atividades pode ser melhorado por meio de um modelo mais flexível.

Considerando que nenhuma metodologia por si só é capaz de cobrir todas as necessidades de gestão em projetos, a implementação de uma metodologia híbrida poderá ser uma solução viável para melhorar a efetividade do planejamento, execução e controle em projetos do setor da construção. A questão apresentada no método de pesquisa é agora apresentada como hipótese que tem a intenção de orientar e estimular a investigação: o planejamento tradicional não resolve o problema do setor da construção civil pela sua complexidade e, por isso, a implementação de elementos de construção enxuta em conjunto com o framework do gerenciamento de projetos tradicional será uma maneira efetiva de aumentar a eficiência do planejamento.

A seguir, com esta hipótese em foco, serão apresentadas questões sobre os temas dos artigos selecionados na RSL que fundamentam a necessidade de metodologias mais adequadas para o gerenciamento de projetos para o setor da construção.

3.1. Abordagem estratégica da Construção Enxuta

Sui Pheng e Hui Fang (2005) em seu artigo “Modern-day lean construction principles” acreditavam que os princípios da produção Lean poderiam ser influenciados pela essência das estratégias militares, especificamente a arte de guerra Sun Tzu. Segundo os autores, embora a construção enxuta raramente seja vista em uma perspectiva estratégica, esta metodologia vem amadurecendo ao longo dos anos, e já pode ser aplicada de forma estratégica de modo a resolver problemas de baixa produtividade, falta de segurança e de qualidade.

Com o agravamento dos problemas ambientais, as empresas passaram a perceber a necessidade de implementar de forma estratégica modelos de gestão voltados a sustentabilidade. Segundo Ogunbiyi et al. (2013), a contribuição das técnicas de construção enxuta como construção sustentável não pode ser

subestimada. Além disso, segundo o mesmo autor, a construção enxuta vem confrontado com os desafios do desenvolvimento sustentável a melhoria contínua, a eliminação de resíduos e maiores benefícios para o cliente.

O processo de maturidade deve evoluir continuamente para a realização dos objetivos estratégicos da organização. Os modelos de maturidade fornecem informações que norteiam as organizações na definição de seu plano de melhoria nas questões estratégicas.

De acordo com Nesensohn et al. (2014) nos últimos anos tem havido um interesse crescente nos modelos de maturidade relacionados ao gerenciamento. Isto reflete o reconhecimento que a maturidade evolutiva tem o poder de ajudar as organizações na gestão de grandes mudanças transformacionais. Desta forma, segundo o autor, a construção enxuta é uma importante abordagem de melhoria que as organizações procuram incorporar.

3.2. Ferramentas informatizadas de controle

Os projetos normalmente estão sujeitos a um grande número de incertezas provenientes das mais diversas fontes. Estas incertezas aumentam o risco de insucesso dos projetos e dificultam a criação de valor para o cliente. Para Chua et al. (2003) a identificação e remoção das restrições das atividades planejadas nos gargalos da produção ajudam a reduzir as incertezas nos processos de construção e aumenta a transparência da gestão do projeto. Em seu artigo, o autor apresenta uma ferramenta de planejamento baseado em restrições para melhorar a fiabilidade do planejamento ao adotar princípios de construção enxuta e teoria das restrições.

A gestão do processo de projeto é um fator importante para o bom resultado dos projetos. A indústria da construção está perfeitamente consciente da necessidade de melhorar a integração, planejamento e controle de seus processos de concepção e produção (AUSTIN et al. 2002). O autor apresenta em seu trabalho uma ferramenta informatizada que segue uma filosofia de gestão que inclui programação e controle das atividades do processo de projeto.

3.3. Implementação da construção enxuta

A produtividade da indústria da construção em todo o mundo tem vindo a diminuir ao longo dos últimos 40 anos (AZIZ e HAFEZ, 2013). Segundo os autores, uma abordagem para melhorar a situação está usando a construção enxuta-. Os

resultados têm comprovado que a abordagem Lean é uma nova forma de gestão da produção. Ela tem como características essenciais a clareza dos objetivos para o processo de entrega visando a maximização do desempenho para o cliente em todo o ciclo de vida do projeto. De acordo com Issa (2013), os projetos de construção envolvem vários fatores de risco que têm vários impactos no objetivo de tempo que podem levar ao descumprimento do prazo no projeto. O autor conclui em seu estudo que a implementação da construção enxuta minimiza os efeitos de risco no tempo do projeto.

Para Al-Sehaimi et al. (2014), os resultados em seus estudos apontam diversos benefícios com a implementação da construção enxuta, incluindo planejamento melhorado da construção, e melhor comunicação e coordenação entre as partes envolvidas. No mesmo contexto da construção enxuta, o Last Planner System se concentra em controlar as unidades de produção, fluxos de trabalho e a qualidade do trabalho realizado. Ele também permite a identificação das causas da não conclusão do trabalho planejado possibilitando tomadas de decisão mais assertivas (NIETO-MOROTE e RUZ-VILA, 2011).

3.4. Processo de Projeto

Para Jørgensen e Emmit (2009), uma melhor integração dos processos do projeto tem sido muitas vezes identificada como a questão-chave para a melhoria do desempenho da construção. Segundo os autores, os resultados destacam a importância da participação de pessoas com conhecimento estejam envolvidos em todos os níveis do projeto e no planejamento das atividades, pois isto contribuiria para o aumento do valor e eliminação de desperdícios. Este detalhe é também reforçado pelos pesquisadores (GIL et al. 2001). Eles ainda afirmam que empreiteiros, fornecedores com conhecimento em produtos devem contribuir desde a fase da concepção da arquitetura, engenharia e construção. Na prática isto não ocorre, mas as evidências confirmam que isto está mudando, pois, o envolvimento destes especialistas tem provado ser muito bem-sucedida.

3.5. Tempo Extra (Buffers)

Para Russel et al. (2013), um buffer de tempo é definido como o tempo extra adicionado durante o planejamento para as durações das tarefas individuais para compensar a incerteza e proteger contra a variação de fluxo de trabalho para

assegurar um *handoff* previsível para as equipes subsequentes. Além disso, segundo os mesmos autores, compreender a aplicação dos buffers de tempo e sua frequência associada com a gravidade do projeto irá ajudar os gestores de construção abordar áreas problemáticas potenciais e ineficiências de forma priorizada. De acordo com os mesmos autores em outro trabalho realizado, os *buffers* são utilizados na construção para absorver a variação causada pela complexidade inerente e a incertezas presente nos projetos de construção (RUSSEL et al. 2014).

Os resultados demonstraram neste estudo de caso, que o *Last Planner System* é um modelo eficaz para o planejamento, que além de melhorar o desempenho dos projetos, contribuiu para que os envolvidos compreendessem o motivo da aplicação dos tempos extras. Isto permitiu que seus esforços fossem focados em abordar estrategicamente as áreas mais críticas de preocupação e incerteza.

3.6. Análise da construção enxuta

Diversos são os fatores que poderiam ser analisados neste tipo de agrupamento: gestão do fluxo de trabalho, redução de desperdício, comparação com a gestão tradicional, coordenação das equipes de trabalho, conceitos fundamentais Lean, indicadores EVMS (*Earned Value Management System*), cadeia de fornecedores, modelo de gestão Lean versus modelo de gestão tradicional, categorização de premissas utilizadas no planejamento, geração de valor entre outros.

Segundo Emuze et al. (2014), atividades que não agregam valor são consideradas problemáticas na gestão de projetos, pois elas consomem recursos sem necessariamente agregar valor às tarefas concluídas.

Para Chua et al. (2003), atividades que não agregam valor contribuem para que os planos de produção não sejam confiáveis impactando negativamente na cadeia de suprimentos e na gestão do fluxo. Para Koskela (2000), o processo central da ideologia da produção enxuta é a combinação a conversão e os fluxos de trabalho. Considerando que, as atividades de fluxo de trabalho são as ações de entrada para uma atividade de conversão, incluindo o fluxo de informações e o fluxo de recursos (Serpell et al., 1995).

De acordo com Kim et al. (2014), o sistema de gerenciamento de valor agregado (EVMS) foi desenvolvido na década de 1960 para integrar programação e custos ao nível da gestão, já o *Last Planner System* (LPS) foi introduzido na década de 1990 para eliminar o desperdício e melhorar a fiabilidade do planejamento ao nível

operacional. O EVMS e o LPS têm sido amplamente utilizados como ferramentas eficazes de medição de desempenho para os gestores de construção e unidades de produção em projetos de construção.

Segundo o resultado do estudo destes pesquisadores existe uma relação positiva entre o PPC (*Project Percentage Complete*) e o SPI (*Schedule Performance Index*). Outra questão importante quando se analisa as metodologias de gestão é a comparação entre o processo de entrega de projeto tradicional e o processo baseado na entrega Lean. De acordo com Choo et al. (2004), a eficácia do processo de design é o primeiro passo para melhorar a gestão do projeto.

No entanto, segundo estes autores, se o processo de projeto não for cuidadosamente controlado, as equipes de projeto podem ser tentadas a voltar aos métodos mais tradicionais de gestão, levando a ineficiências significativas relacionadas ao fluxo de informações deficiente e a inadequada alocação de recursos.

No estudo de caso realizado pelos pesquisadores Al-Sehaimi et al. (2014), a maioria dos entrevistados das duas empresas participantes concordaram que o LPS é eficaz na melhoria do planejamento. Em outras questões levantadas no questionário, como redução de desperdício, maior transparência no conhecimento dos requisitos do projeto, melhora do planejamento e controle das atividades, a maioria concordou que o LPS leva grande vantagem sobre a abordagem tradicional.

