

APLICAÇÃO DO MODELO DE AVALIAÇÃO LCR: GRAU DE APLICAÇÃO DE LEAN CONSTRUCTION EM CONSTRUTORAS DE UMA MICRORREGIÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

APPLICATION OF THE LCR EVALUATION MODEL: LEAN CONSTRUCTION APPLICATION DEGREE IN CONSTRUCTING COMPANIES IN A MICRO REGION OF SAO PAULO STATE

Rubens Vinicius Pianchi* E-mail: rubens_pianchi@hotmail.com

Brunna B. de Faria Panaino* E-mail: brunna.panaino@unasp.edu.br

*Centro Universitário Adventista Engenheiro Coelho (UNASP), São Paulo, SP, Brasil.

Resumo: A construção civil vem ganhando cada vez mais concorrência em um mercado competitivo e com mais exigências de seus clientes. Esse trabalho tem o objetivo, com base em uma pesquisa exploratória, aplicar o modelo de avaliação, Rapid Lean Construction - Quality Rating Model (LCR), para mensurar o grau de aplicação do pensamento enxuto em construtoras atuantes na cidade de Araras, Conchal e Mogi Guaçu. A filosofia Lean Construction, baseada nos 11 princípios de Koskela (1992), tem o intuito de melhorar processos, aperfeiçoar tarefas, evitar desperdícios e aumentar a qualidade do serviço. Pelos resultados obtidos, constatou-se que o grau de aplicação enxuta tem um aumento proporcional de acordo com o porte das empresas, e há uma carência em alguns princípios do Lean Construction. O estudo não representa totalmente a realidade das empresas de construção civil, mas aplica um modelo de avaliação que apresente um indicativo da qualidade do processo de produção.

Palavras-chave: Lean Construction. Modelo de avaliação. Grau de aplicação.

Abstract: The Construction has been gaining more competition in a competitive market with more demands from its customers. Based on exploratory research, this article aims to apply the Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR) to measure the quality and degree of application of lean thinking in construction companies operating in the city of Araras, Conchal and Mogi Guaçu. The Lean Construction philosophy is based on Koskela's 11 principles, aims to improve processes, streamline tasks, avoid waste and improve quality of service. From the results obtained, it was found that the degree of lean application has a proportional increase according to the size of the companies, and there is a shortage in some principles of Lean Construction. The study does not fully represent the reality of companies, but proposes an evaluation model as an indication of the quality of the production process.

Keywords: Lean Construction. Evaluation model. Degree of application.

1 INTRODUÇÃO

Uma nova filosofia, denominada Lean Construction (construção enxuta), de produção vem trazendo um diferencial competitivo nas empresas de construção civil, mudando a maneira de como compreendemos todo o processo produtivo. Essa filosofia traz uma mudança conceitual, segundo Koskela (1992), que agrega um

conjunto de práticas da mentalidade enxuta objetivando aumento da eficiência na execução das atividades nas obras de construção civil.

De acordo com Gonçalves (2009), a mentalidade enxuta é uma filosofia de gestão do Sistema Toyota de Produção, que visa melhorar a sequência de fluxo de processos para que se tenha um desempenho mais eficiente e que elimine os desperdícios. Através de um controle puxado, as construtoras podem fazer um gerenciamento melhor do fluxo de materiais e sua estocagem, segundo Slack (2013). Portanto, se reduz o congestionamento, gargalo de processos, o estoque, tempo de ciclo das operações e tempo de espera. Uma solução para esses problemas, para Nunes (2010), é utilizar materiais pré-fabricados, com o intuito de otimizar tarefas e tempo.

Para que empresas do segmento da construção civil atendam as demandas principalmente de projetos como do programa “Minha casa minha vida”, a implantação da filosofia Lean pode tornar construtoras mais competitivas no mercado. Podendo buscar mais produtividade com mais lucro e satisfação do cliente, de acordo com (Benetti et al, 2012). Mas para que uma empresa desenvolva a mentalidade Lean, segundo Amaral (2004), é primordial o investimento em maior capacitação na mão de obra, inovação tecnológica e o uso de ferramentas e planejamento para gestão enxuta, como aplicação do 5S, kanban, mapeamento de processo e análise de layout do canteiro.

Entretanto para se fazer um investimento efetivo que aumente o desempenho enxuto de uma empresa, é necessário aplicar uma ferramenta que mostre quais áreas das construtoras estão deficientes e exigem maior atenção. O Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR) é a ferramenta usada nesse artigo para mensurar a capacidade enxuta e os pontos fortes e fracos de uma empresa, segundo a visão do Sistema Toyota de Produção.

