

MÉTODOS DISPONÍVEIS EM LITERATURA PARA MENSURAÇÃO DO USO DO *LEAN CONSTRUCTION* EM EMPRESAS CONSTRUTORAS

Arthur Felipe Echs Lucena¹

Luci Mercedes De Mori²

RESUMO

A influência da indústria da Construção Civil na economia nacional é notória, assim como os desafios e barreiras que esse setor enfrenta em relação ao desenvolvimento de seus processos produtivos. Nesse contexto, ganha destaque a filosofia *Lean Construction*, que busca construir empreendimentos com menor uso de recursos e mais rapidamente, mas de modo a garantir maior qualidade ao produto final e satisfação de todos os envolvidos no processo. No entanto, a aplicação e disseminação de tal filosofia nas empresas do setor têm se mostrado difíceis, uma vez que esta corrente teórica se baseia em princípios essencialmente teóricos e de grande intangibilidade, tornando a mensuração de seu uso bastante complexa de ser realizada. Nesse sentido, o presente estudo objetivou identificar e descrever métodos desenvolvidos para a mensuração do uso do *Lean Construction* em empresas do setor da construção civil. Dessa forma, busca-se contribuir para a consolidação de tais metodologias, divulgando-as e favorecendo o aumento do seu uso, além de fomentar o desenvolvimento de outras pesquisas sobre o tema. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico dos métodos mais referenciados pelos pesquisadores, através de consulta a artigos publicados em revistas científicas, anais de eventos, livros, teses, dissertações, monografias e trabalhos de conclusão de curso. Assim sendo, foi possível se destacar seis métodos de mensuração fundamentados nos princípios da filosofia *Lean*, cujas aplicações, segundo seus autores, se mostraram eficientes em retratar a realidade das obras investigadas. Em contrapartida, constatou-se que as aplicações dos métodos se resumiram, essencialmente, aos próprios esforços dos autores na concepção e validação destes, havendo poucos indícios, na literatura, de que tenham sido novamente utilizados por outras empresas e pesquisadores.

Palavras-chave: Construção Enxuta. Instrumentos de Mensuração. Construção Civil.

¹ Acadêmico, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, arthur.elucena@hotmail.com

² Prof^a. Dr^a., Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, lmmori@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

No atual cenário da sociedade brasileira, é notável a influência exercida pelas atividades da indústria da Construção Civil. Em 2014, totalizavam-se 119 mil empresas ativas no setor, responsáveis por empregar 2,9 milhões de pessoas e movimentar, em decorrência de obras e/ou serviços da construção, cerca de R\$ 371,5 bilhões de reais (IBGE, 2014). Destaca-se, nesse contexto, a importância do papel da mão de obra, registrada com uma participação de 55% no Custo Unitário Básico (CUB) de construção por metro quadrado, em janeiro de 2016 (CBIC, 2016).

No entanto, é fato que essas empresas enfrentam grandes desafios e barreiras no desenvolvimento de seus processos produtivos. Pereira (2012, p. 28) afirma que

Em geral, a indústria da Construção Civil é rotulada por dois fatores; os altos custos oriundos principalmente de desperdícios, e a baixa produtividade. A baixa produtividade é causada principalmente pelos seguintes fatores: falta de qualificação de mão de obra a ser contratada, falhas de planejamento, alta rotatividade, inadequado controle de qualidade, problemas com abastecimento, problemas de estoque, dificuldades de acesso à obra, *layout* de canteiro não adequado, e, complexidade de fontes e origens de materiais envolvidos no processo produtivo.

É nesse contexto que se observa a importância de uma filosofia de gestão que, quando aplicada no setor da Construção Civil, é denominada *Lean Construction (LC)* ou Construção Enxuta. De maneira bastante simplificada, Heineck et al. (2009, p. 10) resumem a visão de tal corrente teórica como sendo “construir com a metade dos recursos, na metade do tempo, sem desperdícios e com o dobro da satisfação dos clientes, operários e empresários”.