Forgues e Koskela (2009) em seu trabalho, buscavam analisar o desempenho do processo de projeto integrado na construção de forma colaborativa. Eles também mostraram como os novos modelos de aquisição podem transformar a dinâmica das relações entre o cliente e os membros da cadeia de abastecimento, e ter um impacto positivo no desempenho da equipe.

No contexto de metodologias tradicionais e Lean, quando se trata do processo de aquisição os autores foram conclusivos quanto a sua influência na eficiência da equipe. Eles argumentam que os processos de aquisição tradicionais reforçam as barreiras sócio-cognitivas que dificultam a eficiência da equipe.

Através da revisão sistemática da literatura desenvolvida a partir de cinco importantes bases de dados para o setor de produção da Indústria da Construção Civil, este trabalho buscou apurar o fenômeno investigado. O primeiro passo para testar a hipótese pode ser concluído. Os resultados contribuíram para obter uma compreensão mais ampliada da construção enxuta e de seus mecanismos como ferramenta de gestão em todo ciclo de vida do projeto.

4. Conclusões

Os resultados apoiam a hipótese, que o planejamento tradicional não resolve o problema do setor da construção civil. Temas importantes como sustentabilidade, redução de desperdício e aumento do valor para o cliente, são questões relevantes que certamente proporcionarão uma construção mais sustentável.

A maturidade da organização em seus processos de gestão terá condições de nortear o plano de melhoria nas questões estratégicas e no estabelecimento de mudanças necessárias para o estabelecimento da marca das organizações. Da mesma forma, a implementação da construção enxuta tem a capacidade de minimizar o efeito dos riscos nas estimativas de duração do projeto, bem como melhorar a comunicação, colaboração e coordenação entre todos os envolvidos no projeto, fortalecendo mais uma vez a hipótese declarada.

Como apresentado anteriormente, o processo de projeto é outro componente importante para o sucesso do projeto. Através do sistema de entrega de projetos Lean, (BALLARD, 2008). Este modelo, adota uma visão holística e sistêmica de entrega de projetos reconhecendo que este processo pode ser visto em diferentes níveis, ou seja, as atividades de forma hierárquica, como o trabalho se relaciona com outros trabalhos, como as pessoas e as relações entre elas afetam a maneira como o trabalho é feito e como os incentivos motivam as pessoas a se comportar. Outro ponto importante explorado neste trabalho diz respeito às incertezas que são inerentes aos projetos podendo gerar variabilidade no fluxo de atividades. As decisões de planejamento são feitas para gerenciar a variabilidade em projetos de construção, pois esta é uma das questões teóricas mais relevantes que exigem maior atenção (LAUFER et al. 1994). Os autores Thomas et al. (2002), propuseram reduzir a variabilidade para melhorar o desempenho e melhorar a confiabilidade do fluxo de trabalho para uma melhor produtividade como princípios de construção enxuta. Desta forma, a utilização de *buffers* tem o poder de compensar as incertezas contra a variação do fluxo de trabalho melhorando o desempenho dos projetos.

Retomando o trabalho de Aziz e Hafez (2013), podemos observar que os sistemas de gestão tradicionais não se concentram nos processos de produção, mas são orientados para resultados. Esta atitude, enfatiza a correção de problemas e combate a incêndios, em vez de focar na prevenção de problemas, planejamento e aprendizagem, como preconizado pelas metodologias Lean. Em síntese, este trabalho e suas conclusões contribuem com uma compreensão mais aprofundada da

construção enxuta como instrumento capaz de melhorar o controle da produção e resolver os problemas que os modelos de gestão tradicional até o momento não conseguiram solucionar. O trabalho buscou contribuir para a melhoria das práticas de gerenciamento de projetos, e pode auxiliar no desenvolvimento de novos trabalhos no tema de integração de metodologias viabilizando o estabelecimento de novas práticas gerenciais nas organizações que buscam por mudanças e por melhorias em seus processos de gestão.

Referências

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

AL-SEHAIMI, O., TZORTZOPOULOS FAZENDA, P., KOSKELA, L. Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2014, 21(1), p.51-64.

AUSTIN, S.A., BALDWIN, A.N., STEELE, J.L. Improving building design through integrated planning and control. *Engineering construction and architectural management*, 2002, 9(3), p.249-258.

AZIZ, R.F., HAFEZ, S.M. Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 2013, 52(4), p.679-695.

BALLARD, G. The Last Planner System of Production Control. Thesis (Doctor of Philosophy) - School of Civil Engineering, Faculty of Engineering. University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BALLARD, G. The lean project delivery system: An update. *Lean Construction Journal*, 2008, p.1-19.

BALLARD, G., HOWELL, G. Lean project management. *Building Research & Information*, 2003, 31 (2), p.119-133.

BIRRELL, G. S. Construction planning - beyond the critical path. *Journal of the Construction Division*, 1980, 106(3), p.389-407.

CHOO, H.J., HAMMOND, J., TOMMELEIN, I.D., AUSTIN, S.A., BALLARD, G. DePlan: a tool for integrated design management. *Automation in Construction*, 2004, 13(3), 313-326.

CHUA, D.K.H., SHEN, L.J., BOK, S.H. Constraint-based planning with integrated production scheduler over internet. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2003, 129(3), p.293-301.

EMUZE, F., SMALLWOOD, J., HAN, S. Factors contributing to non-value adding activities in South African construction. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 2014, 12(2), p.223-243.

FORGUES, D., KOSKELA, L. The influence of a collaborative procurement approach using integrated design in construction on project team performance. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2009, 2(3), 370-385.

GIL, N., TOMMELEIN, I.D., KIRKENDALL, R.L., BALLARD, G. Leveraging specialty-contractor knowledge in design-build organizations. *Engineering Construction and Architectural Management*, 2001, 8(5-6), p.355-367.

GONZÁLEZ, V. Improving planning reliability and project performance using the reliable commitment model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2010, 136(10), p.1129-1139.

HART, C. *Doing a literature review: Releasing the social science research imagination*. Sage, 1998.

ISSA, U.H. Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. *Alexandria Engineering Journal*, 2013, 52(4), p.697-704.

JØRGENSEN, B., EMMITT, S. Investigating the integration of design and construction from a "lean" perspective. *Construction Innovation*, 2009, 9(2), p.225-240.

KALSAAS, B. T. The last planner system style of planning: its basis in learning theory. *Journal of Engineering, Project, and Production Management*, 2012, 2(2), p.88.

KIM, S.C., KIM, Y.W., PARK, K.S., YOO, C.Y. Impact of Measuring Operational-Level Planning Reliability on Management-Level Project Performance. *Journal of Management in Engineering*, 2014, 31(5), p.05014021.

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

LAUFER, A., TUCKER, R.L., SHAPIRA, A., SHENHAR, A.J. The multiplicity concept in construction project planning. *Construction Management and Economics*, 1994, 12(1), p.53-65.

LEVY, Y., ELLIS, T.J. *A system approach to conduct an effective literature review in*

NESENSOHN, C., BRYDE, D., OCHIENG, D.E.G., FEARON, D. Maturity and maturity models in lean construction. *Maturity and maturity models in lean construction*, *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 2014, 14(1), p.45-59.

NIETO-MOROTE, A., RUZ-VILA, F. Last planner control system applied to a chemical plant construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2011, 138(2), p.287-293.

OGUNBIYI, O., OLADAPO, A., GOULDING, J. An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. *Construction innovation*, 2013, 14(1), p.88-107.

PMI. *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute, 2012, Newton Square, PA.

RODRIGUES, A., BOWERS, J., The role of system dynamics in project management. *International Journal of Project Management*, 1996, 14, p.213-220.

RUSSELL, M.M., HOWELL, G., HSIANG, S.M., LIU, M. Application of time buffers to construction project task durations. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2013, 139(10), p.04013008.

RUSSELL, M.M., LIU, M., HOWELL, G., HSIANG, S.M. Case studies of the allocation and reduction of time buffer through use of the last planner system. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2014, 141(2), p.04014068.

SERPELL, A., VENTURI, A., CONTRERAS, J. Characterization of waste in building construction projects. *Lean construction*, 1995, p.67-77.

SUI PHENG, L., HUI FANG, T. Modern-day lean construction principles: Some questions on their origin and similarities with Sun Tzu's Art of War. *Management Decision*, 2005, 43(4), p.523-541.

THOMAS, H., HORMAN, M., SOUZA, U., ZAVRSKI, I. Reducing variability to improve performance as a lean construction principle, *Journal of Construction Engineering and Management*, 2002, (2)128, p.144–154.

TOMMELEIN, I.D., BALLARD, G. Look-ahead planning: screening and pulling. *Seminário Internacional sobre Lean Construction*, 1997.

TRANFIELD, D., DENYER, D., SMART, P. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 2003, 14(3), p.207-222.

