

## MENSURAÇÃO DO USO DA LEAN CONSTRUCTION: DIAGNÓSTICO DE EMPRESA CONSTRUTORA ATUANTE NA REGIÃO DE MARINGÁ/PR

Arthur Felipe Echs Lucena (Universidade Estadual de Londrina) eng.arthurlucena@gmail.com

Luci Mercedes De Mori (Universidade Estadual de Maringá) Immori@uem.br

**Resumo:** No setor da construção civil, ainda se presencia a existência de perdas em seus processos produtivos, sendo importante incorporar práticas mais racionais que visem a melhoria contínua e, conseqüentemente, maior qualidade do produto. Nesse contexto, ganha destaque uma filosofia de gestão conhecida como *Lean Construction*. Entretanto, como tal filosofia prevê a adoção de princípios cujos resultados na obra são essencialmente qualitativos, nota-se a necessidade de se mensurar quantitativamente a implantação desses, a fim de se estabelecer um diagnóstico de como a obra se encontra em relação ao que é proposto na filosofia *Lean*. Nesse sentido, existem várias ferramentas para realizar essa mensuração. Com o objetivo de aplicar e analisar três desses métodos, a presente pesquisa realizou um estudo em uma empresa construtora atuante na região de Maringá/PR. Assim, aplicaram-se em uma obra da empresa selecionada os métodos de mensuração quantitativa que se julgou estarem mais consolidados na atualidade. Com base nos resultados gerados, realizou-se uma análise do diagnóstico da empresa fornecido por cada método, de modo a observar se seus resultados são coerentes. Dessa forma, concluiu-se que dentre os métodos analisados não há ainda um que apresente resultados perfeitamente condizentes com o que é averiguado no cotidiano da empresa analisada. Dentre os métodos avaliados, o proposto por Hofacker *et al.* (2008) e Carvalho (2008) obtiveram resultados mais representativos. Destaca-se, também, a rápida e prática aplicação do método de Tonin e Schaefer (2013).

**Palavras-chave:** Construção Enxuta. Sistema Toyota de Produção. Construção civil

## LEAN CONSTRUCTION MEASURING: DIAGNOSIS OF CONSTRUCTION COMPANY FROM MARINGÁ/PR

**Abstract:** In the civil construction sector, it is a fact that there are losses in the production processes adopted, so it is important to incorporate more rational practices that seek continuous improvement and, by consequence, a better quality of the product. In this context, a management philosophy known as *Lean Construction* stands out. However, as this philosophy suggests the adoption of principles whose results on the construction site are essentially qualitative, it is necessary to quantitatively measure their implementation, in order to establish a diagnosis of the development level of the construction site with regard to what is suggested by the *Lean* philosophy. Thus, several tools were created to perform this measurement. In order to apply and analyze three of these tools, the present research developed a case study in a construction company from Maringá/PR. Therefore, the methods of quantitative measurement that were judged to be better consolidated were applied in a construction site from the selected company. Based on the results, an analysis of the company diagnosis provided by each method was made. So, it was concluded that none of the analyzed methods presented perfectly consistent results, as they are compared to what really happened in the construction site. Among the evaluated methods, the ones created by Hofacker *et al.* (2008) and Carvalho (2008) presented the most representative results. The rapid and practical application of the Tonin e Schaefer (2013) tool was also surprising.

**Keywords:** Civil construction. Toyota Production System. Measurement tools.

### 1. INTRODUÇÃO

É evidente que, no segmento da construção civil, sempre existem melhorias processuais a serem desenvolvidas. Isso implica no fato de que a rotina de processos vigente em uma determinada empresa ou obra não é ideal, de modo que gera perdas. De fato, em uma pesquisa realizada em

1998, pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade da Construção Civil (ITQC) em parceria com o Departamento de Engenharia de Construção Civil da EPUSP e outras quinze universidades, constatou-se que houve uma perda percentual média dos materiais básicos de construção civil (classificados como areia, saibro, cimento, pedra e cal) na faixa de 75% a 182% dependendo do material analisado (FINEP, ITQC e PCC-EPUSP, 1998).

A pesquisa citada analisou perdas de materiais de construção, no entanto, conforme exposto por Braga e Trzesniak (1999), é possível observar perdas em muitos outros aspectos, como quando analisadas em decorrência de substituição, não-conformidades, superprodução, estoque, entre outros. Evidencia-se, assim, a necessidade de se adotar práticas mais racionais no canteiro de obras, de tal maneira a sempre possibilitar a melhoria contínua do que está implementado. É nesse contexto que se destaca a *Lean Construction*, ou Construção Enxuta, filosofia de gestão derivada dos preceitos do Sistema Toyota de Produção, considerada atualmente uma das melhores opções para desencadear uma otimização de desempenho e consequente redução de perdas nos processos produtivos, em todos os seus aspectos (CARVALHO, 2008).

Nesse sentido, Koskela (1992) propôs a adoção de onze princípios básicos, a serem considerados pelos adeptos da filosofia *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 de uma consideração sistemática 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 no processo;
- 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 supracitados são, essencialmente, grandezas qualitativas. Assim, princípios como ‘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 sentido, foram desenvolvidas várias ferramentas para quantificar o uso dos princípios da *Lean Construction* em empresas construtoras. Todavia, não existe ainda um método que seja incontestavelmente aceito pela maioria dos pesquisadores para realizar essa mensuração. Dessa maneira, a presente pesquisa se faz necessária e tem por objetivo aplicar e avaliar três métodos de mensuração, de modo a observar se seus resultados são coerentes com o que é constatado de fato na realidade da empresa.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Ao longo dos últimos anos, várias ferramentas de diagnóstico foram desenvolvidas na temática da *Lean Construction*. Um dos primeiros modelos a ser reconhecido no assunto 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. Contudo, após a aplicação do método LCR em quatro canteiros de obras relatada em Oliveira *et al.* (2010), percebeu-se que os resultados apresentados foram superficiais, não atingindo pontos importantes da filosofia. Essa constatação fez com que os pesquisadores discutissem melhorias, abordadas no método proposto por Carvalho (2008). Nos anos seguintes, outros instrumentos de mensuração foram criados, destacando-se a ferramenta sugerida por Tonin e Schaefer (2013). A seguir, apresentam-se em detalhes cada um desses instrumentos de mensuração, além dos procedimentos adotados no momento da aplicação destes em uma construtora atuante na região de Maringá/PR<sup>1</sup>, denominada Construtora A, também caracterizada a seguir.

