

O PENSAMENTO ENXUTO EM UM EMPREENDIMENTO DE MÚLTIPLO USO NA GESTÃO DA PRODUÇÃO

The Lean Thinking in a Mixed Use Enterprise in the Production Management

Tatiana Gondim do Amaral¹, Nathália Cândida Pires², Thaís Rodrigues Silva³,
Carlos Augusto Bouhid de Camargo Filho⁴

Recebido em 15 de fevereiro de 2017; recebido para revisão em 08 de maio de 2017; aceito em 06 de setembro de 2017;
disponível on-line em 03 de outubro de 2017.



PALAVRAS CHAVE:

Construção Enxuta;
Ferramenta de avaliação;
Mentalidade Enxuta;
Produção Enxuta;
Grau de Implementação Enxuta;
Gestão da Produção;

KEYWORDS:

Lean Construction
Assessment Tool;
Lean Thinking;
Lean Production;
Lean Implementation Degree;
Production Management.

RESUMO: A implementação do pensamento enxuto na construção civil contribui para a otimização do processo produtivo, de maneira a evitar desperdícios e fazer com que o produto final agregue o valor desejado pelo cliente. No cenário goiano, percebe-se que houve um despertar para a filosofia enxuta, sendo que algumas empresas já estão buscando a adoção de práticas e ferramentas *lean* a fim de obter a melhoria nos seus processos produtivos. Este trabalho aplica e valida a ferramenta *Lean Construction Assessment Tool* (LCAT) em um empreendimento goiano *mixed use*, avaliando o grau de implementação do pensamento enxuto em sua gestão da produção. O empreendimento apresenta diferenciais tecnológicos em relação aos demais do mercado goiano e, apesar de não se considerar *lean*, foi possível observar nos resultados a adoção de práticas da construção enxuta na sua gestão da produção. O desempenho obtido foi abaixo de 50% da nota total. Desta forma, foi possível identificar falhas no processo produtivo e, assim, indicar possibilidades de melhorias no que diz respeito à aplicação de práticas enxutas.

ABSTRACT: The lean thinking implementation in civil construction is very important for the optimization of the productive process, in order to avoid wastage and to add to the final product the value desired by the client. In the goiano scenario, it is noticed that there was an awakening to the lean philosophy, and some companies are already looking for the adoption of practices and lean tools in order to obtain the improvement in their productive processes. This work applies and validates the *Lean Construction Assessment Tool* (LCAT) in a mixed-use enterprise in Goiânia, evaluating the degree of implementation of lean thinking in its production management. The enterprise presents technological differentials in relation to the others in Goiás market, and although it was not called lean, it was possible to observe in the results the adoption of some practices of lean construction in its production management. However, the performance obtained was still below 50% of the total score. In this way, it was possible to identify in which sectors are the failures in the productive process and, thus, indicate possibilities for improvements in the application of lean practices.

* Contato com os autores:

¹e-mail: tatiana_amaral@hotmail.com (T. G. Amaral)

Professora Doutora da Escola de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Goiás – UFG.

²e-mail: n.candidapires@gmail.com (N. C. Pires)

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Goiás.

³e-mail: thais.gvc@gmail.com (T. R. Silva)

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Goiás.

⁴e-mail: carlos_bouhid@hotmail.com (C. A. B. Camargo Filho)

Mestrando do Prog. de Pós Graduação em Estruturas, Geotecnia e Construção Civil – GECON da Universidade Federal de Goiás – UFG.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2015 a construção civil representou 6,4% do Produto Interno Bruto (PIB), totalizando aproximadamente 304 bilhões de reais, como demonstrado na Figura 1 (IBGE, 2016). O setor apresentou taxas de crescimento do PIB acima das taxas de crescimento do PIB do país de 2009 até 2013. Em 2009, por exemplo, o PIB do Brasil sofreu uma retração de 0,2% e o PIB da construção civil nesse mesmo ano cresceu 7,5% (CBIC, 2016).

Já no primeiro trimestre de 2016, a taxa de variação em relação ao semestre anterior sofreu um decréscimo de 6,2%, como ilustrado na Figura 2 (IBGE, 2016).

Segundo dados da Melhores e Maiores (2016), a rentabilidade do setor da construção civil caiu de 11,2%, em 2013, para 2,3% em 2014. Os motivos causadores desta crise são inúmeros, como o excesso de oferta causado por anos anteriores, bem como as consequências, que vão desde

milhões de demissões à estagnação de programas como “Minha Casa, Minha Vida”.

No contexto econômico de retração da economia brasileira, a indústria da construção civil é um dos principais setores a sofrer com reduções de demanda e investimentos (CBIC, 2015).

Diante de tal situação, depara-se com a necessidade de as empresas construtoras investirem em melhorias gerenciais a fim de se manterem competitivas mediante a crise.

Surge, então, a necessidade de buscar formas de aumentar a capacidade produtiva, ao mesmo tempo em que se reduzem perdas, visando a diminuição nos custos de produção envolvidos. Atrelado a estes fatores, ainda é necessário melhorar a qualidade do produto final da empresa, para atender as necessidades de clientes (ETGES, 2012).

Diante do exposto, torna-se justificável o despertar sobre a mentalidade enxuta, pois por meio de seus princípios e ferramentas é possível identificar e eliminar os desperdícios, visando produzir sem interrupções e obter

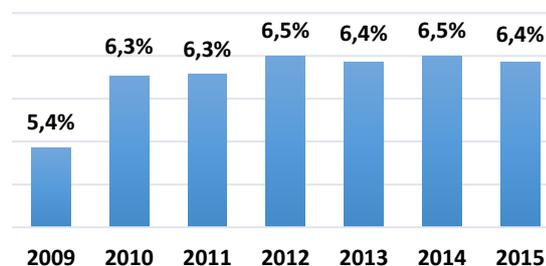


FIGURA 1: Participação anual do Valor Adicionado Bruto da Construção Civil no PIB do País.
FONTE: CBIC (2016).

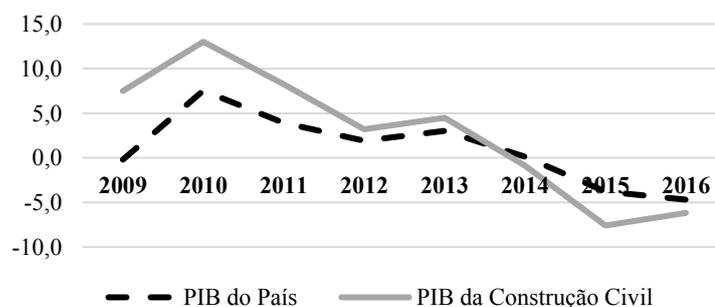


FIGURA 2: Taxa Real de Crescimento do PIB do País versus PIB da Construção Civil.
FONTE: IBGE (2016).

o melhoramento contínuo. Trata-se de se fazer cada vez mais com cada vez menos (seja tempo, espaço e recursos) atendendo especificamente o que os clientes desejam (HOWELL, 1999).

