

APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA LEAN CONSTRUCTION NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Caroline Thayse de Melo Pedrosa (Centro Universitário Ingá) E-mail: carolainethayse99@gmail.com
Arthur Felipe Echs Lucena (Centro Universitário Ingá) E-mail: prof.arthurlucena@uninga.edu.br

Resumo: A filosofia “Lean Construction” também conhecida como Construção Enxuta, está se tornando cada dia mais presentes no canteiro de obra através dos engenheiros civis. O presente artigo buscou discutir o grau de aplicação dos princípios intrínsecos à Lean Construction propostos por Koskela (2000) em canteiros de obras da construção civil. Para isso, apresentou duas análises, sendo uma análise para os aspectos pontuais e específicos e a segunda análise pautada nos termos técnicos da filosofia “Lean Construction”, com intuito de avaliar o desenvolvimento dos engenheiros que atuam como gestores dentro do canteiro de obra. A pesquisa foi estruturada como uma pesquisa exploratória, por meio de um questionário avaliativo aplicados aos engenheiros que trabalham na construção civil, com o foco na análise dos cinco princípios propostos por Koskela (2000). Verificou-se que mesmo que as duas análises se trata do mesmo tema, foi possível abordar assuntos distintos quando tratados de termos técnico e aspectos pontuais e específicos. Com análise dos resultados, concluiu-se que apesar dos engenheiros civis que atuam como gestores dentro do canteiro de obra fazer a aplicabilidade dos princípios propostos por Koskela (2000), muito não tem conhecimento do termo técnico, sendo assim, fazem uso dos princípios de forma inconsciente.

Palavras-chave: Gestão de obra, Construção Enxuta, Canteiro de obra.

APPLICATION OF LEAN CONSTRUCTION PRINCIPLES IN CIVIL CONSTRUCTION

Abstract: The Lean Construction philosophy is becoming more present at construction sites through civil engineers. This article sought to discuss the degree of application of the intrinsic principles to Lean Construction proposed by Koskela (2000) in civil construction sites. For this, it presented two analyses: the first one for punctual and specific aspects regarding Lean philosophy and the second analysis based on the technical terms of the Lean Construction, to assess the development and knowledge of engineers who act as managers in construction sites. The research was structured as exploratory research and used an evaluative questionnaire applied to engineers working in civil construction, focusing on the analysis of the five principles proposed by Koskela (2000). It was found that even though the two analyzes deal with the same theme, it was possible to approach different subjects when treated with technical terms and punctual and specific aspects. With the analysis of the results, it was concluded that although civil engineers who work as managers within the construction site apply the principles proposed by Koskela (2000), many of them are not aware of the technical term and theoretical concepts. Therefore, they unconsciously use Lean principles in their projects.

Keywords: Construction management, Lean Construction, Construction site.

1. Introdução

Atualmente, as atividades na indústria da construção civil vêm sofrendo uma grande variação de preços relacionados a materiais de construção. No início de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) comunicou o começo de uma pandemia mundial causada pelo vírus COVID-19. Com o avanço da pandemia no Brasil, houve um aumento nos custos médios dos materiais entre agosto/2020 e agosto/2021, totalizando uma variação percentual de 14,61% (IBGE, 2021).

Além disso, a situação pandêmica enfrentada pela sociedade trouxe grandes desafios em relação aos empregos gerados pelo setor da indústria da construção civil. Segundo o Departamento da Indústria da Construção (DECONCIC) (2020), houve uma queda dos

investimentos em construção de 7,3% em 2020, com relação ao 1º semestre de 2019. Já as pessoas ocupadas na construção civil, considerando empregos com e sem carteira assinada, totalizaram uma queda de 7,8% no primeiro semestre de 2020.