### 2.1. Caracterização da empresa analisada

A seleção da empresa construtora participante do estudo teve duas premissas principais:

- a) atuar no segmento da construção civil na região de Maringá/PR;
- b) ter disponibilidade para que fossem aplicados todos os métodos selecionados pelos autores do estudo em um de seus canteiros de obras.

Deste modo, não foi critério eliminatório que a empresa julgasse possuir os fundamentos da filosofia *Lean* implantados em suas obras. Como destacado por Carvalho (2008), é possível que as construtoras apresentem características da Construção Enxuta mesmo sem conhecerem a fundo seus princípios. Em relação à construtora selecionada, denominada Construtora A, destaca-se que seus responsáveis não a consideram adequada da Construção Enxuta.

Para realização do estudo, a empresa disponibilizou o canteiro de obras da reforma de um empreendimento hospitalar. A obra precisou ser executada enquanto o empreendimento mantinha suas atividades cotidianas, fato que trouxe dificuldades adicionais ao trabalho da construtora, visto que o canteiro de obras era bastante reduzido e havia restrições quanto à geração de poeira e poluição sonora.

### 2.2. Método de Carvalho (2008)

A ferramenta proposta por Carvalho (2008) consiste em um formulário<sup>2</sup> estruturado como protocolo de coleta de dados, corroborado por visitas às obras das empresas analisadas. De acordo com o autor, o objetivo do método é verificar, na opinião dos principais envolvidos na obra, o uso da Construção Enxuta.

Seguindo as recomendações de Carvalho (2008), neste estudo, o formulário foi aplicado por um dos desenvolvedores desta pesquisa, por ser pessoa externa à empresa e por possuir amplo conhecimento sobre a filosofia da Construção Enxuta.

Segundo Carvalho (2008), a aplicação do formulário se dá aos principais agentes da obra, obtendo, necessariamente, representantes dos seguintes setores: diretoria, engenharia,

---

<sup>1</sup> Maringá é um município brasileiro localizado no estado do Paraná, com população estimada no ano de 2016 de 403.063 habitantes (IBGE, 2016). <sup>2</sup> Disponível em Carvalho (2008).

operários, fornecedores, projetistas e clientes. Assim, na aplicação da ferramenta no canteiro de obras disponibilizado pela Construtora A, entrevistaram-se os seguintes representantes associados à empresa:

- a) diretoria: engenheiro civil, dono da construtora;
- b) engenharia: estagiário de engenharia da obra analisada;
- c) operário: mestre de obras do empreendimento estudado;
- d) fornecedor: atendente da empresa fornecedora de material hidráulico à obra;
- e) projetista: arquiteta responsável pelo projeto do empreendimento em análise;
- f) cliente de um serviço prestado pela empresa.

A entrevista com cada setor teve duração máxima de 45 minutos. Conforme recomendações de Carvalho (2008), foi permitido que o entrevistado esclarecesse eventuais dúvidas a respeito das perguntas da pesquisa, além de que fizesse comentários espontâneos sobre os tópicos abordados, sendo estes anotados no formulário, mas não contabilizados na análise dos dados. É importante ressaltar também que as perguntas solicitaram ao entrevistado que ele classificasse vários comportamentos da empresa com uma escala que variava entre zero e três.

No caso da entrevista do setor 'clientes', não foi possível coletar dados com clientes da obra em análise, visto que estes não se mostraram disponíveis. Dessa maneira, considerando que a análise proposta por Carvalho (2008) tem como objeto de estudo a empresa como um todo (e não somente a obra), além de que a parte do formulário referente aos clientes não é contabilizada no resultado geral da empresa<sup>2</sup>, alternativamente, buscou-se um contato de um cliente de serviço anterior da empresa para aplicação da pesquisa.

No que se refere ao conteúdo das questões, alguns entrevistados não se julgaram aptos a responder assertivamente ou não acreditaram que tal pergunta fosse aplicável à natureza específica do seu relacionamento com a empresa. Nessas situações, as questões foram desconsideradas do cálculo de médias e percentuais de desempenho. Isso aconteceu nos seguintes casos:

- a) cliente: 1 tópico foi considerado não aplicável;
- b) fornecedor: 2 tópicos foram considerados não aplicáveis. Além disso, o entrevistado não soube responder a 8 tópicos;
- c) projetista: 1 tópico foi considerado não aplicável. Além disso, o entrevistado não soube responder a 1 tópico.

Com base nos dados obtidos em cada entrevista, calcularam-se as médias aritméticas das notas dadas pelos entrevistados, sendo tais médias determinadas por princípio da *Lean*<sup>3</sup> e por setor de entrevistados. Posteriormente, calculou-se também uma média aritmética global, considerando-se as notas dadas por todos os entrevistados em todos os princípios avaliados.

Considerando-se o máximo valor que cada média podia atingir (três), as médias determinadas anteriormente foram convertidas em percentuais de desempenho. De maneira

---

<sup>2</sup> De acordo com o autor do método, os dados coletados a respeito desse setor servem somente como ferramenta de *feedback* (CARVALHO, 2008).

<sup>3</sup> Dentre os expostos por Koskela (1992).

similar, tais médias também foram exibidas através de um gráfico do tipo ‘radar’, no qual, segundo Carvalho (2008), a divisão deve ser feita em quatro níveis, sendo eles:

- a) nível A (85% a 100%);
- b) nível B (70% a 84%);
- c) nível C (55% a 69%);
- d) nível D (0 a 54%).