Baseada no Sistema Toyota de Produção (STP), a Produção Enxuta busca atender com perfeição a requisitos e necessidades específicos de seus consumidores, por meio de objetivos e técnicas aplicados ao longo da linha de produção, visando ainda reduzir ao máximo as perdas presentes no processo (HOWELL, 1999).

No entanto, como este sistema produtivo é aplicado à manufatura, é necessária uma adaptação de seus conceitos, proposto por Koskela (1992), que norteia a aplicação do pensamento *lean* segundo 11 princípios enxutos (ETGES, 2012).

Os trabalhos atuais visam aplicar a mentalidade enxuta aos mais diversos setores industriais. Para o setor da construção civil, essa teoria é amplamente pesquisada, aplicada e divulgada pelo *International Group of Lean Construction* (IGLC), tanto no Brasil quanto no exterior (VRIJHOEF, 1998; O'BRIEN, 1999; ARBULU; TOMMELEIN, 2002; AZAMBUJA, 2002; ISATTO, 2005; ALVES; TOMMELEIN, 2007; FONTANINI; PICCHI, 2004, PICCHI; GRANJA, 2004).

As oportunidades de aplicação do conceito no setor da construção civil são diversas e muitas ainda não foram exploradas. Picchi (2003) apontava as possibilidades de aplicação nos fluxos de projeto, suprimentos e em obra e ainda, nos dias atuais ressalta-se a aplicabilidade nesses processos.

2. OBJETIVOS

Aplicar e validar a ferramenta *Lean Construction Assessment Tool* (LCAT) em um empreendimento goiano *mixed use* em execução. Analisar a aplicação das práticas enxutas em sua gestão de produção, identificando onde estão as possíveis falhas e sugerindo possibilidades de melhorias no processo produtivo. Em acréscimo,

comparar a influência da ponderação de especialista *lean* no tratamento dos resultados.

3. MÉTODOS E FERRAMENTAS PARA AVALIAÇÃO LEAN

Na tentativa de adaptar os princípios da Mentalidade Enxuta desenvolvidos por Koskela (1992) aos setores da construção civil, vários autores procuraram desenvolver métodos e ferramentas que viabilizassem a avaliação, implantação ou melhoria das práticas *lean* em empresas construtoras. A seguir serão descritos e comparados os trabalhos de cinco autores: Salem et al. (2006), Carvalho (2008), Etges (2012), Silva R., Amaral e Silva F. (2014) e Camargo Filho (2017).

3.1 SALEM et al. (2006)

Baseado nas semelhanças e diferenças entre a manufatura e a construção civil, Salem et al. (2006) realizaram um estudo de caso com o objetivo de implementar e avaliar os resultados da aplicação de diferentes técnicas *lean* por uma empreiteira em Ohio. As técnicas utilizadas foram seis: *last planner*, aumento da visualização, estudos preliminares, reuniões participativas, os 5S's e qualidade à prova de falhas. Pesquisadores, divididos em equipe de planejamento e de execução, monitorou a implantação das técnicas enxutas durante um período de seis meses no projeto de um estacionamento.

Para avaliar a implementação de cada técnica, Salem et al. (2006) desenvolveram uma ferramenta, baseada em um *checklist* das práticas enxutas na construção, conforme apresentado no Quadro 1. Cada item é classificado de acordo com os seguintes graus de implementação: nenhum (N), muito baixo (VL), baixo (L), moderado (M), alto (H) e muito alto (VH).

QUADRO 1: Ferramenta de Implantação <i>lean</i>.			
Escopo	Técnica	Requisitos	Critério/mudança
Variabilidade do fluxo	- <i>Last planner</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Fase inversa - Agendamento - <i>Look-ahead</i> de seis semanas - Plano de trabalho semanal - Motivos para variação - Gráficos PPC 	<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem puxada - Qualidade - Conhecimento - Comunicação - Relação com outras ferramentas
Variabilidade do Processo	- Qualidade à prova de falhas	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação de qualidade - Verificação de segurança 	<ul style="list-style-type: none"> - Ações no local de trabalho - Comprometimento da equipe - Conhecimento - Comunicação - Relação com outras ferramentas
Transparência	- 5S's	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização - Arrumação - Limpeza - Disciplina - Higiene 	<ul style="list-style-type: none"> - Ações no local de trabalho - Empenho da equipe - Conhecimento - Comunicação - Relação com outras ferramentas
	- Aumento da visualização	<ul style="list-style-type: none"> - Gráfico de comprometimento - Sinalização de segurança - Sinalização móvel - Marcos de projeto - Gráficos PPC 	<ul style="list-style-type: none"> - Visualização - Comprometimento da equipe - Conhecimento - Comunicação - Relação com outras ferramentas
Melhoria contínua	- Reuniões participativas	<ul style="list-style-type: none"> - Reunião de todos os trabalhadores - Reunião no início do dia 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempo gasto - Replanejamento do trabalho - Revisão da atividade para ser finalizada - Comunicação - Relação com outras ferramentas
	- Estudos preliminares	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Plan</i> - <i>Do</i> - <i>Check</i> - <i>Act</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Ações no local de trabalho - Comprometimento da equipe - Conhecimento - Comunicação - Relação com outras ferramentas

FONTE: Adaptado de SALEM et al. (2006).

Foram realizadas três medidas durante o projeto: a primeira medida foi o estado inicial durante a primeira semana do estudo; a segunda é um valor alvo para o elemento vencedor de cada técnica; e, por fim, a terceira é o nível de implementação ao final do estudo.

Então, uma pontuação média foi calculada convertendo-se a escala linguística, citada anteriormente, para uma escala numérica de 0 a 10. O resultado foi apresentado em forma de um gráfico de radar, conforme ilustrado na Figura 3.

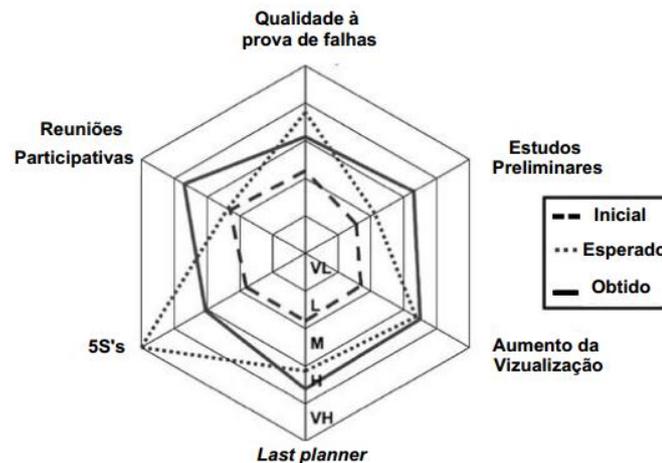


FIGURA 3: Gráfico de radar.