Dessa forma, é fato que é necessário um planejamento no canteiro de obra para a redução de desperdícios e custos desnecessários. Nesse sentido, destaca-se o Sistema Toyota de Produção (STP), que foi desenvolvido no Japão na década de 50, com intuito de otimizar o desempenho da produção, visando reduzir ao máximo os desperdícios presentes nos processos. Discutindo a respeito dessa nova filosofia de gestão, Taiichi Ohno (1997) observou que o primeiro passo é identificar o desperdício. Para isso, o autor sugeriu identificar sete grandes perdas existentes nas manufaturas e em serviços. São elas:

- a) Desperdício de superprodução;
- b) Desperdício de tempo disponível;
- c) Desperdício em transporte;
- d) Desperdício do processamento em si;
- e) Desperdício de estoque disponível;
- f) Desperdício de movimento;
- g) Desperdício de produzir produtos defeituosos;

Diante da necessidade de redução de tantos desperdícios, observa-se a importância da implantação da filosofia Lean na construção civil. Também conhecida como produção enxuta, essa filosofia de gestão tem seus aspectos fundamentais destacados por WOMACK et al. (1992, p.3):

A produção enxuta (essa expressão foi definida pelo pesquisador do IMVP John Krafcik) é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade do esforço dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Requer também menos da metade dos estoques atuais no local de fabricação, além de resultar em bem menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

Em 1992, esse sistema foi introduzido na construção civil a partir do pesquisador Lauri Koskela. Posteriormente, aprofundando suas ideias iniciais, Koskela (2000) identificou cinco princípios do Sistema Toyota de Produção aplicáveis à gestão de obras e inspirados nas sete perdas propostas por Ohno (1997), que se tornaram importantes diretrizes da filosofia de gestão que ficou conhecida como Construção Enxuta ou Lean Construction. São eles (Koskela, 2000):

- a) Reduzir a variabilidade: trata-se de eliminar os desperdícios no canteiro de obra, pois a variabilidade pode aumentar as atividades que não agregam valor à construção civil. Assim, foca-se em reduzir as interrupções, redução no tempo e melhorias na qualidade para redução do retrabalho;
- b) Aumentar a flexibilidade: a flexibilidade pode ser agrupada em quatro tipos – flexibilidade de mistura, flexibilidade de novos produtos, flexibilidade de volume e flexibilidade de tempo de entrega (SUAREZ et. al., 1995 apud KOSKELA, 2000, p.62). Segundo Koskela (2000), o aumento da flexibilidade pode ser obtido com a redução dos lotes para atender de perto a demanda, dessa forma, reduzindo a dificuldade de setups e mudanças;

- c) Aumentar a transparência: na teoria, a transparência consiste na separação da rede de informações e estrutura hierárquica de entregas de pedidos (GREIF, 1991 apud KOSKELA, 2000, p. 63). Tornar o processo de produção transparente facilita o controle e a implementação de melhorias no canteiro de obra. Por outro lado, com a escassez de transparência, há maior ocorrência de erros, reduz-se a visibilidade destes e, por consequência, diminui-se a motivação para melhorias;
- d) Simplificação: a simplificação consiste na redução de números de componentes ou redução de etapas. Pode ser realizada eliminando as atividades que não agregam valor, ou por outro lado, ajustando etapas dos processos que agregam valor ao canteiro de obra.
- e) Reduzir o tempo de espera (Lead Time): esse princípio está associado à redução do tempo de espera, ou seja, a otimização dos tempos envolvidos na execução da construção civil.

Com isso, os princípios da Lean Construction buscam agregar valor ao produto gerado na atividade da construção civil, sabendo-se que sem a implantação desse sistema, as obras tendem a ser realizadas de forma improvisada. De acordo com Peretti et al. (2013, p. 2), “[...] embora a gestão da construção civil seja ampla, entende-se que a verificação desses princípios na indústria da construção civil exerce o papel fundamental na condução do processo construtivo”.

Portanto, evidencia-se a importância da filosofia Lean para a eficiência dos processos produtivos, especialmente em vista dos desafios contemporâneos enfrentados pelo setor. Dessa forma, é possível aumentar a produtividade e reduzir os gastos. Consequentemente, é possível contribuir para a redução do desemprego, além de gerar economias, em vista da quantidade adequada de funcionários, redução de variabilidade e controle do canteiro de obra, que podem se constituir importantes aspectos para a superação dos desafios causados pela pandemia.

Contudo, apesar dos benefícios da adoção da filosofia Lean, ainda existem muitos engenheiros que não conseguem aplicar corretamente o pensamento enxuto de gestão ou até mesmo não o conhecem. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é discutir o grau de aplicação dos princípios intrínsecos à Lean Construction propostos por Koskela (2000) em canteiros de obras da construção civil.