### 2.3. Método de Hofacker *et al.* (2008)

De acordo com Hofacker *et al.* (2008), o modelo LCR tem como principal objetivo ser de rápida aplicação, sendo estimada em uma hora. A proposta é se ter uma avaliação rápida e visual da situação da empresa, possibilitando um planejamento de melhorias. O método também busca fornecer informações que auxiliem nas decisões financeiras da construtora, de modo a identificar e categorizar riscos e créditos no seu gerenciamento. Outra característica do modelo LCR é que ele foi criado de maneira a ser flexível o suficiente para poder ser aplicado em diferentes ambientes e tipos de construção.

Atendendo às recomendações propostas por Oliveira *et al.* (2010), a aplicação do método foi feita por dois pesquisadores, os autores desta pesquisa. Inicialmente, realizou-se uma etapa de observação *in loco* do canteiro de obras, na qual os pesquisadores buscaram identificar os tópicos que seriam posteriormente avaliados na ficha avaliativa.

Em seguida, realizou-se o preenchimento da ficha de avaliação<sup>4</sup>, documento com trinta questões que tem como base os princípios da *Lean Construction* apontados por Womack, Jones e Roos (1990) e Koskela (1992), sendo esses reorganizados entre seis categorias, a saber: foco no cliente; desperdícios; qualidade; fluxo de materiais e produção puxada; organização, planejamento e fluxo de informações, e melhorias contínuas (HOFACKER *et al.*, 2008). Nesta etapa, os avaliadores atribuíram uma nota que variava entre zero – quando tal princípio não era aplicado ou seu uso era muito precário – até seis – quando o tópico era bem desenvolvido na empresa.

As duas etapas supracitadas tiveram duração de cerca de uma hora, atendendo às recomendações de Oliveira *et al.* (2010). No entanto, salienta-se que houve grande dificuldade, por parte dos avaliadores, em preencher a ficha avaliativa de maneira precisa e assertiva, baseando-se somente na observação *in loco* do canteiro.

Posteriormente à análise *in loco* e preenchimento da ficha de avaliação, calculou-se as porcentagens entre o total possível de pontos e o total atribuído por cada avaliador em cada categoria. Conforme recomendações de Oliveira *et al.* (2010), a análise dos pesquisadores foi unificada por meio de uma média aritmética das respostas dadas por ambos. A fim de se avaliar a empresa estudada de forma global, e seguindo as recomendações de Oliveira *et al.* (2010), também se realizou o cálculo de um índice percentual em relação a todos os tópicos avaliados na pesquisa, de tal forma a se estabelecer a relação entre o total possível de pontos (cento e oitenta) e o total atribuído pelos avaliadores.

<sup>4</sup> Disponível em Oliveira *et al.* (2010).

## 2.4. Método de Tonin e Schaefer (2013)

De maneira similar ao modelo LCR, a aplicação da ferramenta proposta por Tonin e Schaefer (2013) se iniciou por meio da observação *in loco* do canteiro. Em seguida, com base no que foi constatado e com o auxílio de dados obtidos com os envolvidos na obra, respondeu-se todos os tópicos contemplados pela ficha de avaliação<sup>5</sup>, composta por trinta e sete questões, agrupadas em relação aos princípios da *Lean* sugeridos por Koskela (1992). É importante ressaltar ainda que, conforme orientação dos autores, tais questionamentos foram respondidos simplesmente com ‘sim’ ou ‘não’.

Salienta-se que os autores não restringem o número de avaliadores necessários para o preenchimento da ficha avaliativa. Assim, como na ocasião de aplicação do método se encontravam presentes dois pesquisadores (os dois autores deste estudo), optou-se por preencher a ficha somente uma única vez, mas com respostas que fossem de concordância de ambos os pesquisadores. Da mesma maneira que no método LCR, também houveram dificuldades, por parte dos pesquisadores, no preenchimento assertivo das informações solicitadas.

Novamente, houveram questionamentos aos quais se julgou que não eram aplicáveis à obra em estudo ou não se possuía informações assertivas para respondê-los. Assim, uma pergunta foi considerada não aplicável à situação e os avaliadores não souberam responder a outras duas perguntas, de modo que estas foram desconsideradas da análise de pontuação do método.

Posteriormente, de posse dos dados obtidos, calculou-se um percentual de desempenho da empresa em relação a cada princípio da *Lean*, considerando-se a relação entre o número de respostas positivas observadas na empresa estudada e o número de respostas positivas possíveis. Com base em tal percentual, uma nota foi atribuída à empresa em relação a cada um dos princípios, conforme orientações de Tonin e Schaefer (2013).

Finalmente, foi possível calcular o Nível de Aplicação *Lean Construction* ( $N_{ALC}$ ), índice percentual proposto pelos autores do método que relaciona o somatório das notas parciais atribuídas a cada princípio e o total possível para esse somatório, no caso, trinta. Baseado nesse índice, foi possível observar o posicionamento da empresa em relação à aplicação da filosofia.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão detalhados os resultados obtidos nas aplicações de cada ferramenta na obra da Construtora A, além das impressões dos autores deste estudo em relação a convergências e divergências dos resultados dos métodos com o que é efetivamente constatado na realidade.

### 3.1. Método de Carvalho (2008)

A partir dos dados obtidos nas respostas dos entrevistados nos formulários, obteve-se os percentuais de desempenho apresentados nos gráficos ‘radar’ das Figuras 1 a 6.

---

<sup>5</sup> Disponível em Tonin e Schaefer (2013).