De acordo com Hofacker et al. (2010), a grande diferença existente na adoção da filosofia *Lean* como alternativa ao modelo tradicional de gestão é que o modelo tradicional não diferencia as atividades de processamento ou conversão das atividades de fluxo. Assim, quando este modelo é visto na ótica da Construção Enxuta, conclui-se haver um grave erro de análise, pois, segundo os autores,

Ao focar sua atenção somente nas conversões, o modelo convencional despreza os fluxos existentes entre elas. No entanto, o que se observa na prática, em gestão de obras, por exemplo, é que estas operações (os fluxos) são relevantes e determinam o sucesso na conclusão de uma atividade, tanto quanto as atividades de conversão – construção propriamente. Muito embora se considerem as operações de fluxo desnecessárias à melhoria do processo, procurando então eliminá-las, partindo do princípio que elas não agregam valor ao produto final do ponto de vista do cliente (HOFACKER et al., 2010, p.161).

Nesse sentido, Koskela (1992) propôs a adoção de onze princípios básicos, a serem considerados pelas empresas adeptas do *Lean* na execução de todas as atividades de uma obra:

- a) reduzir a parcela de atividades que não agregam valor;
- b) aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes;
- c) reduzir a variabilidade;
- d) reduzir o tempo de ciclo;
- e) simplificar, através da redução do número de passos ou partes;
- f) aumentar a flexibilidade de saída;
- g) aumentar a transparência do processo;
- h) focar o controle no processo global;
- i) introduzir a melhoria contínua nos processos;
- j) manter um equilíbrio entre melhoria nos fluxos e nas conversões;
- k) fazer *benchmarking*.

Contudo, como ressaltado por Hofacker et al. (2008), os onze princípios propostos por Lauri Koskela em 1992 e que se tornaram fundamento básico da filosofia *Lean Construction* são, essencialmente, grandezas qualitativas. Assim, princípios como o aumento do valor agregado ao produto, desenvolvimento contínuo do processo e equilíbrio entre fluxos e conversões são grandezas de grande intangibilidade, sendo, portanto, difíceis de mensurar.

Nesse cenário, observa-se uma escassez de pesquisas que exponham formas de mensuração do uso da filosofia e de seus parâmetros, fato que tem prejudicado a dispersão da ideologia no Brasil. Isto acontece porque as empresas que são adeptas desta ou que pretendem aderir a ela possuem poucas condições para estabelecer comparações a respeito do seu desempenho em relação a outras empresas (CARVALHO, 2008).

Portanto, a presente pesquisa se faz importante, uma vez que, ao buscar levantar os principais métodos de mensuração de uso do *Lean Construction* em empresas construtoras existentes na literatura, fomenta-se o interesse e o desejo de que novas pesquisas sejam desenvolvidas no tema. Além disso, promove-se as metodologias já existentes, visto que se incentiva novas aplicações destas. Assim sendo, para o desenvolvimento deste estudo, se realizou um levantamento bibliográfico das metodologias mais referenciadas, através de consulta a artigos publicados em revistas científicas, anais de eventos, livros, teses, dissertações, monografias e trabalhos de conclusão de curso encontrados com o auxílio da ferramenta de pesquisa Google Acadêmico, Periódicos da Capes ou mecanismo similar.

2. DESENVOLVIMENTO

Ao longo dos últimos anos, várias ferramentas de diagnóstico foram desenvolvidas na temática do *Lean Construction*. Um dos primeiros modelos reconhecido foi o *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR), ferramenta desenvolvida por um grupo de pesquisadores do programa de pesquisas PROBAL, em parceria entre Brasil e Alemanha, em 2008 e posteriormente atualizada em 2010. Pouco tempo depois, Carvalho (2008) analisou o modelo LCR e fez adaptações, desenvolvendo, assim, a sua própria metodologia. Nos anos seguintes, outros instrumentos de mensuração foram desenvolvidos, como os propostos por Pereira (2012), Kurek et al. (2013), Tonin e Schaefer (2013) e Souza e Cabette (2014).