2. Método

O presente trabalho realizou uma pesquisa exploratória por meio de um questionário de avaliação com engenheiros que atuam como gestores de canteiro de obras referente aos conhecimentos dos princípios intrínsecos à Lean Construction. A utilização do questionário se deve, pois atualmente há muitos engenheiros que atuam no canteiro de obra que, todavia, não sabem do que se trata a filosofia Lean ou não sabem aplicá-la corretamente. Nesse sentido, o questionário tem seu foco pautado na investigação de como o pensamento da Construção Enxuta é entendido pelos engenheiros que atuam no canteiro de obra.

O público-alvo escolhido foram profissionais graduados em engenharia civil que atuam no Município de Maringá-PR. Optou-se por aplicar o questionário em dez entrevistados de faixa etárias diversas, contemplando diferentes perfis de profissionais presentes no canteiro de obra. Para poder realizar o questionário, foi requisitado que os entrevistados fossem engenheiros que atuam como gestores de canteiro de obra e julgassem possuir conhecimento básico da filosofia Lean Construction.

Para dar início à elaboração do questionário, foi realizado um levantamento bibliográfico referente aos princípios da Lean Construction através de fontes como artigos científicos de periódicos; trabalhos completos publicados em congressos; livros; teses, dissertações e TCCs. Com base nesses estudos, foi elaborado um questionário, de caráter avaliativo, com foco nos cinco princípios da filosofia Lean propostos por Koskela (2000).

O questionário foi elaborado tendo em vista que os engenheiros entrevistados já possuíam um conhecimento básico da Construção Enxuta. Foi estruturado por 20 questões objetivas, com expectativa de resolução em, no máximo, 45 minutos por participante. O formato de questões objetivas foi escolhido tendo em vista a dificuldade de padronização das respostas em questões abertas, dificultando o processo de análise, pois cada entrevistado tem formas distintas de pensamento.

Deste questionário, cinco dessas questões foram para análise das capacidades técnicas do entrevistado, de modo a se observar se os entrevistados realmente conheciam os termos técnicos da Lean Construction e estavam aplicando a Construção Enxuta de forma consciente em suas obras. As demais questões trataram de aspectos pontuais e específicos, relativos a boas práticas de implementação da filosofia Lean Construction no canteiro de obra. Cada um dos cinco princípios intrínsecos à Lean Construction foi vinculado a 04 questões, conforme é exemplificado no Quadro 1.

Quadro 1 – Excerto do questionário com as questões objetivas relacionadas ao princípio redução de tempo de espera (Lead Time)

REDUÇÃO DO TEMPO DE ESPERA (LEAD TIME)
<p>01) A redução do tempo de ciclo é um princípio que tem origem na filosofia Just in Time (JIT). Com ênfase neste termo, marque a alternativa correta referente ao uso do termo dentro do canteiro de obra.</p> <p>a) Ter estoque na obra apenas no momento exato em que será executado o serviço. b) Sempre é necessário ter estoque de bloco cerâmico, para não ocorrer a paralisação da produção. c) O estoque grande de cimento é imprescindível para o canteiro de obra. d) Não sei do que se trata esse termo.</p>
<p>02) Na construção civil é necessário ter um controle grande dos funcionários. Sendo assim, você como engenheiro, faz uso da mão de obra reduzida, trabalhando com equipes enxutas?</p> <p>a) Faço muito uso b) Faço uso intermediário c) Não faço muito uso d) Não faço uso</p>
<p>03) Nas obras em que gerencia como engenheiro, faz uso de estoques pequenos nas obras, de forma que o produto só estivesse presente na obra no momento em que fosse necessário?</p> <p>a) Faço muito uso b) Faço uso intermediário c) Não faço muito uso d) Não faço uso</p>
<p>04) Nas obras em que gerencia como engenheiro, faz controle sobre a produtividade dos operários?</p> <p>a) Faço muito uso b) Faço uso intermediário c) Não faço muito uso d) Não faço uso</p>

Fonte: os autores.

Outra premissa do questionário diz respeito à obrigatoriedade que os participantes respondessem a todas as questões. Nas questões que tratavam de termos técnicos, como era possível que nem todos os participantes tivessem conhecimento suficiente para responder à questão, foi incluída uma alternativa com a seguinte resposta: “não sei do que se trata esse termo”, conforme Quadro 2.