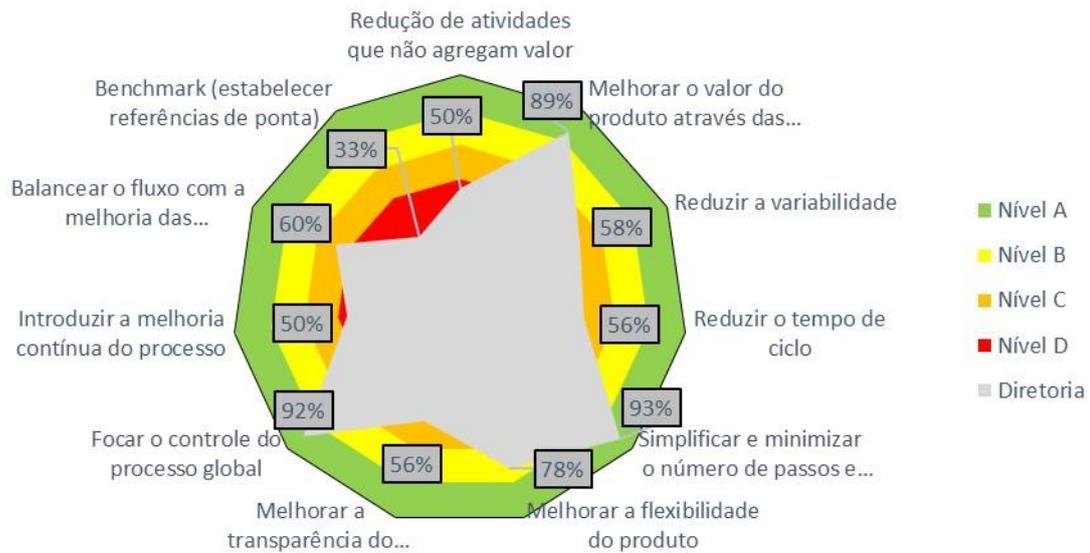


Figura 1 – Gráfico radar da análise do setor ‘diretoria’ da Construtora A.

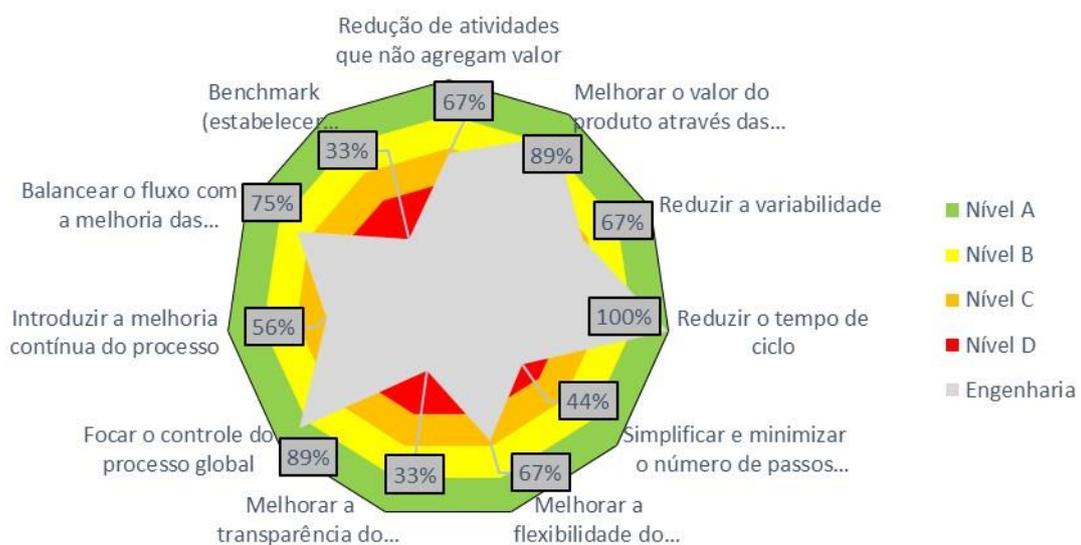


Figura 2 – Gráfico radar da análise do setor ‘engenharia’ da Construtora A.

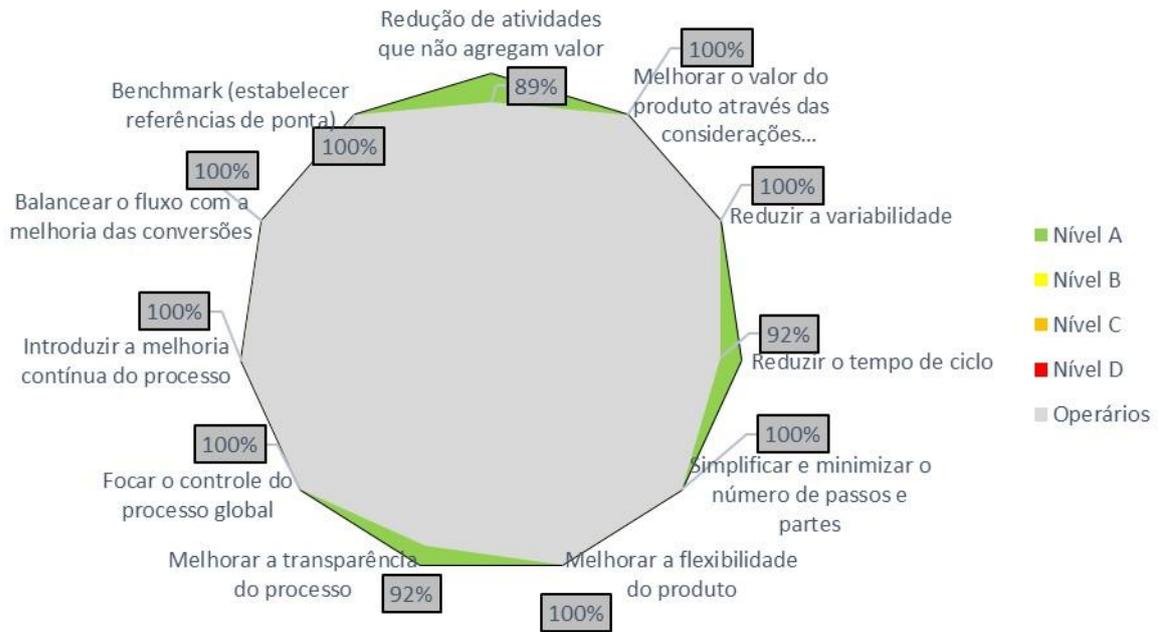


Figura 3 – Gráfico radar da análise do setor ‘operários’ da Construtora A.