FONTE: Adaptado de SALEM et al. (2006).

Na maioria dos elementos apresentados, há uma melhoria ao final do estudo. De maneira geral, é possível observar quais itens estão prontos para serem implementados e quais necessitam de aprimoramento. Dessa maneira, a ferramenta *lean* em questão pode ser utilizada como um instrumento de auto avaliação para o rastreamento de necessidades de melhorias a serem implantadas.

3.2 CARVALHO (2008)

Como embasamento bibliográfico de seu trabalho, Carvalho (2008) introduziu os 11 princípios da Mentalidade Enxuta propostos por Koskela (1992).

O autor elaborou um questionário como protocolo de coleta de dados com o acréscimo de visitas a 4 empresas questionadas, sendo 3 de pequeno porte e 1 de médio porte.

A partir de uma aplicação piloto em uma única construtora os problemas existentes foram identificados, tornando possível o desenvolvimento de melhorias no questionário, que também foi submetido a opiniões de especialistas na filosofia *Larn*, incorporando ajustes necessários. Em seguida, foi feito o contato e aplicação nas demais empresas.

O questionário foi criado através da união de conceitos propostos por Koskela (1992) e adaptados em forma de perguntas que consigam extrair a informação sobre a presença e eficiência do princípio na empresa (CARVALHO, 2008).

Diferentemente dos demais trabalhos, Carvalho (2008) propôs que os questionários fossem respondidos por pelo menos um representante das seguintes categorias: diretoria, engenharia, operários, fornecedores, projetistas e clientes, visando uma avaliação setorial das diferentes áreas.

Contendo pouco mais de 200 perguntas, o questionário foi aplicado a cada um dos representantes; a classificação das respostas ocorreu segundo a escala de avaliação que varia entre 0 e 3, contemplando desde a ausência do princípio até a presença efetivamente implementada e apresentando melhorias na execução nos últimos 12 meses.

Como resultado final a empresa obteve uma nota e uma classificação. A primeira foi dada pela a média aritmética dos resultados de cada pergunta, sendo revertida em percentual para melhor identificar o desempenho obtido. A segunda se deu por meio dos níveis de implementação segundo o percentual, como ilustrado no Quadro 2.

QUADRO 2: Classificação da empresa de acordo com o percentual obtido no resultado do questionário.			
Nível	Subnível	Percentual	Característica
A	AAA	95% a 100%	Busca pela perfeição na construção enxuta.
	AA	90% a 94%	
	A	85% a 89%	
B	BBB	80% a 84%	Consciência e aprendizado enxuto.
	BB	75% a 79%	
	B	70% a 74%	
C	CCC	65% a 69%	Foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta.
	CC	60% a 64%	
	C	55% a 59%	
D	DDD	50% a 54%	Baixo foco em melhorias. Conhecimento nulo sobre construção enxuta.
	DD	45% a 49%	
	D	0% a 44%	

FONTE: Adaptado de CARVALHO (2008).

Carvalho (2008) também utilizou o gráfico de radar para analisar os níveis de implementação da Mentalidade Enxuta, demonstrando a situação atual da construtora em relação aos princípios *lean* e identificando os pontos fortes e fracos.

3.3 ETGES (2012)

Diferentemente dos demais, o trabalho de Etges (2012) apresenta como objetivo

principal desenvolver um protocolo de auditoria das práticas da mentalidade enxuta, requisitando aos auditados fontes de evidência para avaliar a ocorrência ou não das práticas *lean*.

A definição das práticas a serem avaliadas foi feita mediante análise das palavras chaves dos artigos publicados pelo IGLC entre 1993 e 2010, por Etges et al. (2012) totalizando 15 categorias, sendo elas (Quadro 3):

QUADRO 3: Categorias de práticas <i>lean</i> .			
1	Recursos Humanos	8	Planejamento e Controle da Produção
2	Melhoria Contínua	9	<i>Layout</i>
3	Padronização do Trabalho	10	Controle da Qualidade
4	Segurança do Trabalho	11	Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos
5	Sustentabilidade	12	Tecnologia da Informação e Comunicação
6	Produção Puxada	13	Gerenciamento do Projeto e Desenvolvimento do Produto
7	Gerenciamento Visual	14	Controle de Custos
		15	Fluxo Contínuo

FONTE: Adaptado de ETGES et al. (2012).

Foram instituídas 103 práticas e o desempenho obtido pela a construtora em cada categoria foi apresentado em percentuais.

Em contraposição ao trabalho de Carvalho (2008) que não deixa explícito os vínculos conceituais entre os requisitos de avaliação e os princípios da mentalidade enxuta, essas práticas foram vinculadas aos cinco princípios de Womack e Jones (1996) pelos mesmos representaram características essenciais da filosofia enxuta de maneira sucinta (ETGES, 2012).

Quanto a escala de avaliação, três níveis foram definidos, sendo ponderados segundo opiniões de profissionais especialistas na filosofia *lean*. A ponderação ocorreu proporcionalmente à importância da prática em relação aos princípios enxutos.

Na mesma linha de pensamento de Carvalho (2008), Etges (2012) utilizou a aplicação piloto para avaliar o protocolo desenvolvido, tornando possível o aprimoramento da versão final.

3.4 SILVA R., AMARAL E SILVA F. (2014)

Nesse trabalho os autores apontam a necessidade de verificações quando nem sempre as respostas poderiam ser tão objetivas. Apontando a necessidade de se criar uma escala de respostas para contemplar as mais subjetivas.

Tendo em vista as dificuldades de se escolher apropriadamente uma escala para se medir tais aspectos qualitativos, sendo numerosas as variáveis, os autores propuseram uma ferramenta baseada no *Fuzzy Inference System* (FIS) para o diagnóstico das empresas de construção civil que buscam a implementação de práticas *lean*.

A lógica *fuzzy* foi utilizada para representar matematicamente os conceitos subjetivos que surgem na implementação da *lean thinking* nas empresas de construção civil.

A metodologia utilizada pelos autores baseou-se na observação de 55 aspectos, categorizados segundo os 11 princípios propostos por Koskela (1992). O primeiro passo é a verificação das práticas executadas pelas empresas, realizada por uma pessoa previamente treinada a partir dos 55 aspectos. Em seguida, é necessário modelar o FIS, definindo as variáveis de entrada e saída e suas respectivas funções regentes, além do método de inferência a ser utilizado.

As variáveis de entrada são duas: o tempo decorrido entre o primeiro diagnóstico e os seguintes (X1); e o nível de implementação de cada prática (X2), conforme Quadro 4. A variável de saída é a pontuação *lean* (Y), que varia de 0 a 10, que representa o quão enxuta é a empresa em análise.

QUADRO 4: Níveis de pontuação para a variável de entrada X2.