Quadro 2 – Modelo extraído do questionário com as questões objetivas referente aos termos técnicos relacionados ao princípio da simplificação

SIMPLIFICAÇÃO
<p>O princípio da Simplificação é frequentemente utilizado no desenvolvimento de sistemas construtivos racionalizados. Quanto menor o número de componentes ou de passos num processo, menor tende a ser o número de atividades que não agregam valor. Com base nessa afirmação, assinale a alternativa que não apresenta uma forma de simplificação?</p> <p>a) Utilização de elementos pré-fabricados, reduzindo o número de etapas para a execução de um elemento da edificação</p> <p>b) Uso de equipes polivalentes, em vez de um maior número de equipes especializadas;</p> <p>c) Não é recomendado o uso de kits hidráulicos, sabendo que pode acarretar a vinda de produtos que não necessariamente irá utilizar no serviço.</p> <p>d) Não sei do que se trata esse termo</p>

Fonte: os autores.

Diante da necessidade de isolamento social em vista da pandemia de COVID-19, no momento de realização da pesquisa, o questionário foi veiculado através da internet por meio da plataforma do “Google Forms” aos entrevistados. Para manter em sigilo a identidade de cada participante, optou-se pelo anonimato do preenchimento do questionário. Com isso, cada profissional poderia responder à questão com mais sinceridade. Caso surgissem dúvidas com o questionário, foi possível que cada participante entrasse em contato com a pesquisadora autora deste trabalho para sanar suas dúvidas.

A análise dos dados coletados através dos questionários teve seu foco direcionado aos cinco princípios de Koskela (2000) dos quais os entrevistados obtiveram maior dificuldade com relação aos termos técnicos, e nos aspectos pontuais e específicos de cada princípio da Construção Enxuta aplicada no canteiro de obra. Em vista disso, foram realizadas duas análises, sendo uma análise para os aspectos pontuais e específicos e a segunda análise pautada nos termos técnicos da filosofia “Lean Construction”.

2.1 PRIMEIRA ANÁLISE

Para a análise dos aspectos pontuais e específicos da filosofia Lean, baseou-se na metodologia adotada por Carvalho (2008) e Hofacker et al. (2008), através de gráficos relativos à identificação das dificuldades dos entrevistados em aplicar a filosofia Lean dentro do canteiro de obra.

Para elaborar os gráficos, foi utilizada uma classificação de quatro níveis diferentes, sendo classificado desde “Lean Construction” ativo no canteiro obra à “Lean Construction” não ativo, conforme mostra a Figura 1.

Nível A – *Lean Construction* ativo, resultando melhorias para o canteiro

Nível B – *Lean Construction*, ativo, porém precisa torna-lo estável no canteiro de obra.

Nível C – *Lean Construction* ativo, porém com bastante inconsciência.

Nível D – *Lean Construction* não está ativo no canteiro de obra.

Figura 1 – Escala de níveis para classificação do questionário
Fonte: adaptado de Carvalho, (2008, p. 53)

Para obter um resultado preciso, foi realizada uma média aritmética e, em seguida, transformada em porcentagem para melhor visualização dos resultados. A média foi realizada para cada engenheiro entrevistado e para cada princípio intrínseco à *Lean Construction*.

Portanto, o peso para cada pergunta e princípio do questionário foi considerado o mesmo, independente da dificuldade. Visa-se, assim, considerar todos os princípios referentes à Construção Enxuta com o mesmo nível de importância. O Quadro 3 apresenta os critérios considerados.

Quadro 3 – Classificação dos resultados dos questionários referentes a *Lean Construction* para inserção no gráfico Radar.

Nível	Porcentagem Alcançada	Características
A	75,00% a 100,00%	<i>Lean Construction</i> ativo, resultando melhorias para o canteiro de obra.
B	50,00% a 75,00%	<i>Lean Construction</i> ativo, porém precisa torná-lo estável no canteiro de obra.
C	25,00% a 50,00%	<i>Lean Construction</i> ativo, porém com bastante inconsciência.
D	00,00% a 25,00%	<i>Lean Construction</i> não está ativo no canteiro de obra.