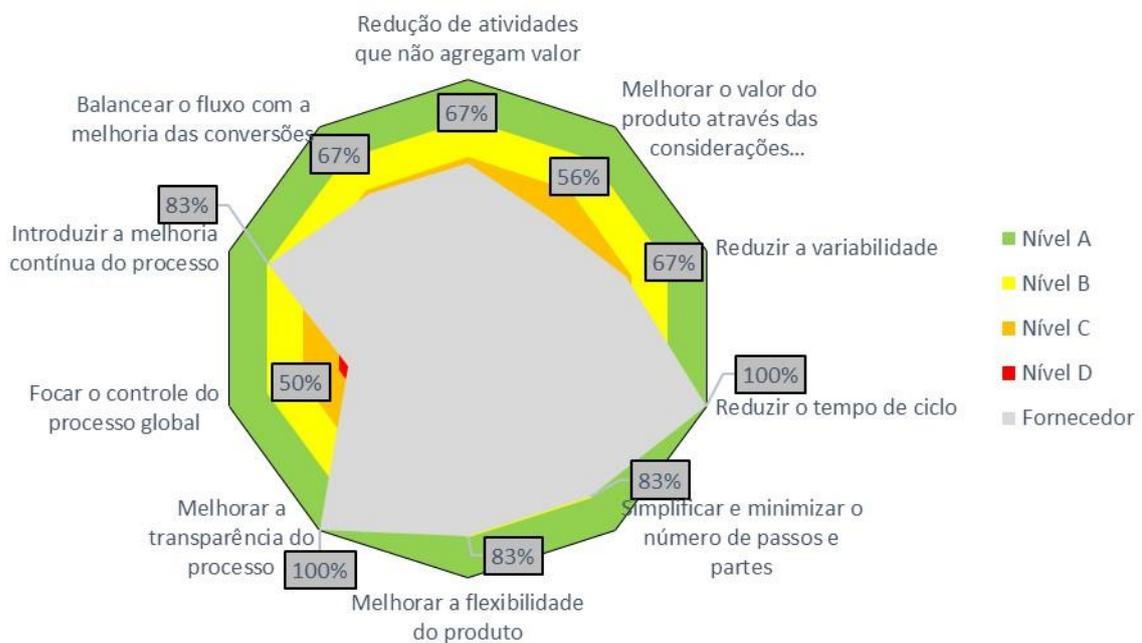


Figura 4 – Gráfico radar da análise do setor ‘fornecedores’ da Construtora A.

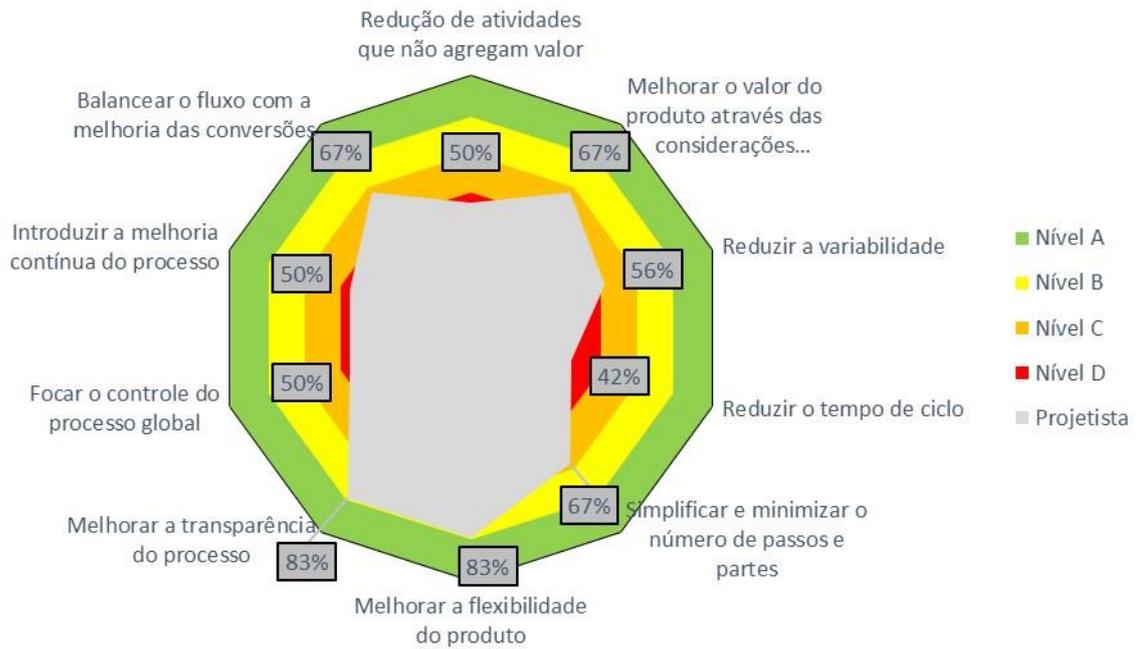


Figura 5 – Gráfico radar da análise do setor ‘projetista’ da Construtora A.