2.1. O *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR), proposto em Hofacker et al. (2008) e atualizado em Hofacker et al. (2010)

O *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR) é uma metodologia que busca “desenvolver um modelo de avaliação da qualidade e do grau de aplicação da Construção Enxuta em empresas construtoras” (HOFACKER et al., 2010, p. 163). Segundo os autores, a ferramenta, que consiste em uma ficha avaliativa de trinta questões, tem por premissa ser de rápida aplicação (duração não maior do que uma hora), além de ser flexível o suficiente para que possa ser aplicado em diferentes países e tipos de edificações. Salientam, ainda, que o modelo apresenta simplicidade em seu preenchimento, de forma que este pode ser realizado na presença apenas do engenheiro ou do mestre de obras.

As questões a serem respondidas foram agrupadas em seis categorias principais, a saber: foco no cliente; desperdícios; qualidade; fluxo de materiais; organização, planejamento e fluxo de informações; melhorias contínuas. É importante ressaltar que essa organização foi baseada nos cinco

princípios do *Lean Thinking*, apresentados por Womack, Jones e Roos, em 1990³, além dos onze princípios apresentados por Koskela, em 1992 (HOFACKER et al., 2010). No Quadro 1, é mostrada uma simplificação do modelo, com a divisão entre categorias, pontos de avaliação e escala de pontuação.

Quadro 1 – Modelo LCR simplificado (continua)

CATEGORIA	Nº	PONTO DE AVALIAÇÃO	0-6
FOCO NO CLIENTE	1	Foco no cliente, em termos de vendas, marketing e foco estratégico, detectando o que é o valor para o cliente.	
	2	Comunicação regular com o cliente e flexibilidade para adaptar as mudanças requeridas.	
	3	Flexibilidade do projeto e comunicação entre projetistas e gerente da construção (durante a execução).	
	4	Limpeza do canteiro de obras (5S).	
DESPERDÍCIOS	5	Desperdício dos materiais de construção: detecção dos desperdícios e consciência no canteiro.	
	6	Ações, conhecimento e incentivos para eliminar os desperdícios (produção em excesso, tempos de espera, transportes desnecessários, retrabalhos...).	
	7	Gerenciamento dos resíduos (reciclagem, separação do entulho da construção).	
	8	Utilização dos espaços: quanto o espaço é eficientemente utilizado (áreas dedicadas aos materiais, pequenas peças organizadas, menor espaço possível utilizado).	
	9	Tempo desperdiçado (redução do tempo de transporte, tempo de espera, padronização do uso de equipamentos e transportes).	
QUALIDADE	10	Controle de qualidade constante dos materiais de construção (ex. certificação de controle da resistência do concreto).	
	11	A empresa possui algum tipo de certificação da qualidade (e.g. ISO, PBQP-H).	
	12	Percepção visual da qualidade de execução dos serviços (variabilidade do padrão).	
	13	Segurança no canteiro de obras.	
	14	Busca e análise das causas dos retrabalhos (5W).	
	15	Padronização de processos.	
	16	Sistema de gerenciamento visual (sinalização clara, sinalização autoexplicativa e sistemas de controle de qualidade).	
	17	Grau de mecanização (maquinário técnico) para obter uma qualidade de padronização e desempenho.	

³ Refere-se à obra intitulada “*The machine that changed world*”, publicada por Womack, Jones e Roos em Nova York, no ano de 1990.

Quadro 1 – Modelo LCR simplificado (continuação)

CATEGORIA	Nº	PONTO DE AVALIAÇÃO	0-6
FLUXO DE MATERIAIS E PRODUÇÃO PUXADA	18	Sistema de cartões <i>Kanban</i> (existência e bom funcionamento).	
	19	Aplicação de conceitos <i>Just-in-time</i> (medição, por exemplo, da quantidade de armazenamento. Exemplo: estoque > 1 semana, não é JIT).	
	20	Uso de concreto usinado (uso =(6), feito no canteiro = 0).	
	21	Sistema de pedido e tempo de reposição de materiais (concreto, aço, tijolos) pelos fornecedores (1 dia = (6), 1 semana = (3), > 2 semanas = (0)).	
	22	Uso de sistemas de suporte ao transporte (grua) e padronização dos transportes (<i>pallets</i>).	
ORGANIZAÇÃO, PLANEJAMENTO E FLUXO DE INFORMAÇÕES	23	Como é a consciência, convencimento e suporte da alta gerência na aplicação dos conceitos da <i>Lean Construction</i> .	
	24	Motivação e responsabilidade dos empregados (existem ações, métodos que promovam isso?).	
	25	Polivalência das equipes (o quão flexíveis são os empregados para trabalhar em diferentes serviços).	
	26	São feitas reuniões diárias com aplicação do sistema <i>Last-Planner</i> (6)? Ou a estrutura de planejamento da produção é tradicional (0)?	
	27	Ferramentas de comunicação (ex. aplicação do <i>Andon</i>).	
	28	Aplicação de sistemas de informação vertical e horizontal.	
MELHORIAS CONTÍNUAS	29	Busca da empresa pela perfeição, processo de aplicação do aprendizado de projeto para projeto.	
	30	Educação continuada dos empregados (ex. qualidade, cursos de especialização, <i>Lean</i> ...).	