Valor	Situação Observada
0	Nenhuma presença no contexto observado.
1	Estudos iniciais sobre o tema.
2	Entendimento completo sobre o tema, mas nenhuma atividade de implantação.
3	Primeiras tentativas de implantar a ação em alguns processos da empresa.
4	Presença da ação, mas há grandes inconsistências em sua aplicação.
5	Presença da ação, sem inconsistências em sua aplicação, mas sem resultados monitorados.
6	Primeiros resultados coletados das ações implantadas em alguns processos.
7	Ação implantada nos diversos processos da empresa.
8	Ação implantada nos diversos processos da empresa e resultados monitorados.
9	Ação efetivamente aplicada, resultados monitorados e em melhoria contínua.
10	A ação está efetivamente presente e exibe melhorias em sua execução, nos últimos 12 meses.

FONTE: adaptado de SILVA R., AMARAL e SILVA F. (2014).

Os dados obtidos para X1 foram classificados em 3 tipos: primeiro, segundo e terceiro ciclo. Já os dados obtidos em X2 foram classificados em três classes (baixo, médio e alto nível de presença). Os valores obtidos em X2 foram avaliados por um sistema particular de inferência *fuzzy*, resultando em uma escala *lean* para cada princípio (baixa, média e alta pontuação), dado por Y. Por fim, as pontuações foram combinadas obtendo-se o Global *Lean Score*, sendo possível a comparação entre diferentes empresas ou empreendimentos em relação ao grau de implementação das práticas *lean*.

3.5 CAMARGO FILHO (2017)

A ferramenta *Lean Construction Assessment Tool* (LCAT) desenvolvida pelo autor foi fruto da análise aprofundada dos trabalhos de Salem et al. (2006), Carvalho (2008), Etges (2012) e Silva R. Amaral e Silva F. (2014) na tentativa de prevalecer os pontos positivos de cada um, dando relevância às melhorias cabíveis.

Assim como em Etges (2012), os princípios adotados como embasamento teórico, foram os propostos por Womack e Jones (1996). Isto se deu pelo o fato do autor considerar que os princípios desenvolvidos por Koskela (1992) se sobrepõem, dificultando a atribuição de uma prática a apenas um deles.

Após a elaboração da versão inicial do questionário foi feita uma aplicação piloto a fim de observar a aplicabilidade, fluidez, clareza e escala de avaliação adotada. Ainda, após aplicações em diversas empresas construtoras goianas e modificações do questionário, foi desenvolvida a versão 3.0 em resposta aos resultados obtidos com as aplicações anteriores.

Diferentemente da versão 2.0 que avaliava 98 práticas distribuídas em 10 categorias, sendo elas: Gestão da Qualidade, Controle de

Custos, Segurança do Trabalho, Gerenciamento Visual, Melhoria Contínua, Tecnologia da Informação, Recursos Humanos, Logística e Gerenciamento da Cadeira de Suprimentos, Gestão de Projetos e Desenvolvimento do Produto, Planejamento e Controle da Produção; a versão 3.0 conta com 84 práticas divididas em 4 categorias: Gestão da Qualidade, Gestão da Cadeira de Suprimentos, Planejamento e Controle da Produção e Gestão de Projetos.

Com a versão 2.0 foi possível observar, após aplicação em 17 empresas, de que esta mediante a organização de seus critérios poderia não resultar no grau real de implementação *lean* da empresa, devido à grande quantidade de práticas avaliadas diretamente relacionadas à gestão da qualidade.

A simplificação no questionário buscou evitar a repetição e o retrabalho por meio da utilização de uma sequência lógica de aplicação, em que se fizesse necessário o retorno a questões anteriormente respondidas ou fontes de evidência previamente consultadas. Além disso, buscou eliminar itens que fossem dados como obrigatórios ou relacionados às legislações vigentes relacionadas à saúde e segurança, e qualidade, focando naqueles que melhor representassem o cenário da construção enxuta.

Apesar das versões 2.0 e 3.0 apresentarem uma tabulação similar de dados, em que os resultados encontrados são dispostos em uma tabela, sofrendo análises estatísticas como o cálculo da média, mediana, moda, desvio padrão e variância (Tabela 1); houve modificação nas escalas adotadas, alternando de zero a três para de zero a dois, e na obtenção do resultado final. Isto porque a versão 3.0 utiliza ponderações determinadas por um único especialista na área *lean* na obtenção da nota final de cada item, critério e categoria.

TABELA 1: Tratamento estatístico para resultados.

	ITENS	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MODA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
GQ	25							
GCS	22							
PCP	23							
GP	14							
TOTAL	84							

Categorias: GQ = Gestão da Qualidade; GCS = Gestão da Cadeia de Suprimentos; PCP = Planejamento e Controle da Produção; GP = Gestão de Projetos.

FONTE: Adaptado de CAMARGO FILHO (2017).

Essa ponderação leva em conta a importância dos critérios e dos itens avaliados dentro de cada categoria, a complexidade dos itens e a sua fase de implementação, isto é, em qual fase da implementação *lean* o item deveria estar totalmente implementado, como ilustrado no Quadro 5.

Assim como Carvalho (2008), Camargo Filho (2017) utilizou o gráfico de radar para melhor representar a classificação obtida pela a empresa, possibilitando a análise individual do

desempenho e os possíveis pontos críticos de cada uma das categorias questionadas. Ainda, a frequência de cada nota atribuída foi disposta na forma de histogramas, facilitando a visualização e o entendimento.

3.6 RESUMO COMPARATIVO ENTRE AUTORES

A fim de facilitar o entendimento dos trabalhos anteriormente referenciados apresenta-se no Quadro 6 um comparativo.

QUADRO 5: Critérios para a ponderação do especialista.

Importância do Critério	Qual a importância de determinado critério para a implementação da construção enxuta na empresa	
	Níveis	Irrelevante
		Pouco Importante
		Muito Importante
	Essencial	
Importância do Item	Dentro de determinado critério, qual a importância de cada um dos itens para ele	
	Níveis	Irrelevante
		Pouco Importante
		Muito Importante
	Essencial	
Complexidade do Item	Qual é a complexidade do item, ou seja, o quão complexa é sua implantação	
	Níveis	Básico
		Intermediário
	Complexo	
Tempo de implementação do Item	Em qual fase da implementação esse item deveria estar completamente implementado	
	Níveis	Inicial
		Amadurecimento
	Melhoria Contínua	

FONTE: Adaptado de CAMARGO FILHO (2017).

QUADRO 6: Comparativo entre autores.