Aplicação da Construção Enxuta – Uma Análise Sistemática da Literatura

Application of Lean Construction: A Systematic Literature Review

Resumo: Os modelos de gestão tradicionais não têm conseguido bons resultados para o gerenciamento de projetos no setor da construção. Nesta área, os benefícios de uma gestão adequada só são obtidos por meio de modelos eficientes que oferecem melhores resultados para o cliente final, com um controle mais efetivo dos fluxos de trabalho que resultam na melhoria do desempenho do projeto e eliminam atividades que não agregam valor. O presente trabalho busca dar sustentação a três afirmações associadas a essas constatações: (A1) modelos de gestão com controle mais efetivo dos fluxos de trabalho resultam na melhoria do desempenho do projeto; (A2) os referidos modelos são capazes de eliminar atividades que não agregam valor e conseqüentemente reduzir os desperdícios nos canteiros de obra; e (A3) a estruturação do planejamento tem a capacidade de melhorar a previsibilidade, a confiabilidade, e contribuir com a otimização das atividades que agregam valor, e com a comunicação, a coordenação e a aprendizagem nos projetos de construção. A pesquisa baseou-se em uma revisão sistemática da literatura existente para demonstrar que as afirmações propostas possuem sustentação teórica e que é possível demonstrar que são afirmações válidas para descrever aspectos relacionados à construção enxuta.

Palavras-chave: Gerenciamento de Projetos, Construção, Construção Enxuta, Last Planner, Fluxo de Trabalho.

Abstract: Traditional management models have not achieved good results for project management in the construction sector. In this sector, the benefits of a proper management can only be achieved through efficient models that offer better results for the end customer through more effective control of workflows, resulting in improved project performance and the elimination of non-value adding activities. This paper seeks to support three statements associated with these observations: (A1) management models with more effective control of workflows result in improved project performance; (A2) these models are able to eliminate non-value adding activities and consequently reduce waste in construction sites; and (A3) a structured planning provides the improvement of predictability, reliability, and contributes to the optimization of value adding activities, as well as to better communication, coordination and learning in construction projects. The research was based on a systematic review of the existing literature to demonstrate that the proposed statements have theoretical support and that it is possible to demonstrate that such statements are valid to describe aspects related to lean construction.

Keywords: Project Management, Construction, Lean Construction, Last Planner, Workflow.

1. Introdução

Para sobreviver no mercado competitivo de hoje, tornou-se imperativo para as empresas de construção melhorar a qualidade dos serviços, obter competitividade, reduzir o desperdício, e aumentar o lucro (Al-Aomar, 2012). Segundo o autor, projetos raramente cumprem com o cronograma, ou são concluídos dentro do orçamento, ou ainda em um nível de qualidade aceite pelo cliente. Para Ballard e Howell (2003), projetos são sistemas de produção temporários estruturados para entregar o produto e ao mesmo tempo maximizar o valor e minimizar o desperdício – os autores se referem a isto como construção enxuta. Em outro trabalho, Ballard e Howell (1994), relatam que a CE tem pelo menos dois pontos divergentes em relação ao gerenciamento de projetos tradicional: maior foco na redução do desperdício e maior controle dos fluxos de trabalho.

Koskela (1992) recomenda a adoção da filosofia *lean* na construção. O autor faz uma crítica aos sistemas de gestão tradicionais por não considerarem atividades que não agregam valor (*non-value adding activity*), como atividades de espera, armazenamento, movimentação e inspeção, as quais geralmente não são consideradas na modelagem do caminho crítico ou em outras ferramentas de controle. Para o autor, é necessária uma mudança conceitual no processo de gestão tradicional através da identificação e gerenciamento de atividades que não agregam valor – esta mudança conceitual já se encontra associada à construção enxuta.

De acordo com Ng *et al.* (2013), normalmente os recursos para projetos de construção são limitados, e existe uma necessidade de assegurar que os recursos sejam cuidadosamente alocados para evitar desperdícios ou atraso no cronograma. Segundo eles, a alocação adequada de recursos melhora a eficiência do projeto e reduz seu custo. Os conceitos do pensamento *lean* compreendem uma larga variedade de propostas, incluindo melhoria contínua, trabalho em equipe, eliminação de desperdício, gestão da cadeia de suprimentos e o uso eficiente de recursos – basicamente uma reunião de melhores práticas (Green, 2002).

A construção enxuta aplicada aos sistemas de produção nos canteiros de obras, como sugerem Sacks *et al.* (2009), aumentou a consciência dos benefícios do trabalho contínuo, do fluxo puxado de recursos para reduzir os estoques de trabalho

em andamento, e dar maior transparência ao processo para todos os envolvidos. Os autores afirmam que em abordagens da produção enxuta para fabricação, o fluxo de processos ideal é alcançado por meio de melhorias incrementais destinadas a reduzir a variabilidade do fluxo e pela criação de mecanismos de fluxo puxado.

Segundo Thomas *et al.* (2003), a construção enxuta apregoa que a melhoria do desempenho e a redução de custos pode ser obtida por meio da estabilização dos fluxos de produção, e que um fluxo confiável é um componente importante para o desempenho da construção. Nesse contexto, os autores comentam que o pensamento enxuto descreve fluxos confiáveis, como a disponibilidade oportuna de recursos. Os resultados do trabalho de Liu *et al.* (2010) apontaram que a chave para melhoria da produtividade está em concentrar as atenções para manter o fluxo de trabalho previsível e, portanto, ser capaz de igualar a carga de trabalho disponível com a capacidade de produção (horas de trabalho).

Este artigo contribui para a fundamentação dos fatores que favorecem a redução de desperdício e melhoria do desempenho de projetos na indústria da construção sob o ponto de vista de modelos de gestão mais flexíveis, e assim busca preencher esta lacuna na literatura, servindo como fonte de material de referência para pesquisadores e gestores do setor. Primeiramente, uma revisão bibliográfica acerca de construção enxuta e outros quatro temas recorrentes desse tópico (fluxo de trabalho, desperdícios, *Last Planner System* e modelos de gestão tradicionais) foi feita como forma de fornecer uma base de conhecimento para a definição de três afirmações gerais a serem avaliadas a respeito da construção enxuta. Na sequência, o método proposto é explicado, baseado na proposição de três afirmações a serem analisadas, em uma revisão sistemática da literatura, e na análise dos artigos da revisão sistemática de forma a identificar elementos que fundamentem as afirmações feitas. Em seguida, são apresentados os resultados por meio da análise dos artigos da revisão sistemática da literatura, com citações dos diversos autores que sustentam as afirmações formuladas.

Desta forma, é feita uma análise mais aprofundada das causas da variabilidade do fluxo de trabalho, especialmente sobre os fatores relacionados com o aumento do desempenho do projeto por meio da eliminação de atividades que não agregam valor. A variação de fluxo é uma das causas para o desperdício porque cria interrupções no

sistema de produção (Lindhard, 2014). A ocorrência da variação pode afetar o fluxo de produção e, com isso, diminuir a produtividade (González *et al.* 2010). Nesta perspectiva, uma gestão mais eficiente a partir de modelos mais flexíveis, com um controle de fluxo, pode melhorar o desempenho do sistema de produção e eliminar desperdícios no projeto.

2. Revisão bibliográfica

A principal contribuição da revisão bibliográfica aqui apresentada é fornecer uma base de conhecimento para apoiar as três afirmações que serão apresentadas e avaliadas posteriormente neste trabalho, na seção relacionada ao método.

2.1 Construção enxuta

De acordo com o *Lean Construction Institute* (2016), a construção enxuta refere-se à aplicação do conceito do sistema de produção enxuta no setor da construção civil. Segundo Alarcón *et al.* (2011), nos últimos 10 anos, um número crescente de empresas tem implementado a construção enxuta, numa tentativa de melhorar o desempenho dos projetos de construção.

A maioria das empresas, além de alguns pesquisadores, têm relatado resultados satisfatórios a partir de sua implementação (Ballard & Howell, 2003; Priven & Sacks, 2015; Alsehami *et al.* 2014; Aziz & Hafez, 2013). A construção enxuta aplica o conceito de produção da indústria de transformação para a indústria da construção para melhoria da produtividade, maximização de valor e redução de desperdício, além de incentivar o compartilhamento de recursos entre todas as partes relacionadas (Yin *et al.* 2014). Segundo Al-Aomar (2012), o objetivo da construção enxuta é a construção do empreendimento maximizando o valor, minimizando o desperdício e buscando a perfeição.

Ballard e Howell (2004), caracterizam a construção civil como uma indústria provida de um sistema de produção temporário, com o objetivo principal de entregar a edificação buscando maximizar seu valor, e minimizando o desperdício do sistema de produção. Koskela (2000) afirma que os princípios da construção enxuta usados para melhorar a concepção e a operação de sistemas de produção incluem: a redução de prazos de entrega, o aumento da transparência, a redução do percentual de atividades que não agregam valor e a redução da variabilidade do fluxo, entre outros.

O pensamento enxuto na construção aumentou a consciência dos benefícios do fluxo de trabalho estável e do sistema de produção puxado, que resulta na redução

de estoques e na transparência do processo para todos os envolvidos (Sacks *et al.* 2009). Os autores afirmam que a aplicação das técnicas de gestão de produção avançada, como a construção enxuta, trabalha com o sistema puxado de recursos (material e mão de obra) e com o controle efetivo da qualidade resultando na redução da variabilidade do fluxo.

2.2 Fluxo de trabalho

Nos sistemas enxutos, o fluxo de trabalho refere-se ao movimento de materiais, informações e equipamentos através do sistema (James & Jones, 1996). Segundo Lee *et al.* (2004), o fluxo de trabalho se refere ao fluxo de mão de obra de um local para outro. Para Bernardes (2001), o termo fluxo de trabalho pode ser usado para caracterizar o fluxo de mão de obra que desenvolve um determinado conjunto de operações no canteiro. Koskela (1992) considera que o ambiente produtivo é composto por atividades de conversão e de fluxo, e mesmo sendo as atividades de conversão as que agregam valor ao processo, o autor considera que o aprimoramento da gestão das atividades de fluxo constitui uma etapa primordial na busca pela melhoria dos índices de desempenho no processo produtivo.