Fonte: Hofacker et al. (2010, p.165-166)

Para garantir maior representatividade dos dados, a recomendação dos autores é de que o modelo seja aplicado por dois pesquisadores, com amplo conhecimento na teoria *Lean*. A partir da análise, realizada ao longo de uma entrevista acompanhada de uma observação *in loco*, cada avaliador atribui para cada uma das perguntas uma nota que varia entre zero e seis. Posteriormente, se determina a média da pontuação, apresentada na forma percentual, e com base nesta, classifica-se a empresa, a partir de uma escala que varia do nível AAA até o nível D. Salienta-se, ainda, que essa classificação foi concebida de maneira que empresas que não aplicassem os conceitos da Construção Enxuta em suas obras não pudessem atingir o nível B (HOFACKER et al., 2010).

Após as considerações feitas por Carvalho (2008)⁴, os autores afirmam que se geraram discussões a respeito da abrangência do modelo original – publicado por Hofacker et al. (2008) – e da caracterização que ele proporcionava. Assim, uma atualização do LCR foi sugerida por Hofacker et al. (2010), em que se observam duas mudanças substanciais: a premissa de que sejam analisadas ao menos cinco obras de uma mesma empresa e a apresentação dos resultados coletados na forma de um gráfico radar, onde cada vértice do polígono gerado no gráfico corresponda a um princípio do *Lean*, dentre os sugeridos por Womack, Jones e Roos (1990).

⁴ Detalhadas no item 2.2 deste artigo.

2.2. O modelo de Carvalho (2008)

A ferramenta proposta por Carvalho (2008) consiste em seis formulários estruturados como protocolo de coleta de dados, complementados por visitas às obras das empresas analisadas. De acordo com o autor, o objetivo do método é fornecer ao usuário uma ferramenta que exponha o uso da Construção Enxuta na empresa em estudo, além de apresentar a percepção do cliente diante das características da corporação, em relação aos princípios do *Lean*. Assim, a empresa poderá determinar seus pontos fortes e fracos e, de tal modo, traçar um plano de melhorias que auxilie o desenvolvimento do negócio e melhore a satisfação do cliente. Contudo, não se pretende, com o modelo, fornecer uma “cartilha de implantação” da filosofia *Lean* para as construtoras estudadas.

Segundo o autor, os formulários foram desenvolvidos com base nos princípios propostos por Koskela (1992), e devem ser aplicados aos principais agentes da obra, obtendo, necessariamente, representantes dos seguintes setores: diretoria, engenharia, operários, fornecedores, projetistas e clientes. Tal requisito se faz necessário a fim de se retratar fielmente o fluxo de trabalho da empresa, estabelecendo-se uma avaliação setorial das diferentes áreas e também um diagnóstico geral da corporação.

Cada formulário é específico para um dos setores a ser entrevistado, e pode ser aplicado em qualquer construtora, independente se essa julgue possuir características *Lean* em sua produção ou não. É válido ressaltar, no entanto, que o formulário referente aos clientes não possui impacto direto na avaliação, servindo somente como instrumento complementar às futuras tomadas de decisões por parte da empresa na busca por melhorias (CARVALHO, 2008).