Autor	Salem et al. (2006)	Carvalho (2008)	Etges (2012)	Silva R., Amaral e Silva F. (2014)	Camargo Filho (2017)
Avaliação dos princípios	Não há definição	Sim. Koskela (1992)	Sim. Womack e Jones (1996)	Sim. Koskela (1992)	Sim. Womack e Jones (1996)
Avaliação da importância da prática aos princípios	Não aplicado	Não aplicado	Sim. Práticas ponderadas a partir de pesos atribuídos por especialistas	Não aplicado	Sim. Práticas ponderadas a partir de pesos atribuídos por especialistas
Número de práticas	24	204	103	55	84
Número de categorias	6	6	15	11	4
Aplicação Piloto	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Escala de avaliação	Seis níveis	Quatro níveis (zero a três)	Três níveis	Onze níveis (zero a dez)	Três níveis (zero a dois)

FONTE: adaptado de CAMARGO FILHO (2017).

Apesar da variedade de métodos e ferramentas *lean* desenvolvidas pelos autores, será utilizado o trabalho de Camargo Filho (2017) para avaliação do grau de implementação no empreendimento em análise. Esta escolha é justificada pelo estudo abrangente realizado pelo autor, no qual foi possível o desenvolvimento de uma ferramenta com os principais pontos fortes presentes nos trabalhos dos autores, apresentado no Quadro 6.

4. METODOLOGIA

A seguir será caracterizada a metodologia da pesquisa a partir da apresentação de sua classificação, etapas do método, além do delineamento da pesquisa e caracterização da empresa e do empreendimento.

4.1 CLASSIFICAÇÃO

A pesquisa foi classificada quanto à sua abordagem, natureza, objetivos e procedimentos.

Quanto à abordagem, a pesquisa é classificada como qualitativa e quantitativa.

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, já que tem por objetivo final a produção de conhecimento a ser utilizado na construção civil.

Ainda, quanto aos objetivos e procedimentos, a pesquisa é classificada como exploratória, tendo em vista que, a partir de um vasto levantamento bibliográfico e posterior coleta de dados, realiza-se um estudo de caso a fim de compreender de maneira mais aprofundada o problema em questão.

4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

As etapas adotadas para o delineamento da pesquisa foram (Figura 4):

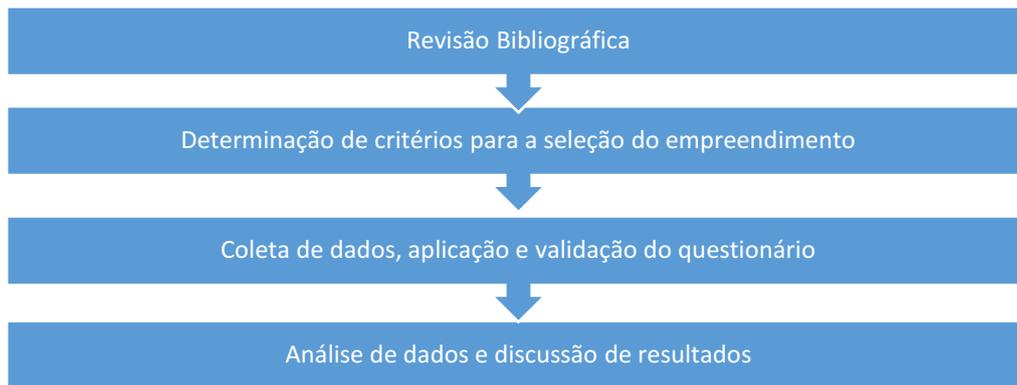


FIGURA 4: Delineamento da pesquisa.

FONTE: Autoria Própria.

4.2.1 Determinação de critérios para seleção do empreendimento

Os critérios determinantes para seleção do empreendimento foram:

- Interesse em participar da pesquisa;
- Ser um empreendimento diferenciado tecnologicamente em sua execução e no mercado Goiano;
- Possuir um Sistema de Gestão da Qualidade e/ou Ambiental ou uma gestão estruturada dos seus processos;
- Possuir uma logística e distribuição de suprimentos racionalizados com utilização de equipamentos de grande porte.

4.2.2 Caracterização do empreendimento

A pesquisa foi aplicada em um empreendimento *mixed use*, localizado em Goiânia-GO, que integra em sua infraestrutura hotel, *shopping*, hospital e *business*. Ainda em fase de execução, o mesmo está com o término previsto para o primeiro semestre de 2017.

O empreendimento conta com uma área construída de 125.000 m², 46 pavimentos, 642 salas comerciais, 101 salas clínicas, 296 apartamentos, 55 lojas comerciais, restaurantes, centro de convenções, auditório, heliponto e 1400 vagas de garagem com integração completa entre os espaços do complexo (Figura 6).



[a]



[b]



[c]

FIGURA 6: [a] Maquete eletrônica do empreendimento; [b] Empreendimento em execução; [c] Fachada em ecogranito.

FONTE: Autoria Própria.

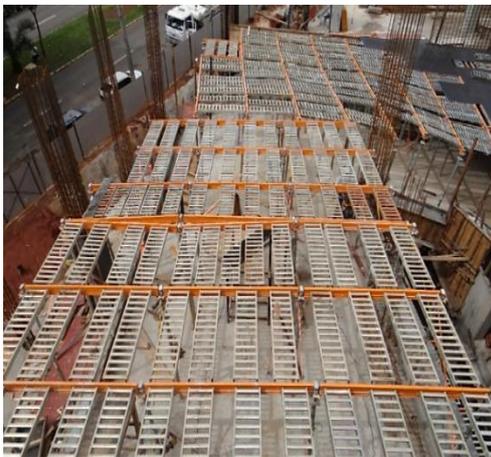
Quanto ao modo de gestão do empreendimento tem-se a estrutura de uma Sociedade de Propósito Específico (SPE) formada por 4 pessoas jurídicas e 1 física. Trata-se, de forma geral, da união de sócios proprietários que exercem a gestão via outras empresas.

Uma das empresas gestoras da SPE possui Sistema de Gestão da Qualidade, apresentando assim, a incorporação de algumas práticas ligadas à qualidade. Desta forma, há uma gestão estruturada dos seus processos.

Quanto ao processo construtivo tem-se estrutura predominantemente de concreto (moldado *in loco*) com o uso de alvenaria de vedação. Como destaque neste processo

pode-se citar o uso de sistemas inovadores como as formas metálicas, ilustradas na Figura 7. Apesar de serem mais onerosas do que as formas convencionais, promovem um aumento na produtividade da obra e oferecem um nível de precisão e de qualidade em acabamento bem maior do que as demais, justificando o investimento.

Além disso, o empreendimento conta com o uso de equipamentos de grande porte, como guias, que viabilizam o transporte de grandes quantidades de carga com segurança e agilidade, permitindo a racionalização na distribuição dos suprimentos (Figura 8).



[a]



[b]

FIGURA 7: [a] Uso de formas inovadoras; [b] Detalhes do sistema.**FONTE:** Autoria Própria.

[a]



[b]

FIGURA 8: [a] Grua do empreendimento; [b] Içamento de forma de pilar operado pela a grua.**FONTE:** Autoria Própria.