Fonte: Adaptado de Hofacker et al. (2008, p. 248)

Cada nível do gráfico foi separado por cores distintas conforme mostra o Quadro 3, sendo verde para o nível “A”, amarelo para o nível “B”, laranja para o nível “C” e vermelho para o nível “D”. Foi realizada essa separação para maior compreensão do gráfico radar, dessa forma, as diferentes cores no gráfico auxiliam na facilidade do leitor, na hora de realizar a leitura.

2.2 SEGUNDA ANÁLISE

Para a segunda análise, referente aos termos técnicos da filosofia *Lean Construction*, foi elaborado um gráfico de colunas para analisar se os engenheiros que atuam como gestores no

canteiro de obra conhecem os termos técnicos, se fazem uso inconsciente desses, ou se não os conhecem.

Analogamente à primeira análise, para elaborar o gráfico foi utilizado uma classificação de três níveis diferentes, conforme Figura 2.

Nível 1 – Não há conhecimento do termo técnico

Nível 2 – Há conhecimento do termo técnico, porém sua aplicação não é consciente.

Nível 3 – Há conhecimento do termo técnico.

Figura 2 – Escala de níveis para classificação do questionário
Fonte: adaptado de Carvalho, (2008, p. 53)

A conversão das respostas dos entrevistados entre os níveis foi realizada da seguinte forma: os entrevistados que acertaram a questão se enquadram no nível 3, os que não obtiveram o acerto se enquadram no nível 2, já os entrevistados que marcaram a alternativa “não sei do que se trata esse termo” conforme apresentado no Quadro 2, se enquadram no nível 1. Foi realizada essa análise para cada princípio de Koskela (2000).

Por fim, os gráficos possibilitaram analisar individualmente cada princípio intrínseco a Lean Construction implementado dentro do canteiro de obra. Dessa forma, foi possível verificar quais pontos atualmente os engenheiros que atuam como gestores dentro do canteiro obtiveram maior dificuldade e que precisam ser melhorados.

3. Resultados e discussão

Os dados obtidos no questionário foram apresentados em um gráfico radar, conforme Figura 3.

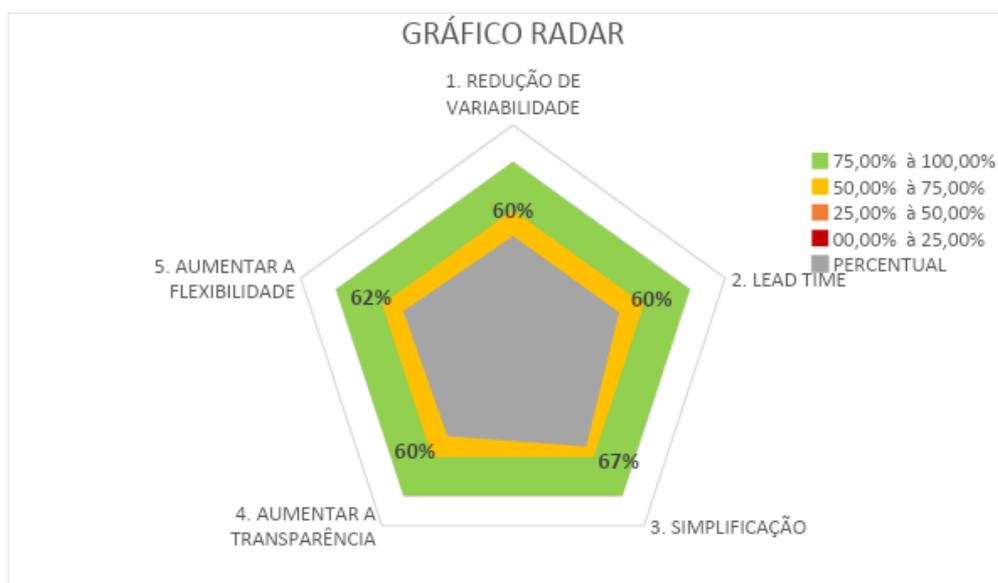


Figura 3 – Desempenho dos engenheiros com os aspectos pontuais e específicos da filosofia Lean
Fonte: os autores

Pode-se observar no gráfico que todos os princípios ficaram no nível B, de acordo com a Figura 3 apresentada. Destaca-se que o “Lean Construction” está ativo, porém os engenheiros que atuam como gestores necessitam tornar a metodologia da Construção Enxuta estável dentro canteiro de obra.