A entrevista para preenchimento dos formulários tem duração esperada de quarenta e cinco minutos, sendo permitido que o entrevistador esclareça eventuais dúvidas a respeito das perguntas da pesquisa, e que o entrevistado faça comentários espontâneos sobre cada um dos tópicos abordados, sendo esses anotados, mas não contabilizados para a análise dos dados. É importante ressaltar que as perguntas solicitam ao entrevistado que ele classifique vários comportamentos da empresa com uma escala que varia entre zero e três (CARVALHO, 2008).

Com base nos resultados obtidos em cada entrevista, calculam-se as médias aritméticas das notas dadas pelos entrevistados, sendo tais médias determinadas por princípio do *Lean* e por setor de entrevistados. Posteriormente, calculam-se médias aritméticas globais, considerando-se as classificações respondidas por todos os entrevistados em cada princípio avaliado. Por fim, calcula-se uma última média global que fornece um resultado unificado sobre a situação da empresa em relação a todos os setores entrevistados e a todos os princípios *Lean*. Vale ressaltar que, no cálculo das médias, são considerados pesos iguais para todos os princípios e perguntas do questionário (CARVALHO, 2008).

Considerando-se o máximo valor que a média pode atingir (três), as médias determinadas anteriormente são convertidas em percentuais de desempenho, exibidos através de um gráfico do tipo “radar”, no qual, segundo Carvalho (2008), a divisão deve ser feita em quatro níveis, sendo eles: nível A (85% a 100%); nível B (70% a 84%); nível C (55% a 69%); nível D (0 a 54%).

O autor destaca ainda que este gráfico deve possuir colorações que facilmente distingam os níveis, sendo a cor verde referente ao nível “A”, a cor amarela referente ao nível “B”, a cor laranja referente ao nível “C” e a cor vermelha referente ao nível “D”. Um exemplo do gráfico radar é exposto na Figura 1.

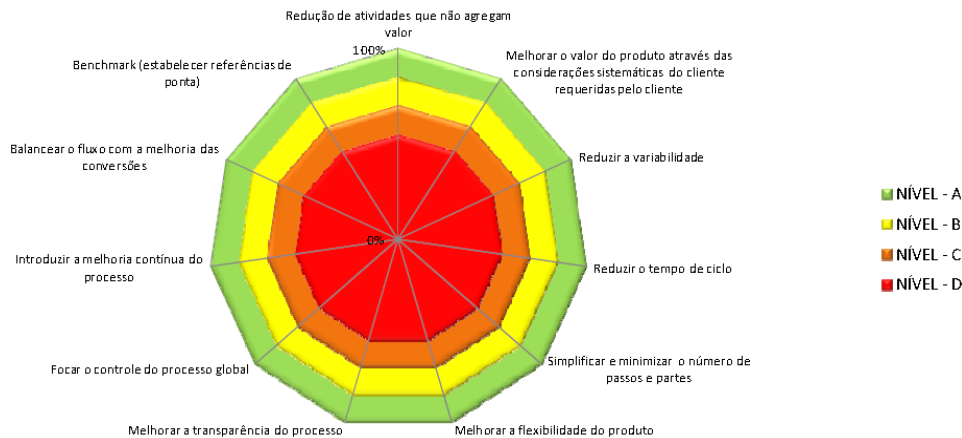


Figura 1 – Exemplo de gráfico radar

Fonte: Carvalho (2008, p. 57).

2.3. O método de Pereira (2012)

Baseando-se no modelo de Carvalho (2008), e com o objetivo de traçar um panorama geral do uso da Construção Enxuta e levantar a situação específica da aplicação dos onze princípios de Koskela (1992) em empresas da Construção Civil, Pereira (2012) desenvolveu um questionário composto por quarenta questões, subdivididas em doze partes. De acordo com a autora, “a primeira [parte é] uma introdução sobre o interesse e conhecimento geral sobre o tema, e as demais onze partes baseadas nos princípios da construção enxuta” (PEREIRA, 2012, p. 43).

Segundo Pereira (2012), o questionário deve ser aplicado a profissionais graduados em engenharia e que trabalhem diretamente em obras das empresas em estudo. No caso da aplicação do material feita pela autora, a divulgação do questionário aos engenheiros foi feita via internet, através da ferramenta *Google Docs*.