4.2.3 Coleta de dados, aplicação e validação do questionário

O questionário aplicado foi na versão 3.0, sendo avaliadas 84 práticas divididas em 4 categorias: Gestão da Qualidade, Gestão da Cadeia de Suprimentos, Planejamento e Controle da Produção e Gestão de Projetos.

A categoria de Gestão da Qualidade tem como pré-requisito a existência de um Sistema de Gestão da Qualidade certificado, sendo que, no caso em estudo, aceitou-se apenas uma gestão estruturada dos processos, visto que se trata de um caso particular por ser uma SPE. Essa categoria trata de aspectos como o treinamento de funcionários, solução de problemas, *benchmarking*, uso de inovações tecnológicas e avaliação do desempenho.

A Gestão da Cadeia de Suprimentos tem enfoque no estabelecimento de critérios bem definidos para a seleção de fornecedores e o controle de entrega de materiais quanto às especificações e qualidade.

Já o Planejamento e Controle da Produção trata da formalização do processo de planejamento e controle da produção, a partir de métodos, ferramentas e indicadores, além de um planejamento de longo prazo que contemple todas as etapas do empreendimento, com definição exata da sequência das atividades.

Por fim, a Gestão de Projetos aborda a existência de um departamento interno responsável pelo controle dos projetos, de maneira que haja a verificação de itens de qualidade e compatibilidade, incluindo especificações de materiais, definições de áreas e concepção de projetos.

A avaliação do grau de implementação da mentalidade enxuta no empreendimento foi obtida por meio da escala de *Likert*, que permite obter o grau de conformidade em relação às perguntas do formulário, a partir da escala apresentada no Quadro 7.

O treinamento da versão aplicada foi realizado na disciplina de graduação Construção Industrializada da Universidade Federal de Goiás. Nesse foram explicitados todos os princípios enxutos e suas práticas relacionadas, por meio de uma leitura e discussão do questionário juntamente com seu manual de aplicação, com duração de 4 horas.

O questionário foi aplicado com uma engenheira de orçamento e planejamento de obras e com uma engenheira responsável pelo acompanhamento da produção no empreendimento. Além disso, todas as respostas obtidas foram coletadas pelos próprios aplicadores, evitando a possibilidade de parcialidades por parte dos interrogados.

As etapas para a aplicação do questionário estão apresentadas na Figura 5.

QUADRO 7: Escala de avaliação aplicada	
0	Prática não aplicada
1	Prática parcialmente aplicada
2	Prática totalmente aplicada
NA	Não aplicável

FONTE: adaptado de CAMARGO FILHO (2017).



FIGURA 5: Aplicação do questionário das práticas *lean*.

FONTE: Autoria Própria.

Por último, a fim de avaliar os métodos adotados e a aplicabilidade da ferramenta, foi feita a validação do mesmo pelos entrevistadores via aplicativo designado *Survey Monkey*. Seis temas foram contemplados: o treinamento oferecido aos aplicadores, a aplicabilidade como um todo, envolvendo o entendimento dos itens tanto por parte do aplicador como dos interrogados, a facilidade de coleta das fontes de evidência e a possibilidade de avaliação com a escala proposta; o conhecimento dos conceitos *lean* por parte dos entrevistados, a capacidade de representação da escala de avaliação, a fluidez e o tempo da aplicação.

4.2.4 Análise de dados e discussão de resultados

Os dados coletados foram apresentados em um histograma com as notas atribuídas e compuseram um gráfico de radar para representar os resultados do empreendimento relacionados à mentalidade enxuta. Além disso, compararam-se os resultados para a ausência e a presença da ponderação realizada por especialista na área *lean*, de modo a evidenciar a influência em cada categoria.

A título de comparação, os dados obtidos com a aplicação da versão 3.0 do questionário foram tabulados com e sem uso da ponderação proposta por especialista na área *lean*.

A ponderação dos itens realizada por especialista na área *lean* variou de 1 a 4 conforme a importância do item para a implementação da construção enxuta na empresa. Com isso, as notas

atribuídas na versão com uso da ponderação variaram de zero a oito, diferentemente das notas da versão sem uso da ponderação, que variaram de zero a dois. No entanto, para efeito de comparação, foi necessária normalização de ambas para uma escala de zero a dez.

5. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Na Figura 9 estão apresentados os resultados obtidos após o término da aplicação do questionário com a engenheira de orçamento e planejamento de obras e com a engenheira responsável pelo acompanhamento da produção no empreendimento.

Com a realização da análise do histograma foi possível observar o predomínio de notas zero, representando quase 50% do número total de perguntas do questionário, demonstrando que a empresa possui poucas práticas *lean* implementadas. Em três perguntas na categoria de Gestão de Projetos a resposta foi considerada como não aplicável (NA), uma vez que as mesmas contabilizavam questões após o término de obra e o empreendimento ainda está em execução. Essas foram excluídas do tratamento estatístico para que não viessem a influenciar negativamente ou positivamente nas análises.

Os resultados da análise estatística sem o uso da ponderação estão ilustrados na Tabela 2.

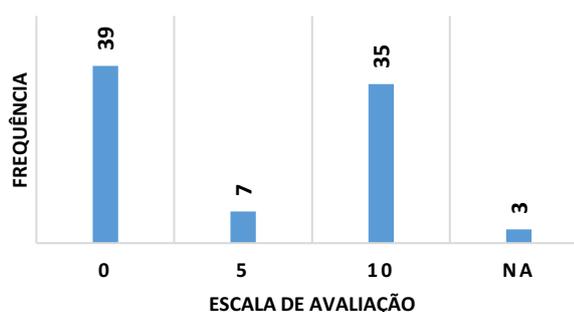


FIGURA 9: Notas atribuídas sem uso de ponderação.

FONTE: Autoria Própria.

TABELA 2: Resultados estatísticos para questionário sem o uso da ponderação.

	ITENS	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MODA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
GQ	25	10	0	3,80	0	0	4,85	23,50
GCS	22	10	0	6,82	10	10	4,24	17,97
PCP	23	10	0	3,04	0	0	4,46	19,86
GP	11	10	0	6,36	10	10	5,05	25,45
TOTAL	81	10	0	4,75	5	0	4,80	23,06

Categorias: GQ = Gestão da Qualidade; GCS = Gestão da Cadeia de Suprimentos; PCP = Planejamento e Controle da Produção; GP = Gestão de Projetos.

FONTE: Autoria Própria.

A categoria de Gestão da Cadeia de Suprimentos alcançou a melhor média quando comparada às demais categorias, representada por 68% de atendimento aos itens propostos, com mediana e moda iguais a 10, que remetem à nota máxima. Isto se deve principalmente à presença de um bom relacionamento com os fornecedores com estabelecimento de critérios e políticas específicas, um controle do espaço físico levando em conta as constantes necessidades de mudanças no *layout* do canteiro e um controle de estoque e armazenamento de materiais adequado.