Após implementação da prática enxuta, Castillo *et al.* (2014) concluem que houve melhorias no fluxo de trabalho, na capacidade real de produção, na confiabilidade operacional, na produtividade e na utilização do tempo. Para Ballard e Howell (2003), em vez de apenas manter os trabalhadores ocupados, a identificação e uma gestão eficiente do fluxo de trabalho proporcionam redução de prazo e maior produtividade. Por esse ângulo, Liu *et al.* (2010) argumentam que a produtividade melhora quando o fluxo de trabalho se torna mais previsível. Estas descobertas, segundo os autores, podem ajudar os gerentes de projeto a focarem nos direcionadores reais de produtividade.

2.3 Desperdício na construção civil

De acordo com Al-Aomar (2012), o conceito da produção enxuta baseia-se em controlar os recursos de acordo com as necessidades do cliente e reduzir o desperdício. O autor define que a construção é uma indústria baseada em projetos, no qual a qualidade, o custo e o tempo são critérios fundamentais para o sucesso. Na terminologia enxuta, o autor argumenta que a meta é atingir o mais alto nível de qualidade, concluir no menor tempo e executar dentro do menor custo.

De acordo com Khanh e Kim (2014), existe uma grande quantidade de atividades que não agregam valor em projetos de construção. A maioria delas passa despercebida ou sem supervisão durante a construção. Os autores reiteram que as atividades que não agregam valor representam os desperdícios que ocorrem na construção, e são os principais desafios enfrentados pelos gestores do setor. Nesta perspectiva, a construção enxuta é considerada como uma oportunidade para resolver os problemas prevaletentes de desperdícios e do desempenho do projeto (Ali *et al.*, 2008).

Segundo Liu e Ballard (2010), diferentes tipos de variação de fluxo e como eles afetam o desempenho do projeto de construção têm sido estudados por diversos pesquisadores. Koskela (1992; 2000) introduziu a perspectiva de fluxo no processo de gestão da construção, e Ballard (1994) introduziu o *Last Planner System* para estabilizar o fluxo de trabalho. Liu e Ballard (2010) concluem em seus estudos que a confiabilidade do fluxo está diretamente relacionada com a produtividade e que o *Last Planner System* tem a capacidade de reduzir a variabilidade encontrada no fluxo de trabalho.

2.4 *Last Planner System (LPS)*

A partir das pesquisas e conjunto de trabalhos realizados por Glenn Ballard e Greg Howell foi criado o *Last Planner System (LPS)* para melhorar a previsibilidade e a confiabilidade da produção no setor da construção (Mossman, 2013). Segundo o autor, o tempo de espera por acesso, informações do projeto, materiais e design para completar o trabalho seriam as principais fontes de incertezas e desperdício em projetos.

Para Fernandez-Solis *et al.* (2012), o número de gestores de projeto do setor da construção civil que utilizam o LPS vem aumentando rapidamente, principalmente pelos benefícios de sua aplicação. De acordo com estes autores, o LPS é um sistema operacional para o gerenciamento de projetos concebido para otimizar o fluxo de trabalho e promover a aprendizagem rápida. Segundo Zimina e Pasquire (2012), o LPS deve ser definido como filosofia, regras, procedimentos e um conjunto de ferramentas que deslocam o foco do controle dos trabalhadores para o fluxo de trabalho e, portanto, busca gerenciar proativamente o processo de produção. O LPS recebeu este nome por causa do papel de liderança que dá à equipe de trabalho que,

juntamente com o gerenciamento de projetos, planejam, verificam a existência de restrições para garantir o fluxo contínuo e preparam o plano semanal para execução.

Os resultados da pesquisa de Wambeke *et al.* (2012) comprovam que o efeito da aplicação do LPS reduz a variação de fluxo e, com isso, melhoram a produtividade do projeto. Os resultados também servem como um exemplo de uma estratégia de planejamento eficaz para gestores e gerentes de campo em seus esforços para melhorar o desempenho do projeto. Alsehaimi *et al.* (2014) identificaram diversos benefícios com a implementação do LPS, como a melhoria do planejamento e da comunicação e coordenação entre as partes interessadas. Os entrevistados neste estudo concordaram com a eficácia do LPS, e a grande maioria concordou com sua aplicação para minimizar o desperdício. O LPS é também conhecido como um sistema de planejamento de produção projetado para produzir um fluxo de trabalho previsível e confiável, como sugerem Gao e Low (2014).

2.5 Modelo de gestão tradicional

Koskela e Howel (2002) apresentaram evidências empíricas e explicação teórica evidenciando que a gestão de projetos tradicional sofre de graves deficiências em sua base teórica. Em primeiro lugar, quanto à natureza do trabalho em projetos e a definições insuficientes de planejamento, execução e controle; em segundo lugar, pela dificuldade de diálogo contínuo entre a comunidade científica e a comunidade praticante; e finalmente, pelo fato de o gerenciamento de projetos tradicional tornar-se perigosamente contraproducente em projetos complexos, ocorrendo falhas frequentes na sua aplicação em projetos reais.

De acordo com Da Costa (2012), cresceu a consciência de que a abordagem de gerenciamento de projetos tradicional é insuficiente para garantir a estabilidade do fluxo para o desenvolvimento de produtos em grande escala. Ballard e Howell (2003) afirmam que o gerenciamento de projetos tradicional difere dos modelos de gestão enxutos e que mesmo com implementações parciais do LPS os resultados obtidos foram plenamente alcançados. Os mesmos autores, em seu trabalho publicado em 1994, reiteram três características que distinguem a construção enxuta da prática convencional de gerenciamento de projetos. Primeiramente, no que concerne à redução de desperdício que venha a existir sob qualquer forma no processo de construção, tais como, inspeção, transporte, espera e movimentação desnecessária. Em segundo lugar, focando na redução da variabilidade de modo que os materiais e

informações possam fluir sem interrupção. Por fim, é esperado que o material de construção esteja no local somente quando for necessário.

Wambeke *et al.* (2012) compararam o desempenho de dois projetos semelhantes por meio da utilização da metodologia tradicional de gestão e o LPS separadamente. O projeto que usou o método LPS teve um desempenho 35% maior do que o projeto tradicionalmente planejado e resultou em uma relação custo-benefício de 13:1. Os autores concluíram que por meio da utilização do LPS houve uma importante redução na variação do fluxo.

3. Método proposto

Este trabalho usa a revisão sistemática da literatura como método de pesquisa. De acordo com Pettigrew (2001), a revisão sistemática da literatura é largamente utilizada como método para localizar, avaliar, sintetizar e nortear o desenvolvimento de pesquisas. Este tipo de estudo serve para mostrar novos rumos para futuras investigações e definir quais métodos de pesquisa foram utilizados em determinada área de estudo. A revisão sistemática da literatura não se trata apenas de revisões abrangentes, mas para responder perguntas específicas, e assim poder identificar conceitos importantes e concluir sobre o que a literatura informa em relação a determinado tópico. Neste trabalho, foi utilizado um método de revisão sistemática da literatura adaptado de Tranfield *et al.* (2003), conforme apresentado na Figura 1.

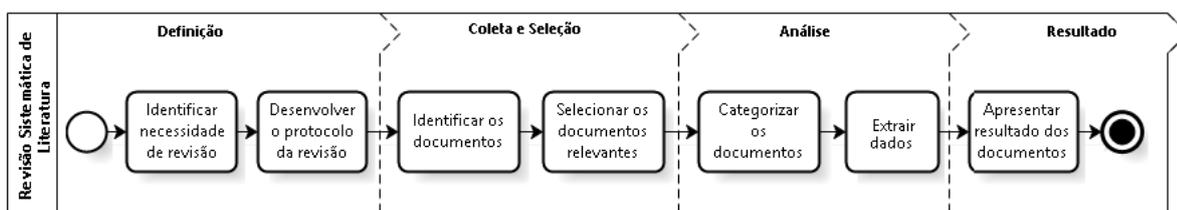


Figura 1. Fases de um estudo de revisão sistemática da literatura, adaptado de Tranfield *et al.* (2003).

Na fase de definição da revisão sistemática da literatura, as afirmações que orientaram esta investigação foram:

- (A1) modelos de gestão com controle mais efetivo dos fluxos de trabalho resultam na melhoria do desempenho do projeto;
- (A2) os referidos modelos são capazes de eliminar atividades que não agregam valor e conseqüentemente reduzir os desperdícios nos canteiros de obra); e

- (A3) a estruturação do planejamento por meio do LPS tem a capacidade de melhorar a previsibilidade, a confiabilidade, e contribuir com a otimização das atividades que agregam valor, com a comunicação, a coordenação e com a aprendizagem nos projetos de construção.

Tabela 1 – Critérios de busca nas bases de dados de referências.

Termos de busca	“lean construction”, “last planner”, “project management”	
Operadores booleanos	AND / OR	
Bases de Dados	Emerald, EBSCO, Scopus, Web of Science, Science Direct	
Critérios de exclusão	<ul style="list-style-type: none"> - Artigos em outro idioma diferente do inglês - Textos de livros, relatórios técnicos, ou outro tipo de publicação que não seja artigo científico - Artigos duplicados - Trabalhos com textos incompletos 	
Idioma: Inglês	Tipo de Publicação: Artigos	Período: A partir de 1994 até 2015

Na fase de coleta e seleção de artigos, foram utilizados operadores booleanos como AND e OR aplicados nos termos de busca “lean construction”, “last planner” e “project management”. Em seguida, os resultados foram refinados por tipo de documento, ano de publicação, artigos completos e idioma. Os critérios de busca nas bases de dados podem ser vistos na Tabela 1 e os strings de busca usados em cada uma das bases pesquisadas pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – *Strings* de busca usados em cada uma das bases pesquisadas.