Dessa forma, observa-se na Figura 3 que o gráfico distribui uniformemente todos os princípios propostos por Koskela (2000). Os princípios de redução de variabilidade, lead time e aumentar a transparência alcançaram um percentual de 60%, enquanto o princípio de aumentar a flexibilidade obteve um percentual de 62%. Nesse sentido, esses princípios apresentaram desempenhos similares. Apenas o princípio de simplificação que apresentou um desempenho mais elevado, com um percentual totalizando 67%.

Uma das possíveis razões para o desempenho intermediário em todos os princípios apresentados na Figura 3 diz respeito ao questionário. O questionário elaborado possui uma escala de valores apresentando um termo intermediário, com isso, os entrevistados tendem a focar no meio termo, para se manterem imparciais. Dessa forma, têm-se desempenhos próximos de 50% a 60%.

Apesar dessa particularidade do questionário, pode-se observar que o nível de aplicação da filosofia Lean entre os engenheiros entrevistados foi elevado, pois a classificação no nível B alcançada estabelece que a filosofia Lean Construction está ativa no canteiro de obra.

O princípio de simplificação é um princípio que registrou maior aplicação em comparação aos outros princípios. Isso pode ser notado devido ao fato de que os profissionais de engenharia entendam sua aplicação como sendo fácil e útil às atividades produtivas, pois nele se enquadra o corte e a dobra do aço; apresentar as tarefas aos trabalhadores de forma clara, utilização de gabaritos ou equipamentos que reduzem passos e partes de uma tarefa, então são atributos que são utilizados no dia-a-dia da construção civil. Em virtude disso, o princípio de simplificação acaba sendo o mais utilizado.

Comparando-se com o estudo de Carvalho (2008), os dados obtidos apresentam-se diferentes, em geral, com desempenho pouco superior ao de Carvalho (2003). Nesse sentido, entende-se que houve um avanço na implementação da “Lean Construction” no canteiro de obra. Carvalho (2003) apresentou uma análise da aplicação da filosofia Lean em quatro empresas construtoras, obtendo uma média de 54% para os princípios relativos à flexibilidade e simplificação, 56% para o princípio de reduzir o tempo de espera (lead time), 46% para aumentar a variabilidade e 52% para aumento de transparência. No presente estudo, observou-se que o princípio relativo à simplificação de processos obteve desempenho 67%, 13% maior do que o registrado por Carvalho (2003).

Analisando individualmente as respostas dos entrevistados, notou-se que não houve princípios em que os engenheiros possuíssem total conhecimento. Além disso, um princípio que sofreu grande variação nas respostas dadas pelos entrevistados foi o princípio de redução de variabilidade, visto que quatro engenheiros julgaram não fazer uso das ferramentas do princípio em canteiro de obra. Em contrapartida, o princípio de simplificação foi o princípio que mais foi destacado pelos engenheiros, pois apenas um engenheiro indicou que não faz uso da ferramenta relacionada a esse princípio dentro do canteiro de obra.

3.2 SEGUNDA ANÁLISE

Para análise do conhecimento teórico dos entrevistados sobre a filosofia Lean, foi realizada uma pergunta por princípio, com a qual os entrevistados tiveram quatro alternativas para responder. Os dados obtidos do questionário de cada entrevistado são apresentados através da

Figura 4.