A ferramenta foi desenvolvida por pesquisadores do ProBrAI (Universidade Federal do Paraná/BRA-Universidade de Karlsruhe/ALE). O modelo LCR permite a visualização gráfica das diferenças da qualidade de empresas de acordo com os 11 princípios do Lean Construction desenvolvidos por Koskela(1992).

Essa pesquisa tem como objetivo avaliar o grau de aplicação da mentalidade enxuta em construtoras que atuam nas cidades de Araras, Conchal e Mogi Guaçu/SP e se os portes das empresas influenciam neste resultado. Com a aplicação do LCR

pode-se identificar possíveis dificuldades que as empresas estudadas têm em seu processo de produção.

2 PRINCÍPIO LEAN CONSTRUCTION

Desde a década de 1970, os setores industriais tentam fazer modificações na organização de suas atividades produtivas mudando a gestão da produção nas indústrias com o Sistema Toyota de Produção segundo, Formoso (2000). A Gestão da Qualidade Total e a aplicação do just-in-time (na hora certa) seriam outras abordagens que começariam a não ficar apenas na indústria, segundo Moreira e Bernardes (2003).

O objetivo do Lean Construction, dentro de uma série de atividades definidas que cheguem a um produto ou serviço final, é eliminar as perdas. Antunes Júnior (1998) define perdas como todos os tipos possíveis de atividades que não agregam valor para a obra. De acordo com Koskela (1992), com a anulação de perdas, consegue-se um balanceamento nas melhorias das atividades de conversão (operações) e de fluxos (processos).

Para Shingo (1996), o ponto de partida para a implementação do Lean é a preparação do ambiente de trabalho, com a participação de todos (presidente à operários). Cria-se a mentalidade de melhoria contínua, ou seja, sempre buscando alto grau de aproveitamento. Este plano desenvolve-se de acordo com a maturidade que a empresa adquire, criando o ambiente ideal para se poder trabalhar com qualidade.

Para que o processo de construção funcione de forma que atendam às necessidades produtivas da obra com qualidade, Koskela (1992) propõe alguns princípios para o Lean Construction:

- 1) Eliminação de atividades que não agregam valores: Atividades que consomem tempo, recurso, espaço que não tem valor para o cliente. Para que o processo possa ser aprimorado reduzindo suas perdas, deve ser melhorada a eficácia das chamadas atividades de conversão e fluxo, excluindo as atividades que não acrescentam valor na visão do cliente. A eliminação de atividades de movimentação, espera ou inspeção pode ser analisada com um mapeamento de processo, de acordo com Gonçalves (2009). Segundo Santos (1999), o estudo de layout nos canteiros de obras pode reduzir as distâncias de lugares da descarga e transporte de materiais.

2) Necessidades do cliente: Para Gonçalves (2009), tanto de forma interna, quanto de forma externa, é importante identificar as necessidades do cliente para a criação do plano de gestão da produção. Deve-se mapear o processo, encontrando sistematicamente o cliente e seus requisitos em cada fase.

3) Reduzir a variabilidade: Para Formoso (2000), com a diminuição da variabilidade nos processos, tem-se um produto uniforme que atende de forma efetiva a satisfação do cliente. Se há maior variabilidade, também terá mais atividades que não agregam valores. Portanto aumenta-se a frequência de interrupções no fluxo de trabalho no tempo de produção e produtos na sua não conformidade, ou seja, fora da especificação do cliente.

4) Reduzir tempo de ciclo (*Lead Time*): Tempo de ciclo é o conjunto de todos os tempos vinculados à execução de uma obra. Com sua redução, inibe a criação de grandes estoques. O tempo de ciclo refere-se ao tempo necessário para que uma peça ou material atravesse um fluxo, o que compreende a soma dos tempos de processamento, de espera de transporte e inspeção. Segundo Koskela (2000), conseguem-se as seguintes vantagens: entrega mais rápida ao cliente; gestão dos processos mais fácil, pois o volume de produtos inacabados (trabalho em processo) é reduzindo respectivamente.

5) Simplificar através da redução de passos, partes e ligações: A simplificação de um processo pode ser realizada readequando seus passos ou partes que agregam valor, e descartando as tarefas que não agregam nenhum valor. Para Nunes (2010) existem muitas formas de simplificar o processo de produção, tal qual a utilização de elementos pré-fabricados, equipes polivalentes, aplicação de ferramentas como o 5S e planejamento eficiente do processo.

6) Aumentar a flexibilidade do resultado: Aumentar a capacidade de realizar modificações no produto conforme as necessidades do cliente, sem considerável aumento do custo. Segundo Nunes (2010) a flexibilidade dos resultados pode ser alcançada diminuindo o tamanho dos lotes, diminuindo as barreiras em realizar ajustes e trocas, possibilitar a personalização do produto no tempo mais tarde possível, mão de obra polivalente facilmente adaptável a alterações relacionadas a procura e escolha de processos construtivos flexíveis.