Base de dados	String de busca
SCOPUS	TITLE (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR ABS (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR KEY (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
EBSCO	TI (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR AB (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR SU (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
EMERALD	([Publication title: “lean construction” OR Publication title: “last planner”] AND [Publication title: “project management”]) OR ([Abstract: “lean construction” OR Abstract: “last planner” AND Abstract: “project management”]) OR (Keywords: “lean construction” OR Keywords: “last planner” AND Keywords: “project management”)
SCIENCEDIRECT	TITLE-ABSTR-KEY (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR ABSTRACT (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management")) OR KEYWORDS (("lean construction" OR "last planner") AND ("project management"))
WEB OF SCIENCE	("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner") AND ("project management") OR ("lean construction" OR "last planner")

O resultado bruto da pesquisa nas cinco bases de dados utilizando os critérios de busca apresentados acima totalizou 201 artigos conforme representado na Tabela 3. Eliminando-se os artigos repetidos e artigos aos quais os autores não conseguiram acesso, restaram 133 artigos válidos para a revisão sistemática da literatura.

Tabela 3 – Quantidade bruta de artigos recuperada por base de dados de referência.

Nome da base de dados	Quantidade de artigos
EBSCO	21
EMERALD	44
SCIENCEDIRECT	9
WEB OF SCIENCE	75
SCOPUS	52

Na fase de análise, todos os 133 artigos passaram por uma avaliação mais aprofundada de seu conteúdo. Foi analisado o conteúdo de todos os artigos e contrastado com a problematização e os objetivos determinados na fase de definição. Assim, foram eliminados todos os artigos que não se enquadravam no contexto definido neste trabalho. A partir desta fase, permaneceram 48 artigos considerados relevantes para o estudo e que se enquadravam no contexto desta revisão sistemática da literatura.

Em seguida, todos os 48 artigos foram lidos em sua completude, e uma tabela resumo de 10 colunas foi elaborada com o objetivo de mapear o conteúdo de cada artigo. A estrutura da tabela era constituída por: identificador, tema, tópicos da revisão da literatura, assuntos tratados no artigo, tipo de planejamento, método, resultado, conclusões e dados gerais (autores, quantidade de citações, periódicos e qualificação da revista). A fase de resultados é apresentada a seguir, baseada no conteúdo desses 48 artigos.

4. Resultados

A estratégia da pesquisa baseou-se em estudos realizados a partir da literatura existente, para comprovar que a melhoria da confiabilidade do fluxo melhora a produtividade em projetos de construção, por meio da comprovação das afirmações apresentadas anteriormente nesta pesquisa. Para Castilho *et al.* (2014), a filosofia enxuta sugere uma nova visão para o sistema de produção. Esta visão integra dois

componentes principais de produção: transformações e fluxos, e propõe uma nova definição: a produção é um fluxo de materiais e informações que cria um produto final.

Nesta nova conceituação, ocorre transformação de materiais, inspeções, movimentos e atrasos. Watkins *et al.* (2009) confirmam por meio do resultado de suas pesquisas, que por meio da utilização da construção enxuta ocorre uma gestão mais eficaz do fluxo, melhorando de forma expressiva o desempenho dos projetos.

Seguindo esta mesma alegação, Issa (2003) define a construção enxuta como uma estratégia de gestão da produção, que assegura um aperfeiçoamento contínuo e significativo no desempenho do processo de negócios por meio da eliminação de desperdício de tempo e outras atividades que não agregam valor ao produto ou serviço entregue ao cliente.

O controle de produção consiste no controle do fluxo de trabalho e no controle da unidade de produção. Segundo Kim e Park (2006) a construção enxuta busca impedir um erro fundamental que ocorre no setor da construção, na qual ela prefere a velocidade em vez de lidar com um fluxo mais confiável. Segundo o autor, no pensamento enxuto, a confiabilidade é enfatizada por reduzir a variabilidade do fluxo de trabalho, e com isso melhorar o desempenho total do sistema, tornar os resultados dos projetos mais previsíveis, simplificar a coordenação, e revelar novas oportunidades de melhoria.

As primeiras implementações do LPS começaram em 1992, e o ritmo de execução aumentou acentuadamente a partir de 1998 com a publicação de “Shielding Production” (Ballard & Howell, 1998). Portanto, considerando que o LPS é uma filosofia e um conjunto de princípios e ferramentas destinadas a melhorar a confiabilidade do fluxo por meio de melhores estratégias de planejamento, esse modelo pode ser considerado propício para um controle mais efetivo das atividades do projeto.

Segundo Wambeke *et al.* (2012), o LPS tem a capacidade de reduzir a variação do fluxo e melhorar o desempenho do projeto. O autor afirma que a variação do fluxo é influenciada pelas incertezas inerentes aos projetos de construção, gerando desperdício que pode ter um efeito significativo sobre a produtividade.

De acordo com González, Alarcón *et al.* (2010), o LPS ajuda a diminuir os impactos negativos da variabilidade por promover um planejamento mais efetivo e um

ambiente de produção estável. Segundo esses autores, o LPS ajuda a superar os problemas não tratados pela gestão tradicional, proporcionando um ambiente de produção previsível, diminuindo a variabilidade de fluxo de trabalho e criando planos de trabalho mais confiáveis que intensificam os benefícios do projeto.

4.1 Avaliando a afirmação A1 – Melhoria do desempenho

Projetos de construção são empreendimentos complexos que criam um produto geralmente exclusivo, e consequências não intencionais resultam da interação de múltiplas variáveis que podem reduzir o desempenho do projeto (Russell, Liu, Howell & Hsiang, 2014).

Modelos de gestão tradicionais, segundo Koskela (1992), não conseguem reconhecer os fluxos de produção que não fazem parte da transformação (atrasos, movimentação, espera e inspeção), embora sejam necessários para a execução do projeto, conforme apresentado na Figura 2.

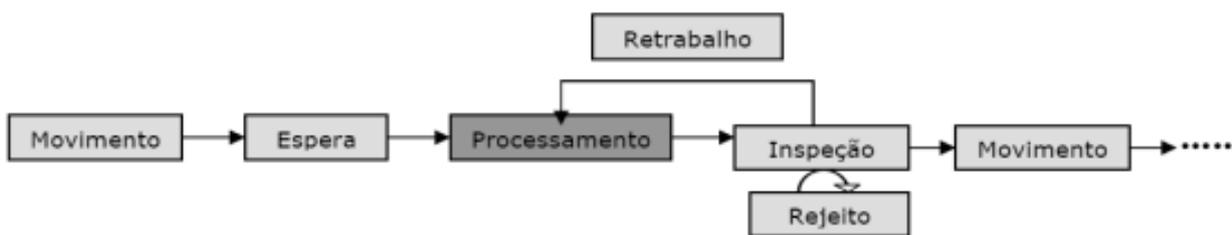


Figura 2 – Modelo de processo da construção enxuta, adaptado de Koskela (1992).

Essa análise foi realizada para esclarecer aos gestores e pesquisadores sobre o papel da construção enxuta no controle mais efetivo do fluxo de trabalho. Analisou-se primeiramente a questão da variabilidade dos fluxos e seu impacto sobre o desempenho do projeto para efeito de suporte da afirmação A1.

Alguns autores atestam (ver Tabela 4), que o controle do fluxo tem forte correlação com o desempenho, e que a variação afeta diretamente o fluxo de produção causando um impacto negativo no resultado do projeto. Segundo relato de alguns pesquisadores, um número crescente de empresas implementou a construção enxuta com sucesso e conseguiram melhorar o desempenho dos projetos.

Tabela 4 – Referências que suportam a afirmação A1, sobre a melhoria do desempenho dos projetos promovida pela construção enxuta.

Melhoria do desempenho – H1	<p>As práticas da construção enxuta proporcionam melhoria de desempenho e redução de custos por meio da melhoria dos fluxos de produção (Thomas <i>et al.</i>, 2003).</p> <p>A produtividade não é melhorada somente pela execução de um maior número de tarefas ou pelo número de horas de trabalho gastas, mas sim quando o fluxo de trabalho se torna mais previsível (Liu <i>et al.</i>, 2010).</p> <p>A ocorrência da variação afeta o fluxo de produção ocasionando um impacto negativo na produtividade (González <i>et al.</i>, 2010).</p> <p>O aprimoramento da gestão das atividades de fluxo constitui uma etapa primordial na busca pela melhoria dos índices de desempenho no processo produtivo (Koskela, 1992).</p> <p>Um número crescente de empresas tem implementado a construção enxuta, numa tentativa de melhorar o desempenho nos projetos de construção e a maioria delas têm relatado resultados satisfatórios a partir de sua implementação (Alarcón <i>et al.</i>, 2011).</p> <p>Wambeke <i>et al.</i> (2012, comprovaram em seus estudos que a utilização do LPS proporciona uma produtividade 35% maior em relação ao projeto quando planejado pelo modelo convencional de gestão, pois o LPS tem capacidade de reduzir a variação do fluxo e melhorar o desempenho do projeto</p> <p>Segundo Kim e Park (2006), na construção enxuta, o pensamento enxuto e a confiabilidade são enfatizados por reduzir a variabilidade do fluxo de trabalho, e com isso melhorar o desempenho total do sistema.</p>
------------------------------------	--

O estudo mostrou que a confiabilidade no fluxo de trabalho impacta diretamente a produtividade, e que problemas associados com variações prejudicam o desempenho dos projetos. Portanto, chegou-se à conclusão que a interrupção do fluxo de trabalho provoca impactos negativos nas questões relacionados com o custo e tem um impacto negativo na realização do cronograma, suportando a afirmação A1.