Para a análise dos resultados, inicialmente é determinado um peso, que varia de 1 a 3, para cada resposta obtida, dependendo do nível de classificação em que ela se enquadra, conforme exposto na Figura 2 (PEREIRA, 2012).

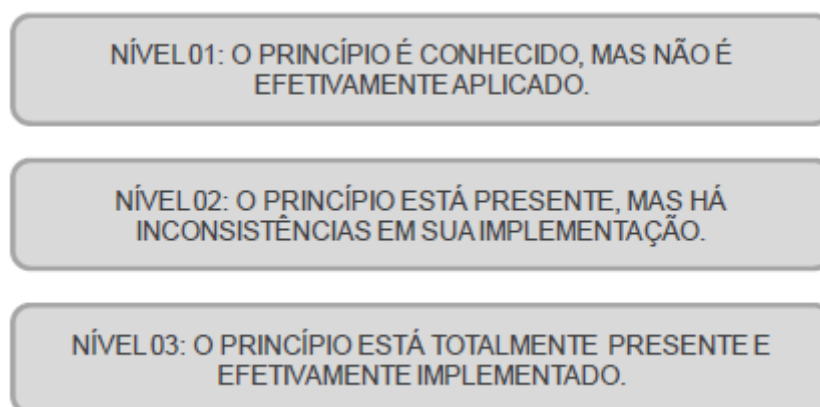


Figura 2 – Níveis de classificação

Fonte: Pereira (2012, p. 49).

Em seguida, para cada resposta, identifica-se o número de pessoas que a selecionou, e multiplica-se pelo peso que foi determinado. Faz-se, então, uma média aritmética desses valores, obtendo, como resultado, o nível final de classificação daquela pergunta. Após a análise individual das perguntas, faz-se uma outra média aritmética, sendo essa com base nos resultados finais das questões relacionadas a cada princípio, obtendo-se a média do nível de aplicação daquele princípio nas empresas analisadas (PEREIRA, 2012).

2.4. A ferramenta de Kurek et al. (2013)

O modelo desenvolvido por Kurek et al. (2013) baseia-se em um questionário inspirado nos princípios da Construção Enxuta, propostos por Koskela (1992). De acordo com os autores, “para cada princípio, foram elaboradas perguntas que envolvem práticas, atitudes e comportamentos, cujas aplicações apresentam as evidências da utilização da filosofia” (KUREK et al., 2013, p. 32).

Assim para cada pergunta, deve ser assinalado, conforme a sua aplicação na empresa, uma das seguintes opções: “sim”, “não” ou “não se aplica”. Em seguida, calcula-se o indicador da pontuação por princípio Lean Construction (IPi), dado pela porcentagem de pontos obtidos em relação ao total de pontos possíveis. Finalmente, calcula-se o indicador geral de Construção Enxuta (ICE), obtido através da média ponderada dos pontos obtidos por indicador por princípio (KUREK et al, 2013).

Segundo os autores, o cálculo do IPi permite identificar quais princípios estariam sendo contemplados nas práticas de produção das obras, enquanto a determinação do ICE fornece uma visão holística do processo produtivo implantado (KUREK et al, 2013).

2.5. A metodologia de Tonin e Schaefer (2013)

Tonin e Schaefer (2013) basearam-se na mesma rotina proposta por Kurek et al. em 2006⁵ para desenvolverem sua ferramenta. A mais impactante alteração sugerida pelos autores no modelo anterior foi adaptar as perguntas da ficha de avaliação de maneira a possibilitar que essas fossem respondidas com “sim” ou “não”. Dessa maneira, foi possível estabelecer uma pontuação para cada princípio da Construção Enxuta.

Paralelamente à aplicação da ficha, Tonin e Schaefer (2013) sugerem uma etapa de observação direta, capaz de corroborar os dados respondidos anteriormente com informações mais precisas.