Já a categoria Planejamento e Controle da Produção apresentou pior resultado com média de 3,04, o equivalente a 30% do total, com mediana e moda dadas por zero. Ou seja, mesmo com a presença de um planejamento de longo prazo transparente a atualização do mesmo não é feita com a severidade que deveria. Além disso, ferramentas *lean* levantadas nessa categoria como linhas de balanço, mapeamento do fluxo de valor, gráfico de balanceamento e tabelas de trabalho combinado não são implementadas, contribuindo para a diminuição da nota.

Embora a categoria de Gestão da Qualidade apresentasse predomínio de notas zero se observou que algumas práticas e ferramentas

lean são aplicadas no empreendimento, como o uso de inovações tecnológicas para o aumento da qualidade e produtividade (ex: sistema de formas Bmatek, Ecogranito), o processo de *benchmarking* e o uso de *poka-yokes*. Entretanto, destaca-se a necessidade de investir em treinamento dos funcionários, políticas motivacionais e de satisfação, e dar *feedback* à eles quanto aos seus desempenhos.

Na categoria de Gestão de Projetos houve predomínio de notas 10, apresentando uma média dos resultados superior a 50%, além de contar com a eliminação de três perguntas das quatorze existentes, como explicitado anteriormente. O resultado encontrado é marcado pela presença de comunicação direta entre engenheiros e projetistas e também pela compatibilidade entre projetos antes da execução.

Como resultado final para o grau de avaliação de implementação *lean* nota-se a existência de uma média relativamente baixa por atingir menos que 50% dos itens propostos pelo questionário e uma variância de 23,06.

Para a obtenção de dados estatísticos no segundo caso (com o uso da ponderação) os resultados estão ilustrados na Tabela 3.

TABELA 3: Resultados estatísticos para questionário com o uso da ponderação.

	ITENS	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIA	MEDIANA	MODA	DESVIO PADRÃO	VARIÂNCIA
GQ	25	10	0	3,05	0	0	4,02	16,16
GCS	22	10	0	5,00	5	7,5	3,34	11,16
PCP	23	10	0	2,72	0	0	4,11	16,85
GP	11	10	0	6,14	10	10	4,92	24,20
TOTAL	81	10	0	3,90	3,75	0	4,13	17,09

Categorias: GQ = Gestão da Qualidade; GCS = Gestão da Cadeia de Suprimentos; PCP = Planejamento e Controle da Produção; GP = Gestão de Projetos.

FONTE: Autoria Própria.

É possível observar, assim como no primeiro caso (sem o uso da ponderação), a presença de uma média relativamente baixa por atingir menos que 50% dos itens propostos pelo questionário como resultado final para o grau de avaliação de implementação *lean*.

Diferentemente do primeiro caso (sem uso da ponderação) a categoria de melhor desempenho foi dada pela Gestão de Projetos, com média de 6,14, mediana e moda de 10, com resultados significativos no critério de Planejamento do Desenvolvimento de Projetos. No entanto, nota-se a presença de uma variância elevada quando comparada às demais.

A categoria de segundo melhor desempenho foi a Gestão da Cadeia de Suprimentos. Devido à seleção sistemática de fornecedores e de uma forte relação estabelecida com os mesmos, obteve-se notas significativas nos critérios 1 (Seleção de Fornecedores) e 2 (Relacionamento com fornecedores) da categoria em questão.

Já as categorias de Planejamento e Controle da Produção e Gestão da Qualidade apresentaram os piores resultados, respectivamente, dentre as analisadas, apresentando um predomínio de notas zero. Nota-se que os critérios de Treinamento dos

Funcionários, Avaliação do Desempenho, Mapeamento do fluxo de valor e Controle de Custos obtiveram nota zero, assim como no primeiro caso (sem uso da ponderação), implicando na necessidade de investimento e reavaliação dos mesmos por parte do empreendimento, uma vez que relaciona práticas essenciais à implementação da construção enxuta.

Os resultados obtidos, sem e com o uso da ponderação de um especialista da área, são apresentados na Figura 10, em forma de gráfico de radar.

De acordo com a Figura 10 é possível notar quais categorias obtiveram a menor pontuação tanto para o caso sem o uso da ponderação como para o caso com o uso. No questionário ainda é possível observar quais critérios não estão sendo atendidos, diagnosticando os principais pontos fortes e fracos do empreendimento no que diz respeito à implementação de práticas *lean* e, conseqüentemente, alertando para a busca por possíveis melhorias.

Ao somar todas as notas encontradas sem e com o uso da ponderação pode-se estabelecer o percentual relativo a cada categoria, como ilustrado na Figura 11.

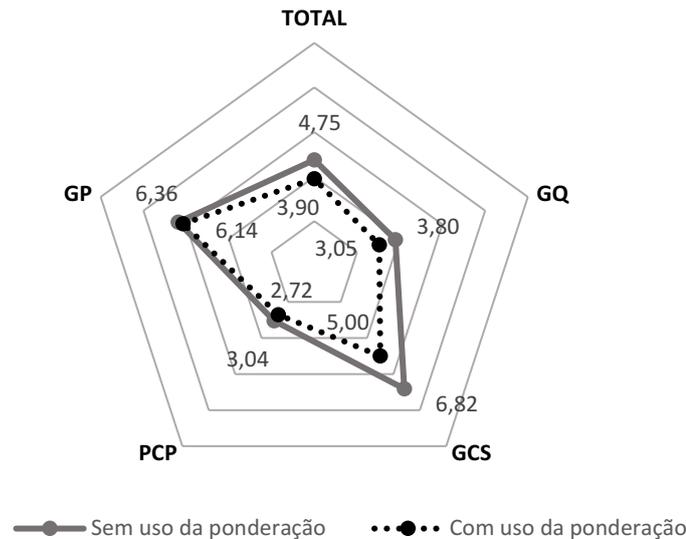


FIGURA 10: Gráfico de radar comparativo sem e com o uso da ponderação.
FONTE: Autoria Própria.

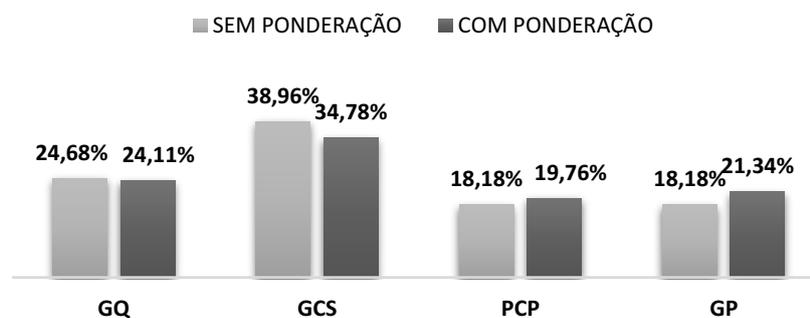


FIGURA 11: Percentual da nota total de cada categoria.
FONTE: Autoria Própria.