As relações entre os principais conceitos das referências da Tabela 4 são representadas graficamente por meio do mapa conceitual da Figura 3.

4.2 Avaliando a afirmação A2 – Redução dos desperdícios

Muitas tentativas de avaliar os fatores que afetam o desperdício de projetos foram realizadas em todo o mundo. Contudo, o entendimento sobre o desperdício na indústria da construção está longe de ser completamente compreendido. Atividades que não agregam valor geralmente passadas despercebidas e muitas vezes sem supervisão durante a construção. No passado, os profissionais do setor da construção consideravam os desperdícios associados apenas com os detritos removidos das atividades do canteiro de obras, esquecendo-se das atividades que não agregam valor serem verdadeiramente os potenciais geradores de desperdício.

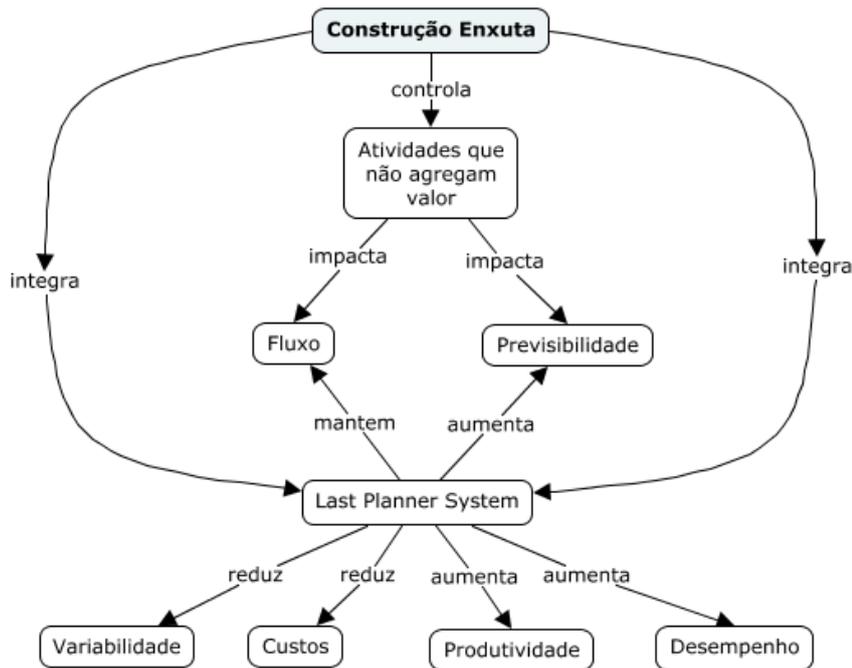


Figura 3 – Mapa conceitual que ilustra as principais ideias das referências sobre o suporte da construção enxuta à melhoria do desempenho de projetos, conforme a Tabela 4.

Atividades que não agregam valor, como sugerem Emuze *et al.* (2014) são questões problemáticas no gerenciamento de projetos. Segundo os autores, essas atividades consomem tempo e recursos sem necessariamente agregar valor às tarefas concluídas. Ainda, as atividades que não agregam valor, mesmo sendo tarefas essenciais para a gestão do projeto em alguns casos, devem ser eliminadas para evitar problemas no desempenho do projeto.

Alarcón (1997) afirma que o pessoal do setor da construção muitas vezes associa o desperdício apenas com a perda do material de obra, esquecendo-se das atividades que não agregam valor, tais como inspeção, atrasos e movimentações, dentre outras. Nessa perspectiva, a produção para Bertelsen (2002) pode ser vista como uma série de atividades, as quais umas agregam valor e outras não. Para o autor, o objetivo na otimização do processo é, portanto, reduzir as atividades que não agregam valor e otimizar atividades que agregam valor ao processo.

Qualquer redução de desperdício no ciclo de vida de um empreendimento irá resultar em um benefício significativo para a economia da construção. É na fase de projeto que a maioria dos custos e elementos mitigadores de desperdícios são

definidos (Aquere *et al.*, 2012). Assim, o modelo enxuto, conforme prescrito por Sacks *et al.* (2007), pode ser de grande interesse para os planejadores e gestores da construção, pois permite a personalização completa com o mínimo de desperdício e sem recursos adicionais. Ballard *et al.* (2003) acentuam que a aplicação dessas técnicas melhora a geração de valor e a redução de desperdício.

Muitos autores criticam os sistemas de gestão tradicionais por não considerarem as atividades que não agregam valor, e asseveram que essas atividades devem ser eliminadas para evitar perdas na construção e conseqüentemente majoração no custo do empreendimento.

A solução para isto (ver Tabela 5), vem por meio da construção enxuta, que tem como foco principal o controle de recursos a fim de assegurar o fluxo contínuo das atividades do projeto. A utilização da construção enxuta, segundo percebe-se pelas referências da Tabela 5, proporciona otimização do processo por meio da redução do tempo de ciclo, aumento da transparência, e redução das atividades que não agregam valor e da variabilidade do fluxo, suportando a afirmação A2. As relações entre os principais conceitos das referências da Tabela 5 são representadas graficamente por meio do mapa conceitual da Figura 4.

Tabela 5 – Referências que suportam a afirmação A2, sobre a redução de desperdícios promovida pela construção enxuta.

Redução dos desperdícios – A2	<p>Koskela (1992) critica sistemas de gestão tradicionais por não considerarem atividades que não agregam valor. Para o autor é necessária uma mudança conceitual que já se encontra associada com a construção enxuta.</p> <p>De acordo com Emuze <i>et al.</i> (2014), atividades que não agregam valor devem ser eliminadas para evitar problemas no desempenho do projeto.</p> <p>A variação de fluxo é uma das causas para o desperdício porque cria interrupções no sistema de produção (Lindhard, 2014).</p> <p>O conceito de produção enxuta baseia-se em torno de controlar os recursos de acordo com as necessidades do cliente e reduzir o desperdício (Al-Aomar, 2012). Segundo o autor, a construção enxuta pode contribuir com isto por meio da maximização do valor, minimização do desperdício e a busca pela perfeição.</p> <p>Os princípios da construção enxuta incluem: a redução de prazos de entrega, aumento da transparência, redução do percentual de atividades que não agregam valor, redução da variabilidade do fluxo, entre outros (Koskela, 2000).</p> <p>Existem uma grande quantidade de atividades que não agregam valor. A maioria delas passam despercebidas ou sem supervisão durante a construção (Khanh e Kim, 2014).</p> <p>Para Bertelsen (2002), a otimização do processo pode ser conseguida pela redução das atividades que não agregam valor e pela otimização das atividades que agregam valor ao processo.</p>
--------------------------------------	---

4.3 Avaliando a afirmação A3 – Eficácia do LPS

A construção enxuta tem crescido em importância para tornar-se uma das receitas de sucesso para produzir benefícios significativos de desempenho (Tabela 6). A construção enxuta é uma nova filosofia orientada para uma administração mais eficiente da construção. Ela estabelece fluxos produtivos em movimento, a fim de desenvolver sistemas de controle com o objetivo de reduzir as perdas durante o processo. Já o LPS proposto por Ballard (1994) é baseado nos princípios da produção enxuta para minimizar os desperdícios e tomadas de decisão em um sistema de produção da construção por meio do planejamento.

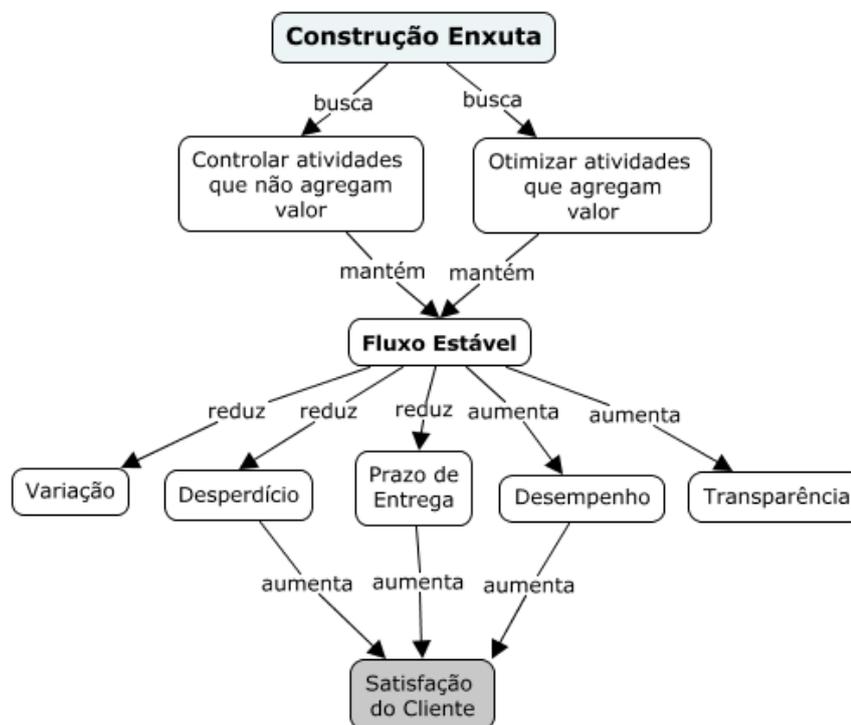


Figura 4 – Mapa conceitual que ilustra as principais ideias das referências sobre o suporte da construção enxuta à redução de desperdícios, conforme a Tabela 5.