O modelo proposto se refere a uma ficha de avaliação com trinta e sete questões, agrupadas em relação aos princípios do *Lean* sugeridos por Koskela. Assim, através de entrevistas com os envolvidos na obra e também por meio da observação *in loco*, o avaliador preenche a ficha de avaliação. Em seguida, calcula-se um percentual de desempenho da empresa em cada princípio *Lean*, considerando-se a relação entre o número de respostas positivas possíveis e o número de respostas positivas observadas na empresa estudada. Com base em tal percentual, uma nota é atribuída à empresa em relação a cada um dos princípios, conforme exposto no Quadro 2 (TONIN; SCHAEFER, 2013).

⁵ Trata-se de uma versão anterior da metodologia exposta no item 2.4, descrita na obra intitulada “Aplicação dos princípios Lean ao setor de edificações”, publicada por Kurek et al., em Passo Fundo, no ano de 2006.

Quadro 2 – Pontuação por princípio do *Lean Construction* na ficha de avaliação

LEGENDA	ESCALA DE NOTAS – FICHA DE AVALIAÇÃO			
% Obtida	0%	Até 50%	Até 75%	100%
Parecer	Princípio não aplicado	Aplicação com deficiência	Aplicado parcialmente	Aplicado totalmente
Nota	Nota 0	Nota 1	Nota 2	Nota 3

Fonte: Tonin e Schaefer (2013, p. 26)

Finalmente, de acordo com Tonin e Schaefer (2013), calcula-se o Nível de Aplicação *Lean Construction* (N_{ALC}), um percentual que relaciona o somatório das notas parciais atribuídas a cada princípio e o total possível para esse somatório, no caso, trinta e três. Baseado nesse índice, a empresa pode observar seu posicionamento em relação à aplicação da filosofia.

2.6. O método de Souza e Cabette (2014)

Com o objetivo de avaliar o uso da Construção Enxuta anteriormente e posteriormente à orientação e introdução dos conceitos da filosofia por parte de profissionais especializados na área, Souza e Cabette (2014) propuseram sua própria ferramenta de mensuração do *Lean*.

A metodologia consiste no uso de diversos instrumentos, tais como diálogos informais, entrevistas informais e visitas técnicas periódicas, ao longo de todo processo de implementação do *Lean Construction* na empresa. Por fim, é aplicado o questionário exposto no Quadro 3 ao gestor da obra, verificando-se as consequências da implementação da filosofia e os ganhos alcançados dentro da empresa (SOUZA; CABETTE, 2014).

Quadro 3 – Questionário de avaliação do uso da Construção Enxuta (continua)

PRINCÍPIOS	PERGUNTAS
Reduzir as atividades que não agregam valor	1: Nos projetos da empresa existe um plano de área de trabalho? 2: Possui equipamentos para movimentação de materiais?
Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	1: Existe algum sistema de gestão da qualidade, para verificação dos serviços? 2: É realizada pesquisa de satisfação dos clientes?
Reduzir a variabilidade	1: É realizado treinamento de mão de obra para mostrar a importância da aprendizagem de uma nova atividade? 2: O processo de execução de serviços é padronizado?
Reduzir o tempo de ciclo	1: A mão de obra é reduzida, trabalha com equipes pequenas? 2: Os funcionários evitam muita movimentação e espera durante as atividades?
Simplificar pela diminuição do número de passos e/ou partes	1: Utiliza o serviço de corte e dobra de aço do fornecedor e elementos pré-fabricados? 2: Os funcionários são capazes de exercer mais de uma atividade específica?
Aumentar a flexibilidade na execução do produto	1: Existe sistema que possibilita flexibilização das plantas? 2: Existe formulário dos projetos de modificação?

Quadro 3 – Questionário de avaliação do uso da Construção Enxuta (continuação)