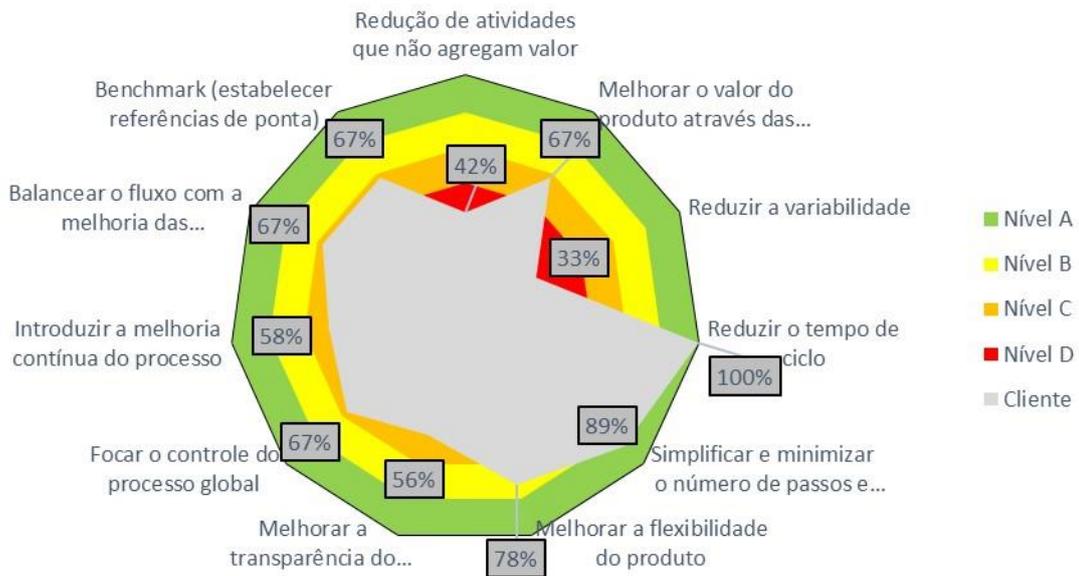


Figura 6 – Gráfico radar da análise do setor ‘cliente’ da Construtora A.

A partir da média dos dados apresentados para cada setor, mas se excluindo o setor de clientes dessa análise<sup>6</sup>, calculou-se também o desempenho geral da empresa construtora em cada princípio. Na Figura 7, apresenta-se um gráfico ‘radar’ referente a essa análise geral da construtora.

<sup>6</sup> Conforme orientações de Carvalho (2008).

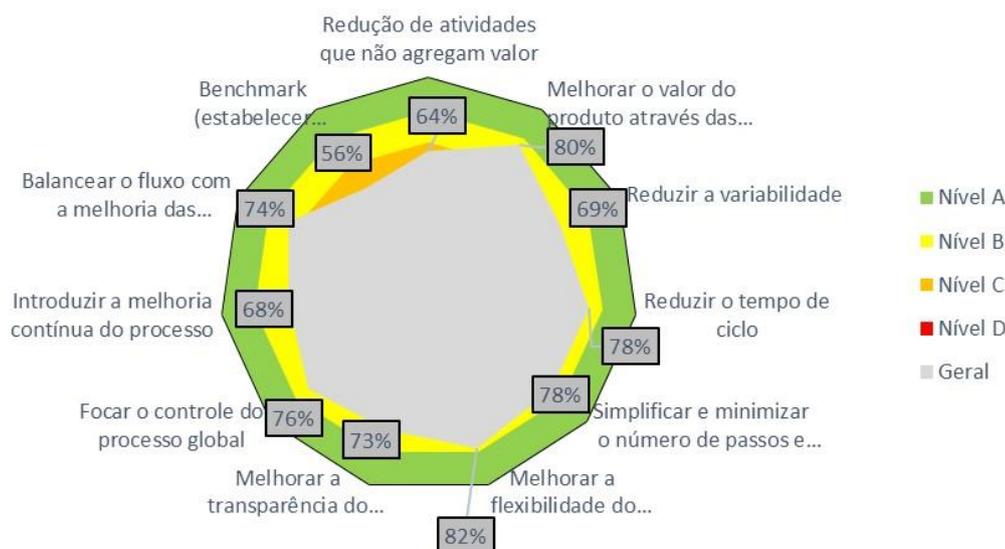


Figura 7 – Gráfico radar da análise geral da Construtora A.

Determinando-se a média de desempenho entre os princípios analisados, obteve-se também um índice único que apresenta o percentual *Lean* da Construtora A. A empresa alcançou o desempenho de 72,5% na análise, o que, de acordo com Carvalho (2008, p. 56), lhe confere a classificação “Nível B – consciência e pensamento enxuto”. No entanto, conforme o próprio relato da empresa, esta não possuía qualquer conhecimento ou atitude conscientemente implantada em suas obras baseada na filosofia *Lean*.

Assim, pode-se inferir que essa análise geral fornecida pelo método não foi adequada, haja vista que classificou a empresa com um melhor desempenho, em termos de Construção Enxuta, do que ela realmente aparenta possuir. Tal incoerência pode ter sua explicação pautada, principalmente, na falta de imparcialidade dos entrevistados no preenchimento do formulário. Um exemplo claro disso é exposto na Figura 3, que compete à análise do setor dos operários: é facilmente perceptível que a análise desenvolvida pelo entrevistado, apresentando altos índices de desempenho em todos os princípios consultados, foi bastante destoante das análises dos demais entrevistados.

Analisando-se o gráfico exposto na Figura 7, observa-se que, de modo geral, a empresa é bastante eficiente na flexibilização do produto gerado (82%). Essa característica é bastante coerente com o que foi observado na prática, uma vez que, de acordo com as informações obtidas, a obra sofre frequentes alterações de projeto, e a empresa construtora prontamente se adapta às mudanças e dá continuidade ao andamento do empreendimento. Outro princípio que apresentou um índice elevado de desempenho foi o referente à transparência do processo (73%). Este, no entanto, vai de encontro ao que foi observado *in loco*, visto que foram constatados diversos problemas com a organização do estoque, ciência dos operários sobre o planejamento de execução do empreendimento e limpeza da obra, como evidenciado na Figura 8.



Figura 8 – Grande quantidade de entulho gerado e disposto de maneira incorreta

Negativamente, o destaque entre os índices gerais de desempenho apresentados na Figura 7 é referente à realização de *benchmarks* (56%). A avaliação desse princípio é bastante condizente com o observado na prática: como admitido pelo próprio dono da construtora, a empresa não tem costume de realizar esse tipo de ação.