Conforme já exposto e reiterado por Aziz e Hafez (2013), a técnica de LPS, é uma aplicação importante da construção enxuta. Por ser a mais prevalente, é a mais usualmente aplicada, ficando comprovado que por meio dela torna-se possível melhorar as práticas de gestão de construção em vários aspectos, trazendo numerosas vantagens, reduzindo dependências e variações, bem como identificar e eliminar as atividades que não agregam valor. Ballard e Howell (1998), argumentam que o planejamento é o principal mecanismo para a organização de atividades da construção.

Tabela 6 – Referências que suportam a afirmação A3, sobre a eficácia do LPS.

Solução do problema por meio da Construção Enxuta e do Last Planner System	<p>O LPS foi criado para melhorar a previsibilidade e a confiabilidade da produção no setor da construção (Mossman, 2013).</p> <p>Para Fernandez-Solis <i>et al.</i> (2012), o número de gestores de projeto do setor da construção civil que utilizam o LPS vem aumentando rapidamente, principalmente pelos benefícios de sua aplicação. Para esses mesmos autores, o LPS é um sistema operacional para gerenciamento de projetos concebido para otimizar o fluxo de trabalho e promover a aprendizagem rápida.</p> <p>Zimina e Pasquire (2012) mostram que a definição do LPS envolve filosofia, regras, procedimentos, e um conjunto de ferramentas que desloca o foco do controle dos trabalhadores para o fluxo de trabalho gerenciando proativamente o processo de produção.</p> <p>Alsehaimi <i>et al.</i> (2014) identificaram diversos benefícios com a implementação do LPS, tais como: melhora do planejamento, e melhora da comunicação e coordenação entre as partes interessadas.</p> <p>O LPS é conhecido como um sistema de planejamento de produção projetado para produzir um fluxo de trabalho previsível e confiável, como sugerem Gao e Low (2014).</p> <p>Ballard e Howell (2003), afirmam que o gerenciamento de projetos tradicional difere dos modelos de gestão enxutas, e que mesmo com implementações parciais do LPS os resultados obtidos foram plenamente alcançados.</p> <p>Para González <i>et al.</i> (2010), o LPS ajuda a diminuir os impactos negativos da variabilidade por promover um planejamento mais efetivo e um ambiente de produção estável. O LPS diminui a variabilidade do fluxo criando planos de trabalho mais confiáveis para maximizar os benefícios do projeto.</p> <p>Segundo Thomas <i>et al.</i> (2003), o LPS tem a capacidade de melhorar o fluxo de trabalho produzindo melhorias importantes no desempenho da construção.</p> <p>Para Kalsaas (2010), o uso adequado do LPS somado à cooperação dos envolvidos proporciona redução na quantidade de tempo dos projetos.</p> <p>Liu e Ballard (2010) afirmam que a confiabilidade do fluxo está diretamente relacionada com a produtividade, e que o LPS é capaz de reduzir a variação do fluxo de trabalho.</p> <p>De acordo com Ballard (2000), o LPS foi concebido para melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento, provendo um ambiente confiável de produção nos empreendimentos por meio da redução da variabilidade do fluxo de trabalho.</p> <p>Para Ballard e Howell (2003), a construção enxuta tem a função de entregar o produto e ao mesmo tempo, maximizar o valor e minimizar o desperdício.</p> <p>Ballard e Howell (1994), relatam que a construção enxuta tem pelo menos dois pontos divergentes em relação ao gerenciamento de projetos tradicional: maior foco na redução do desperdício e maior controle dos fluxos de trabalho.</p> <p>A construção enxuta aplica o conceito de produção da indústria de transformação para a indústria da construção para melhoria da produtividade, maximização de valor, redução de desperdício, além de incentivar o compartilhamento de recursos entre todas as partes interessadas (Yin <i>et al.</i>, 2014).</p> <p>Segundo Al-Aomar (2012), o objetivo da construção enxuta é a construção do empreendimento maximizando o valor, minimizando o desperdício, e buscando a perfeição.</p> <p>A construção enxuta tem sido considerada como uma oportunidade para resolver os problemas prevaletentes de desperdícios e desempenho geral do projeto (Ali <i>et al.</i>, 2008).</p> <p>A construção enxuta aplicada aos sistemas de produção nos canteiros de obras, como sugerem Sacks, Treckmann e Rozenfeld (2009), aumenta a consciência dos benefícios do trabalho contínuo, do fluxo puxado de recursos, e da transparência do processo para todos os envolvidos.</p> <p>Watkins <i>et al.</i> (2009) afirmam que, por meio da construção enxuta, a gestão eficaz do fluxo de trabalho pode melhorar o desempenho dos projetos de construção.</p> <p>Issa (2003), define a construção enxuta como uma estratégia de gestão da produção para assegurar o aperfeiçoamento contínuo no desempenho do processo de negócios por meio da eliminação de desperdícios de tempo e atividades que não agregam valor ao produto.</p>
--	---

Os autores afirmam que o planejamento fiável é a melhor maneira para melhorar a confiabilidade do fluxo. Isto posto, Ballard (2000) confirma que o LPS foi concebido para melhorar a eficácia dos sistemas de planejamento, provendo um ambiente confiável de produção nos empreendimentos por meio da redução da variabilidade do fluxo de trabalho.

Para Thomas *et al.* (2003), o LPS tem a capacidade de melhorar o fluxo de trabalho produzindo melhorias importantes no desempenho da construção, e segundo Kalsaas (2010), por meio do aumento da competência no uso do LPS e maior familiaridade com a forma de cooperação que envolve este modelo, a redução no tempo de ciclo será alcançada. As relações entre os principais conceitos das referências da Tabela 6 são representadas graficamente por meio do mapa conceitual da Figura 5.

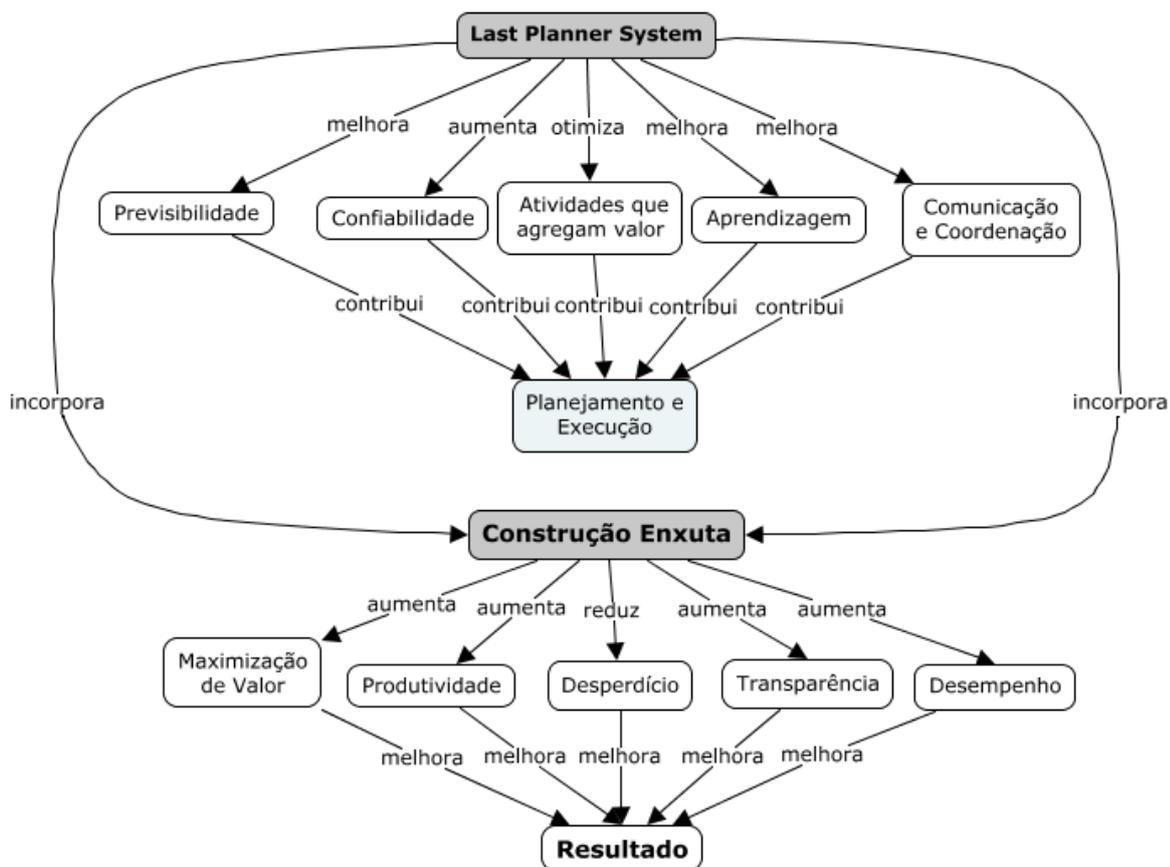


Figura 5 – Mapa conceitual que ilustra as principais ideias das referências sobre a eficácia do LPS como ferramenta de implementação da construção enxuta, conforme a Tabela 6.