De acordo com a Figura 11 é possível observar, mediante a ponderação feita por especialista, uma mudança no percentual de cada categoria em relação à nota total obtida. Isto se deve aos pesos atribuídos em cada item de acordo com a sua importância, complexidade e o tempo requerido para implementá-lo.

Por último, a validação da ferramenta LCAT foi feita pelos aplicadores através do *Survey Monkey*. O treinamento oferecido aos aplicadores foi suficiente, no entanto houve dificuldades na primeira aplicação. Em relação à aplicabilidade, a maioria dos itens foi de fácil entendimento, com fontes de evidência passíveis de serem coletadas e com escala de avaliação aplicável.

Quanto ao entendimento por parte dos entrevistados, observou-se dificuldades devido à

falta de conhecimentos na área *lean* sendo necessária a explicação de alguns termos. A aplicação seguiu com facilidade de avaliação das práticas mantendo a fluidez, sendo executada em tempo razoável, não deixando entrevistado e entrevistador cansados.

6. CONCLUSÕES

A partir da aplicação do questionário foi possível validar a ferramenta LCAT e, por meio dos resultados obtidos, analisar a implementação das práticas enxutas na gestão da produção de um empreendimento goiano *mixed use*.

Por meio do estudo realizado, também foi possível afirmar que, assim como os resultados das aplicações realizadas nas demais empresas com a

versão 2.0 do questionário, expostos na revista Construir Mais, o grau de implementação de práticas enxutas foi abaixo de 50%. E em itens que apresentam a utilização de ferramentas *lean*, como por exemplo, mapeamento de fluxo valor, *kanbans* e linhas de balanço, esse desempenho foi ainda pior (Sinduscon, 2016).

Para a continuidade da pesquisa, sugere-se a emissão de um diagnóstico detalhado para a empresa a respeito dos resultados encontrados, especificando quais práticas e ferramentas *lean* poderiam ser implementadas, e, após determinado período de tempo, ser realizada nova aplicação da ferramenta LCAT, para que seja possível verificar a evolução da implementação da mentalidade enxuta na gestão da produção do empreendimento, visando a melhoria contínua.

A partir deste estudo foi possível validar uma ferramenta inovadora, ainda em fase de desenvolvimento, uma vez que para aplicações futuras deverão ser consideradas as ponderações de outros especialistas na área. O LCAT foi capaz de avaliar as práticas da construção enxuta, reforçando o despertar para a necessidade de otimizações dos processos produtivos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, T.C.L.; TOMMELEIN, D. Cadeias de suprimentos na construção civil: análise e simulação computacional. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.7, n.2, pp 31-44, abr-jun. 2007.
- ARBULU, R. J.; TOMMELEIN, I. D. Value Stream Analysis of Construction Supply Chains: Case Study on Pipe Supports Used IN Power Plants. *In*: 10th ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2002, Gramado, Brazil. **Proceedings...** Gramado, Brazil, 2002. Disponível em: <<http://www.iglc.net/Papers/Details/172>>. Acesso em: 10 jun. 2016.
- AZAMBUJA, M.M. B. **Processo de projeto e Instalação de elevadores em edifícios: diagnóstico e propostas de melhoria**. 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- CAMARGO FILHO, C. A. B. **LCAT: Ferramenta de Avaliação da Implementação da Construção Enxuta**. 2017. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2017.
- CARVALHO, B. S. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de Pós-graduação em Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, 2008.
- CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Banco de dados**: Estudos específicos da construção civil. Disponível em: <<http://www.cbic.gov.br>>. Acesso em: 30 mai. 2016.
- ETGES, B. M. B. S. **Protocolo de auditoria do uso de práticas da construção enxuta**. 2012. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- ETGES, B. M. B. S.; SAURIN, T. A.; BULHÕES, I. R. Identifying Lean Construction Categories of Practices in the IGLC Proceedings. *In*: 20th ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 2012, San Diego, USA. **Proceedings...** San Diego, USA. 2012. Disponível em: <<http://www.iglc.net/Papers/Details/767>>. Acesso em: 05 jun. 2016.
- FONTANINI, P.S.P.; PICCHI, F.A. Value Stream Macro Mapping a case study of aluminum windows for construction supply chain. *In*: 12th CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN, 2004, Elsinore, Denmark. **Proceedings...** Elsinore, Denmark, 2004.
- HOWELL, G. A. What is Lean Construction. *In*: 7th ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 1999, Berkeley, USA. **Proceedings...** Berkely, USA. 1999. Disponível em: <<http://www.iglc.net/Papers/Details/74>>. Acesso em: 30 mai. 2016.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais**. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=12>. Acesso em: 30 mai. 2016.
- ISATTO, E. L. **Proposição de um modelo teórico-descritivo para a coordenação inter-organizacional de cadeias de suprimentos de empreendimentos de construção**. 2005. 286 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Center for Integrated Facility Engineering. 1992. 87f. Technical Report. Finland VTT Building Technology, Finland, 1992.

MELHORES E MAIORES. **Construção civil vive crise sem precedentes no Brasil.** Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/109202/noticias/a-crise-e-a-crise-da-construcao>>. Acesso em: 30 mai. 2016.

O'BRIEN, W. Construction Supply-Chain Management: A vision for Advanced Coordination, Costing, and Control. *In: NSF BERKELEY-STANFORD CONSTRUCTION RESEARCH WORKSHOP*, 1999, Stanford, California. **Proceedings...**Stanford, California, 1999.

PICCHI, F. A. Oportunidades de aplicação do Lean Thinking na construção. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 7-23, 2003.

PICCHI, F.A.; GRANJA, A. D. Construction Sites: Using Lean principles to seek broader implementations. *In: 12th CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION*, 2004, Elsinore, Denmark. **Proceedings...** Elsinore, Denmark, 2004.

SALEM, O.; SOLOMON, J.; GENAIDY, A.; MINKARAH, I. Lean Construction: From Theory to Implementation. **Journal of Management in Engineering**, v. 22, n. 4, p. 168–175, 2006.

SILVA, R. S. M.; AMARAL, T. G.; SILVA, F. M. A. Fuzzy logic applied to lean construction – An implemetation in building companies. **Journal of Civil Engineering and Architecture Research**. v. 1, n. 1, p. 37-44, 2014.

SINDUSCON: SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO NO ESTADO DE GOIÁS. **Revista Construir Mais.** Disponível em: <<http://www.sinduscongoias.com.br/index.php/en/revista-construir-mais-2/edicoes-anteriores>>. Acesso em: 30 nov. 2016.

VRIJHOEF, R. Co-makship in Construction : **Towards Construction Supply chain Management.** 1998. Dissertation (Master of Engineering) Technical Research Center of Filand, Espoo, Filand:, 1998.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Beyond Toyota: How to root out waste and purse perfection. **Harvard Business Review**. v. 74, n. 5, p. 140-158, Sept./Oct. 1996.