Em particular, as análises de alguns princípios merecem destaque. No que se refere ao princípio ‘melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas requeridas pelo cliente’, observa-se que os setores entrevistados que são funcionários da própria construtora consideraram que o desempenho da empresa nesse tema é muito bom (diretoria – 89%; engenharia – 89%; operários – 100%). No entanto, o mesmo não acontece na análise dos próprios clientes (internos e externos) da construtora: na consulta aos setores de fornecedor, projetista e clientes, os índices são nitidamente mais baixos, 56%, 67% e 67%, respectivamente. Isso indica que a empresa possui uma deficiência em identificar o que realmente é valor para o cliente.

É importante se ressaltar ainda os desempenhos alcançados no princípio ‘focar o controle do processo global’. Novamente, a análise por parte dos funcionários da construtora resulta em altos índices de desempenho (diretoria – 92%; engenharia – 89%; operários – 100%), enquanto que a avaliação dos setores externos foi mediana (fornecedor – 50%; projetista – 50%; cliente – 67%). Isso indica que, internamente, a empresa acredita ter boas atitudes em termos de planejamento e gestão, mas não é o que aparenta a seus *stakeholders*<sup>7</sup>, devendo, portanto, realizar uma reflexão sobre o tema, a fim de imprimir uma imagem de maior confiabilidade e eficiência aos envolvidos em seus processos.

### 3.2. Método de Hofacker *et al.* (2008)

Como mencionado, a avaliação foi realizada pelos dois autores deste estudo, denominados ‘Avaliador 1’ e ‘Avaliador 2’. Após o cálculo do percentual de desempenho em cada um dos princípios avaliados pelo método, contrastou-se as ponderações dos dois avaliadores, como exposto na Figura 9.

<sup>7</sup> Pessoas ou organizações quem possuem alguma relação com o serviço ou produto desenvolvido na empresa.

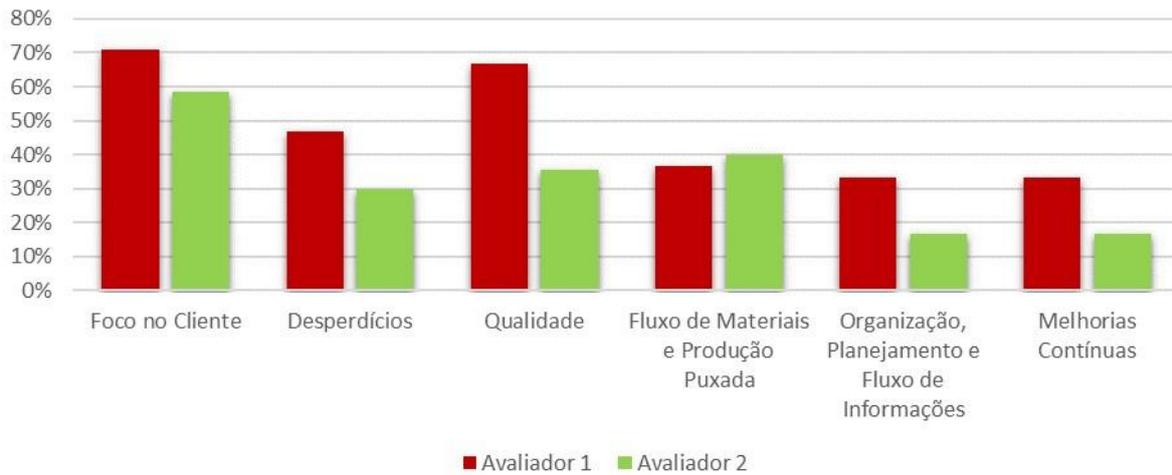


Figura 9 – Gráfico de barras com o desempenho LCR da Construtora A

É possível perceber que há grandes divergências entre a análise dos avaliadores, indicando imprecisões em cada avaliação realizada. Como possível causa para essas divergências, destaca-se o pouco conhecimento sobre a obra por parte dos avaliadores, uma vez que a ficha avaliativa foi preenchida (conforme recomendação do método) apenas com informações obtidas após rápida visita ao canteiro de obras.

Outro aspecto que chama a atenção é o fato de que, a média geral das notas dadas pelos avaliadores entre todas as categorias é 40,38%, índice que, segundo Hofacker *et al.* (2008), é avaliado como ‘CC – Consciência sobre Qualidade, mas baixo ou nulo conhecimento sobre *Lean Construction*’. Essa classificação é coerente, haja vista que, como já dito, a Construtora A desconhecia os preceitos da filosofia *Lean*.

Baseado nas médias das análises de cada avaliador em cada princípio, também foi possível elaborar um gráfico do tipo radar com o desempenho da empresa. Na Figura 10, apresenta-se esse gráfico.



Figura 10 – Desempenho da Construtora A – Nível CC

Nota-se que, segundo esse método, positivamente, a Construtora A se destaca por práticas voltadas às necessidades do cliente e que agreguem qualidade ao produto gerado. Essa análise é bastante coerente com o que é observado na realidade, visto que, como já dito, a empresa apresenta grande abertura para que o cliente faça modificações no projeto de modo a suprir suas necessidades.

Negativamente, o destaque é dado aos quesitos ‘organização, planejamento e fluxo de informações’ e ‘fluxo de materiais e produção puxada’. De fato, a situação que foi constatada *in loco* corrobora com essa análise, visto que a construtora apresenta dificuldades na organização, limpeza e transparência do canteiro de obras, fato que atrapalha a eficiência do deslocamento de pessoas e materiais na obra.

### 3.3. Método de Tonin e Schaefer (2013)

De posse dos dados obtidos por meio do preenchimento da ficha avaliativa pelos avaliadores, obteve-se os percentuais de desempenho e as notas para a atuação da empresa em relação a cada princípio. Em seguida, determinou-se o Nível de Aplicação Lean Construction ( $N_{ALC}$ ), a partir da relação entre o somatório das notas obtidas e o total de pontos possíveis. Na Tabela 1, apresentam-se os dados supramencionados.