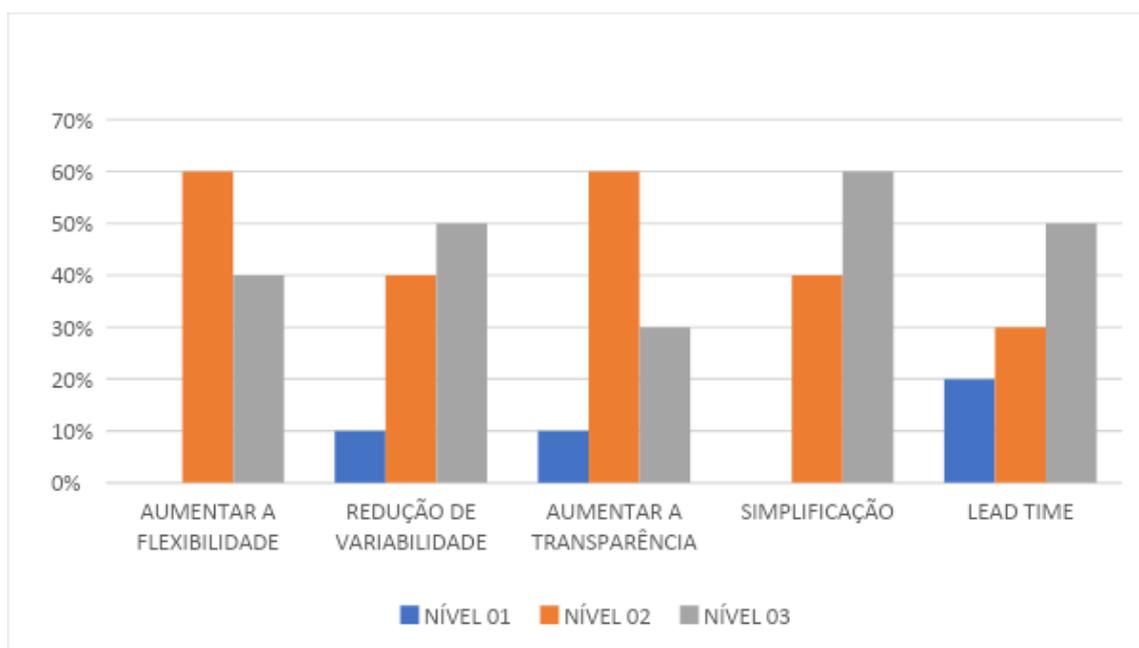


Figura 4 – Desempenho dos engenheiros com os termos técnicos da filosofia Lean

Fonte: os autores

A Figura 4 demonstra um desempenho insatisfatório para os engenheiros que atuam como gestores dentro do canteiro de obra, de forma que cada princípio de Koskela (2000) tem um índice muito alto de engenheiros que dizem conhecer o termo técnico, porém não sabem conscientemente aplicá-lo de forma correta.

Com análise da Figura 4, observa-se que no princípio de flexibilidade e simplificação, todos os engenheiros entrevistados têm conhecimento do termo técnico. Já em relação ao princípio de Lead Time, houve uma quantidade expressiva de engenheiros que disseram não possuir conhecimento. Isso possivelmente se deve ao fato de que a palavra Lead Time é um termo técnico da engenharia, sendo assim, pode acontecer de nem todos os engenheiros possuírem conhecimento da palavra e, de fato, Lead Time não é um termo autoexplicativo ou intuitivo. Entretanto, apesar de 80% dos engenheiros entrevistados terem dito possuir conhecimento sobre o termo, apenas 50% realmente sabem aplicá-lo de forma consciente. Vale destacar que esse dado é similar ao obtido na Análise 1, em que 60% dos engenheiros entrevistados apontaram fazer uso de estratégias que indicam a aplicação do princípio. Nota-se, portanto, a necessidade de realizar ações de conscientização que expliquem do que se trata o princípio Lead Time de uma forma didática, dessa forma os engenheiros teriam um maior conhecimento sobre o que essa terminologia diz a respeito.

Os princípios de simplificação, redução de variabilidade e Lead Time foram os princípios em que os engenheiros entrevistados disseram possuir maior conhecimento a respeito do termo técnico. Vale destacar que o princípio relativo ao Lead Time apresentou muitos engenheiros que não tem conhecimento do termo técnico (como supracitado), mas em contrapartida, também teve muitos engenheiros que disseram possuir o conhecimento adequado sobre ele. Nesse sentido, pode-se observar que o princípio de simplificação e redução de variabilidade é um termo bem conhecido pelos engenheiros, o termo tem uma aplicabilidade mais fácil dentro do canteiro de obra. Conforme Análise 1, o princípio de simplificação é o que mais possui aplicabilidade no canteiro de obra dentre os engenheiros, com isso é o termo que os engenheiros possuem maior conhecimento.