5. Conclusão

Este estudo teve por objetivo estabelecer uma contribuição para a pesquisa sobre modelos de gestão com controles mais efetivos sobre o fluxo de trabalho, e sobre os resultados da aplicação de mecanismos de planejamento para o setor da construção por meio da filosofia da construção enxuta e do LPS sob a forma de uma revisão sistemática de literatura. O estudo apresentou evidências que a confiabilidade no fluxo de trabalho e a produtividade têm forte impacto no resultado do projeto, e que problemas associados com variações prejudicam o desempenho. Concluiu-se que a interrupção do fluxo provoca impactos negativos nas questões relacionadas com o custo e tem um impacto negativo no cumprimento do cronograma.

Isso foi feito pela busca de referências que comprovaram três afirmações feitas relacionadas à construção enxuta como indutora da melhoria do desempenho de projetos de construção (A1), da redução dos desperdícios desses projetos (A2) e da eficácia do LPS como ferramenta da construção enxuta que catalisa essa melhoria de desempenho e a redução dos desperdícios (A3). Essas referências foram apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6 e discutidas na Seção 4.

Ficou fundamentado que a construção enxuta agiliza os processos construtivos reduzindo o desperdício, e que o LPS provou ser uma abordagem proativa para melhorar o processo de gestão. O LPS auxilia a colaboração entre os envolvidos fornecendo informações que podem contribuir com a coordenação e comunicação no projeto, melhorando a previsibilidade e a confiabilidade no planejamento para a consecução dos objetivos do projeto. Mapas conceituais foram apresentados, nas Figuras 3, 4 e 5, de forma a mostrar a relação entre esses conceitos com relação a cada uma das afirmações A1, A2 e A3. Os resultados da pesquisa podem ajudar os gestores a compreenderem melhor sobre: (i) como o controle efetivo dos fluxos de trabalho melhora o desempenho do projeto; (ii) como os modelos de gestão baseados na construção enxuta eliminam atividades que não agregam valor reduzindo os desperdícios na obra; e (iii) que o LPS tem a capacidade de melhorar a confiabilidade do planejamento nos projetos de construção.

Os resultados também indicam que trabalhos adicionais podem ser desenvolvidos de forma a desenvolver testes estatísticos das afirmações apresentadas neste estudo, e assim comprovar de forma quantitativa a premissa de

que a melhoria da confiabilidade do fluxo melhora a produtividade nos projetos de construção.

Referências

Al-Aomar, R. (2012). A lean construction framework with Six Sigma rating. *International Journal of Lean Six Sigma*, 3(4), p.299-314.

Alarcón, L. F. (1997). Training field personnel to identify waste and improvement opportunities in construction. *Lean Construction*. Rotterdam: Balkema Publishers, p.402-413.

Alarcón, L.F., Diethelm, S., Rojo, O., Calderon, R. (2011). Assessing the impacts of implementing lean construction. *Revista ingeniería de construcción*, 23(1), p.26-33.

Ali, M., Richard, O., Uly, M., Dan, E. (2008). Lean construction and carbon reduction. Report of Construction Productivity Network and Construction Industry Environmental Forum, London, UK.

Aquere, A.L., Dinis-Carvalho, J., Lima, R.M. (2012). Project Cell: Cellular Organization of the Building Design Process. *Journal of Construction Engineering and Management*, 139(5), p.538-546.

Alsehaimi, O., Tzortzopoulos A., Fazenda, P., Koskela, L. (2014). Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 21(1), p.51-64.

Aziz, R. F., Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), p.679-695.

Ballard, G. (1994). The last planner. Northern California Construction Institute, Monterey, California.

Ballard, G. (2000). The last planner system of production control (Doctoral dissertation, The University of Birmingham).

Ballard, G., Harper, N., Zabelle, T. (2003). Learning to see work flow: an application of lean concepts to precast concrete fabrication. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 10(1), p.6-14.

Ballard, G., Howell, G. (1994). Implementing lean construction: stabilizing work flow. *Lean construction*, p.101-110.

Ballard, G., Howell, G. (1998). Shielding production: essential step in production control. *Journal of Construction Engineering and management*, 124(1), p.11-17.

Ballard, G., Howell, G. (2003). Lean project management. *Building Research & Information*, 31(2), p.119-133.

Ballard, G., Howell, G. (2004). Competing construction management paradigms. *Lean Construction Journal*, 1(1), p.38-45.

Bernardes, M. M. (2001). Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção. Porto Alegre.

Bertelsen, S. (2002). Bridging the gap—towards a comprehensive understanding of lean construction. IGLC-10, Gramado, Brazil.

Castillo, G., Alarcón, L. F., González, V. A. (2014). Implementing lean production in copper mining development projects: Case study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(1), p.05014013.

Da Costa, J. M. (2012). Revisiting the Concept of Flexibility. In 20th Conference of the International Group for Lean Construction IGLC20.

Emuze, F., Smallwood, J., Han, S. (2014). Factors contributing to non-value adding activities in South African construction. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 12(2), p.223-243.

Fernandez-Solis, J. L., Porwal, V., Lavy, S., Shafaat, A., Rybkowski, Z. K., Son, K., Lagoo, N. (2012). Survey of motivations, benefits, and implementation challenges of last planner system users. *Journal of construction engineering and management*, 139(4), p.354-360.

Gao, S., Low, S. P. (2014). The Last Planner System in China's construction industry—A SWOT analysis on implementation. *International Journal of Project Management*, 32(7), p.1260-1272.

González, V., Alarcón, L. F., Maturana, S., Mundaca, F., Bustamante, J. (2010). Improving planning reliability and project performance using the reliable commitment model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(10), p.1129-1139.

Green, S. D. (2002). The human resource management implications of lean construction: critical perspectives and conceptual chasms. *Journal of Construction Research*, 3(01), p.147-165.

Issa, U. H. (2013). Implementation of lean construction techniques for minimizing the risks effect on project construction time. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), p.697-704.

James, W., Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Simon & Shuster, New York.

Kalsaas, B. T. (2010). Work-time waste in construction. In *Proceedings of the 18th Annual Conference of the IGLC*, Technion, Haifa, Israel.

Khanh, H. D., Kim, S. Y. (2014). Identifying causes for waste factors in high-rise building projects: A survey in Vietnam. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 18(4), p.865-874.

- Kim, D., Park, H.S. (2006). Innovative construction management method: Assessment of lean construction implementation. *KSCE journal of Civil Engineering*, 10(6), p.381-388.
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction (No. 72). Stanford, CA: Stanford University.
- Koskela, L. (2000). An exploration towards a production theory and its application to construction. VTT Technical Research Centre of Finland.
- Koskela, L. J., Howell, G. (2002). The underlying theory of project management is obsolete. In *Proceedings of the PMI Research Conference*, PMI, p. 293-302.
- Lean Construction Institute. (2016, 28 de setembro). What is lean design and construction? Recuperado de <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-design-construction>.
- Lee, H. S., Yu, J. H., Kim, S. K. (2004). Impact of labor factors on workflow. *Journal of construction engineering and management*, 130(6), p.918-923.
- Lindhard, S. (2014). Understanding the Effect of Variation in a Production System. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(11), p.04014051.
- Liu, M., Ballard, G., Ibbs, W. (2010). Work flow variation and labor productivity: Case study. *Journal of management in engineering*, 27(4), p.236-242.
- Mossman, A. (2013). Last Planner: 5+ 1 crucial & collaborative conversations for predictable design & construction delivery. The Change Business Ltd., UK, 26.
- Ng, S. T., Zheng, D. X., Xie, J. Z. (2013). Allocation of construction resources through a pull-driven approach. *Construction Innovation*, 2013, 13(1), p.77-97.
- Petticrew, M. (2001). Systematic reviews from astronomy to zoology: myths and misconceptions, *Bmj*, Vol. 322 No. 7278, p.98-101
- Priven, V., Sacks, R. (2015). Effects of the last planner system on social networks among construction trade crews. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(6), 04015006.
- Russell, M. M., Liu, M., Howell, G., Hsiang, S. M. (2014). Case studies of the allocation and reduction of time buffer through use of the last planner system. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(2), p.04014068.
- Sacks, R., Treckmann, M., Rozenfeld, O. (2009). Visualization of work flow to support lean construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 135(12), p.1307-1315.
- Thomas, H. R., Horman, M. J., Minchin Jr, R. E., Chen, D. (2003). Improving labor flow reliability for better productivity as lean construction principle. *Journal of construction engineering and management*, 129(3), p.251-261.

Tranfield, D., Denyer, D., Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British journal of management*, 14(3), p.207-222.

Wambeke, B. W., Liu, M., Hsiang, S. M. (2012). Using last planner and a risk assessment matrix to reduce variation in mechanical related construction tasks. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), p.491-498.

Watkins, M., Mukherjee, A., Onder, N., Mattila, K. (2009). Using agent-based modeling to study construction labor productivity as an emergent property of individual and crew interactions. *Journal of construction engineering and management*, 135(7), p.657-667.

Yin, S. Y. L., Tserng, H. P., Toong, S. N., Ngo, T. L. (2014). An improved approach to the subcontracting procurement process in a lean construction setting. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(3), p.389-403.

Zimina, D., Pasquire, C. (2012). *Last Planner® System Insights*. Nottingham: Nottingham Trent University. *Liite*, 1(1), p.4.