Tabela 1 – Desempenho da Construtora A no método de Tonin e Schaefer (2013).

PRINCÍPIO	NOTAS OBTIDAS	DESEMPENHO [%]
1. Reduzir as atividades que não agregam valor	1	33%
2. Aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes	3	100%
3. Reduzir a variabilidade	1	50%
4. Reduzir o tempo de ciclo	1	50%
5. Simplificar pela diminuição do número de passos e/ou partes	3	100%
6. Aumentar a flexibilidade na execução do produto	2	67%
7. Aumentar a transparência	1	25%
8. Focar o controle em todo o processo	1	33%
9. Estabelecer a melhoria contínua	1	50%
10. Balancear as melhorias dos fluxos com as melhorias das conversões	2	67%
11. Fazer <i>benchmarking</i>	3	100%
<b>SOMATÓRIO DAS NOTAS</b>	19	-
$N_{ALC}$ [%]	-	63%

A partir da análise do Nível de Aplicação *Lean Construction* calculado, pode-se observar que, de acordo com Tonin e Schaefer (2013, p. 28), a análise dos avaliadores aponta para a classificação “avançada” para a construtora em relação à aplicação da filosofia *Lean* em sua obra. Com base na situação da obra observada *in loco*, tal avaliação aparenta ser demasiadamente generosa, uma vez que a empresa não conhece a filosofia da Construção Enxuta e foram constatados diversos problemas no canteiro da obra.

Em particular, as notas médias atribuídas a alguns princípios se destacam. A empresa novamente conquistou um alto índice de desempenho (100%) no aspecto de considerar as necessidades do cliente em seus processos produtivos, fato efetivamente constatado na visita *in loco*.

Contudo, a análise dos princípios 6 e 11 divergem do que foi constatado na prática. No que se refere à flexibilização do produto, sabe-se que a empresa se dedica bastante a esse tema, pelos motivos já citados anteriormente; no entanto, a nota obtida na análise de Tonin e Schaefer (2013) é somente mediana, 67%. Outra divergência é constatada no princípio 11, referente à realização de *benchmark*: na presente avaliação, a empresa conquistou desempenho máximo nesse tópico (100%), mas se sabe que tal informação é incoerente, uma vez que o próprio dono da empresa admitiu não ter o costume de realizar tal prática.

### 3.4. Considerações sobre as aplicações de cada ferramenta

O método de Carvalho (2008), comparativamente aos demais, foi o que apresentou uma caracterização mais abrangente da empresa e bastante próxima à situação real. Todavia, salienta-se que sua aplicação é bastante trabalhosa, devido à necessidade de entrevista a diversas pessoas ligadas à empresa, além de que sua utilização não é isenta de imprecisões, em sua maioria causadas por falta de imparcialidade dos entrevistados.

No que se refere à ferramenta proposta por Hofacker *et al.* (2008), conclui-se que a ferramenta apresentou, comparativamente aos demais métodos, os resultados mais coerentes com a realidade. Contudo, tais resultados não permitem análises tão abrangentes quanto o método de Carvalho (2008), e também não são isentas de imprecisões, haja vista a divergência existente entre as respostas dadas pelos avaliadores.

Finalmente, em relação ao método de Tonin e Schaefer (2013), tem-se uma análise com várias incoerências e resultados substancialmente mais superficiais, comparativamente aos demais métodos. Por outro lado, a ferramenta destaca-se positivamente pela sua rápida e prática aplicação.

## 4. CONCLUSÕES

Com base no exposto, conclui-se que não há ainda um método que seja ideal nesse tema. Dentre as ferramentas estudadas, todas apresentaram incoerências entre os resultados da ferramenta e o que era efetivamente constatado na realidade ou apresentaram divergências entre as respostas dadas pelos avaliadores.

Na presente pesquisa, aplicaram-se três métodos de mensuração do uso da filosofia *Lean Construction* em empresas construtoras, de modo a avaliar a coerência dos seus resultados em relação ao que é constatado na realidade e a utilidade desses resultados para a melhoria da empresa analisada. Assim, conclui-se que o objetivo proposto no início desse estudo foi cumprido. Como sugestão a trabalhos futuros, sugere-se a realização de uma análise mais aprofundada da formulação de cada ferramenta, de forma a detalhar a razão pela qual cada método apresentou incoerências com as constatações da realidade.

## REFERÊNCIAS

**BRAGA, D. B.; TRZESNIAK, P.** *Sobre a denominação e a classificação das perdas na Construção Civil*. In: XIX Encontro Nacional De Engenharia De Produção, Rio de Janeiro, 1999. Disponível em [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999\\_A0384.PDF](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP1999_A0384.PDF). Acesso em 14/05/2016.

**CARVALHO, B. S.** *Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da Construção Enxuta*. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

**FINEP; ITQC; PCC-EPUSP.** *Alternativas para a redução de desperdício de materiais nos canteiros de obra*, São Paulo, 1998. Disponível em <http://perdas.pcc.usp.br>. Acesso em 14/05/2016.

**HOFACKER A. et al.** *Rapid Lean Construction - Quality Rating Model*. In: 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, Manchester-UK, 2008. Disponível em <http://iglc.net/Papers/Details/573>. Acesso em 14/05/2016.

**IBGE.** *Maringá*, 2016. Disponível em <http://cod.ibge.gov.br/6C8>. Acesso em 16/07/2017.

**KOSKELA, L.** *Application of the new production philosophy to construction*. Techinal Report n. 72. Stanford University, Stanford, 1992.

**OLIVEIRA, B. F. 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*, v. 2, n. 2, p.156-174, dez, 2010.

**TONIN, L. A. P.; SCHAEFER, C. O.** *Diagnóstico e aplicação da Lean Construction em uma construtora*. *Iniciação Científica Cesumar*, v. 15, n. 1, p.23-31, jan, 2013.

**WOMACK, J.P.; JONES, D. T.; ROOS, J.** *The machine that changed the world*. Macmillan, New York, 1990.