PRINCÍPIOS	PERGUNTAS
Aumentar a transparência	1: Utiliza comunicação visual, com informações da produção, através de cartazes ou placas? 2: Emprega controle com indicadores de desempenho? 3: Tem alguma estratégia que vise melhorar a organização e a limpeza da obra? Qual?
Focar o controle em todo o processo	1: Existe planejamento a longo, médio e curto prazo? 2: Existe alguma parceria com fornecedores a fim de reduzir o tempo de descarga dos materiais? 3: Trabalha com estoques reduzidos, com entrega parcial de materiais?
Estabelecer a melhoria contínua	1: São realizadas reuniões com a equipe para resolver problemas e discutir melhorias? 2: Os processos são padronizados e as equipes são fixas? 3: A empresa faz a premiação dos funcionários para os melhores resultados?
Balancear as melhorias dos fluxos com as melhorias das conversões	1: Os processos utilizados são racionalizados, e as perdas de material e movimentação são reduzidas? 2: A empresa busca inovações tecnológicas que se adaptem às suas obras? 3: Estas inovações buscam melhorar tanto o processo quanto os fluxos?
Fazer benchmarking	1: A construtora reconhece seus pontos fracos, processos passíveis de melhoria? 2: Busca e identifica em outras empresas técnicas de sucesso, fazendo visitação ou recolhendo informações destes procedimentos? 3: Consegue adaptar as boas práticas à realidade da construtora?

Fonte: adaptado de Souza e Cabette (2014, p. 26)

3. CONCLUSÃO

Em meio à literatura disponível, várias metodologias de análise e mensuração da aplicação da filosofia *Lean Construction* em obras foram identificadas e descritas, atingindo o objetivo deste estudo. Tais métodos encontram-se baseados nos principais fundamentos e diretrizes da Construção Enxuta e, de acordo com seus autores – em particular, Carvalho (2008) e Hofacker et al. (2010), que buscavam a validação de seus modelos –, a aplicação destes resultou em dados bastante representativos sobre a situação das empresas analisadas. No entanto, constatou-se que as aplicações dos métodos se resumiram, essencialmente, aos próprios esforços dos autores na concepção e validação destes, havendo poucos indícios, na literatura, de que tenham sido novamente utilizados por outras empresas e pesquisadores.

Nesse sentido, sugere-se, para trabalhos futuros, que esses métodos sejam novamente aplicados e comparados, de maneira a se observar os que apresentam resultados mais representativos e úteis à tomada de decisões por parte da empresa, promovendo a consolidação e disseminação dessas metodologias no meio científico.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, Bruno Soares de. **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da Construção Enxuta**. 2008. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **CUB médio Brasil – Custo Unitário Básico de construção por m²**, 2016. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br/menu/custo-da-construcao/cub-medio-brasil-custo-unitario-basico-de-construcao-por-m2>>. Acesso em: 13 set. 2016.

HEINECK, Luiz Fernando Mählmann et al. **Introdução aos conceitos Lean**: visão geral do assunto. Fortaleza: ExpressãoGráfica, 2009. 104 p. 1 v. Coletânea Edificar Lean - construindo com o Lean Management.

HOFACKER, Alexander et al. Rapid Lean Construction - Quality Rating Model. **IGLC -International Group for Lean Construction**. Manchester - UK, 2008.

HOFACKER, Alexander et al. Um modelo de avaliação do grau de aplicação de ferramentas Lean em empresas construtoras: o Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR). **Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial**, Florianópolis, v. 2, n. 2, p.156-174, dez. 2010. Mensal.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa anual da Indústria da Construção**. Rio de Janeiro: 2014. V. 24. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2014_v24.pdf>. Acesso em: 13 set. 2016.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new production philosophy to Construction**. 72. ed. Stanford: Stanford University, 1992. 75 p.

KUREK, Juliana et al. Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora. **Revista de Arquitetura da Imed**, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p.20-36, jan. 2013. Semestral.

PEREIRA, Mariana Del Carlo. **Avaliação e análise da aplicação da filosofia Lean em empresas de Construção Civil da região metropolitana de Belo Horizonte**. 2012. 96 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

SOUZA, Beatriz Cassiano de; CABETTE, Regina Elaine Santos. Gerenciamento da Construção Civil: estudo da aplicação da “Lean Construction” no Brasil. **Revista de Gestão & Tecnologia**, Lorena, v. 1, n. 2, p.21-26, dez. 2014. Quadrimestral.

TONIN, Luiz Andrei Potter; SCHAEFER, Cecília Ogliari. Diagnóstico e aplicação da Lean Construction em uma construtora. **Iniciação Científica Cesumar**, Maringá, v. 15, n. 1, p.23-31, jan. 2013. Semestral.