Os princípios de aumentar a flexibilidade e aumentar a transparência registraram 60% das respostas no nível 2, pois são os princípios menos aplicados corretamente. Os dois princípios, analogamente o princípio de Lead Time, são princípios que são complicados de se entender. Por exemplo, o princípio de aumentar a transparência não é apenas no sentido literal da palavra, pois não se trata de apenas deixar o canteiro de obra mais transparente e sim, deixar o processo fácil de ser entendido. Já o princípio de aumentar a flexibilidade é um termo fácil de fazer aplicabilidade na obra, pois conforme Análise 1, 62% dos engenheiros fazem uso do princípio. Porém, ao aplicar os termos técnicos mais específicos, os engenheiros apresentam uma dificuldade maior. Em síntese, esses dois princípios foram os que os engenheiros disseram possuir conhecimento a respeito, porém não parecem saber aplicá-los corretamente.

4. Conclusão

No artigo proposto, foi realizado um questionário avaliativo com intuito de verificar como está a implementação da filosofia Lean Construction no canteiro de obra. Observou-se que o princípio que os engenheiros entrevistados obtiveram maior dificuldade em relação à aplicabilidade do termo técnicos/conhecimento conceitual foi o princípio de Lead Time. Já em relação à aplicação dos princípios em obras, houve um desempenho muito uniforme, sendo que o princípio que houve maior facilidade de aplicação dentro do canteiro de obra foi o princípio de simplificação.

Portanto, com as junções das análises 1 e 2, concluiu-se que muitos engenheiros fazem uso dos princípios de Koskela (2000), porém há uma taxa muito alta de engenheiros que fazem o uso de forma inconsciente no canteiro de obra desses princípios. Dessa forma, aplicam os princípios em obra, porém quando se trata de termos técnicos, não possuem o conhecimento adequado. Conforme citado no princípio de Lead Time na análise 2, uma solução para isso seria realizar ações de conscientização para explicação dos cinco princípios de Koskela (2000).

Contudo, para tornar a metodologia da Construção Enxuta mais presente no canteiro de obra, é necessário que os engenheiros que atuam como gestores façam a otimização dos processos, eliminação de desperdícios, a utilização de ferramentas aplicáveis da Construção Enxuta, como por exemplo Kanban, Last Planner, Kaizen, a metodologia do 5S. Com a implementação dessas ferramentas, entre outras proposições da Filosofia Lean, é possível ter um avanço maior em prazos menores.

Como sugestões a trabalhos futuros, primeiramente se indica uma análise aprofundada sobre a filosofia Lean Construction, sendo realizada uma pesquisa com cada parte da empresa entrevistada, controle de estoque, escritório, administrativo, layout do canteiro de obra, pois para uma boa implementação da Construção Enxuta é necessário haver um planejamento e controle de obra eficiente. Além disso, haja vista que, conforme exposto, muitos engenheiros que atuam como gestores no canteiro de obra possuem desempenho mediano com relação a aplicação dos princípios de Koskela (2000), uma segunda sugestão a futuras pesquisas diz respeito a apresentar um estudo de caso com acompanhamento diário em obra, para verificação da aplicabilidade dos princípios intrínsecos a metodologia Lean Construction.

Referências

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) - Curso de Pós-graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008

FREITAS, F. *Evolução do emprego na construção e da produção e vendas de materiais de construção*. 2020. Disponível em: <https://www.fiesp.com.br/observatoriodaconstrucao/indices/reunioes-plenarias-do-deconcoic/>. Acesso em: 15 maio 2021.

HOFACKER A. et al. *Rapid lean construction - quality rating model*. IGLC - International Group for Lean Construction. Manchester - UK, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Custos médios e índices, segundo as áreas geográficas*, agosto 2021. Rio de Janeiro; IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?=&t=resultados>. Acesso em: 22 set. 2021.

KOSKELA, L. *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Technical Research Centre Of Finland, Vtt Publications 408, 2000. 296 p.

OHNO, T. *O sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala*. Tradução por Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997

PERETTI, L. C.; FARIA, A. C.; SANTOS, I. C. *Aplicação dos princípios da construção enxuta em construtoras verticais: estudo de casos múltiplos na região metropolitana de São Paulo*. XXXVII Encontro da ANPAD. 2013. Disponível em: http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2013_EnANPAD_GOL681.pdf . Acesso em: 15 maio 2021.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. *A máquina que mudou o mundo*. Rio de Janeiro: Campus, 1992