7) Aumento da Transparência do processo: Nesse princípio, destaca-se a necessidade de identificar problemas na execução do processo com a ajuda de indicadores que possam transmitir informações de modo acessível nos postos de

trabalho. O uso de dispositivos visuais como cartazes ou sinalização segundo Koskela (2000).

8) Focar o controle no processo global: Romanel (2009) aponta que se deve ter um controle segmentado de todas as etapas que atravessa a organização. Essas etapas devem ser medidas durante todos os procedimentos, com a cooperação de todos da equipe sempre realizando o acompanhamento com o objetivo de otimizar o processo como um todo.

9) Introduzir melhoria contínua no processo: Para Romanel (2009) a melhoria contínua dos processos colabora com a redução de perdas, agregando valor ao produto. Acontece internamente, por meio da interação dos funcionários, que devem receber capacitação, juntamente com outras iniciativas levando ao aprimoramento constante do processo.

10) Balancear melhoria nos fluxos por meio de melhoria nas conversões :Koskela (1992) salienta que as melhorias de fluxo estão intimamente ligadas às de conversão, pois para melhores fluxos são necessários menor capacidade de conversão e investimentos em equipamentos. Para implantação de uma tecnologia de conversão mais simples, menores devem ser os fluxos controlados, e com nova tecnologia de conversão pode resultar em menos variabilidade, gerando melhoras ao fluxo.

11) Benchmarking: Consiste em um processo de aprendizado a partir de práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou aspecto específico da produção, de acordo com Isatto (2000). É uma ideia simples, que dispensa a organização de investimentos para sua obtenção a aplicação.

3 MODELOS DE CLASSIFICAÇÃO LCR

O modelo LCR tem como objetivo avaliar o grau de aplicação da construção enxuta em construtoras, com questionário de preenchimento simples e resumido com pontuações determinadas.

O modelo LCR se define em utilizar um check-list como um modo de avaliar o desempenho das empresas construtoras na aplicação dos conceitos enxutos ou ferramentas Lean em canteiros de obra. A ferramenta LCR é composta por questões

que identificam os 11 princípios de Koskela (1992) do Lean Construction nas obras estudadas.

Depois das avaliações, são feitas as classificações do grau de aplicação do pensamento enxuto nas construções. A classificação é de A à D, e dividida em: (AAA, AA, A; BBB, BB, B; CCC, CC, C; DDD, DD, D). Cada classificação tem sua própria interpretação de cada classe apresentada, em resultados com nota AAA (95% a 100% da pontuação atingida), nessa nota a empresa apresenta alto grau de aplicação de Lean Construction e busca a alta qualidade e perfeição. Até D (de 0% a 9% da pontuação), o que nesse caso é baixa a aplicabilidade dos processos do produto, baixo foco de melhorias e desperdícios com conhecimentos de Lean Construction praticamente nulos. O quadro 1, mostra a interpretação e porcentagem de cada categoria que a empresa analisada pode ser classificada de acordo com a ferramenta LCR.

Por convenção da ferramenta LCR, apenas empresas construtoras que aplicam o conceito de construção enxuta podem chegar em nível A, AA, AAA. Toda a classificação é mostrada por tabelas, gráficos de barra e gráficos de radares. Para se ter uma percepção visual mais rápida dos resultados obtidos pelos questionários.

Quadro 1 - Quadro de classificação Aplicação Lean Construction - LCR

Resultados	%	Interpretação das classes
AAA	95% a 100%	Esforço pra perfeição em melhorias de qualidade e aplicação da <i>Lean Construction</i>
AA	89% a 94%	
A	81% a 88%	
BBB	73% a 80%	Foco de alta qualidade e aprendizado Lean dentro dos principais níveis de projeto/empresas
BB	64% a 72%	
B	55% a 63%	
CCC	43% a 54%	Consciência de qualidade, mas baixo/nenhum conhecimento de construção enxuta
CC	37% a 42%	
C	28% a 36%	
DDD	19% a 27%	Baixa qualidade e baixo foco em melhoria e desperdício
DD	10% a 18%	
D	0% a 9%	

Fonte: Adaptado de Mota, Ely 2016. Classificação das empresas.

A classificação de cada empresa foi realizada por meio de consultas no site do Ministério da Fazenda pelo documento “Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica”. Com o cadastro de pessoa jurídica das empresas (CNPJ), foi possível consultar e identificar o porte de cada empresa classificadas de acordo com a Receita Federal.

4 METODOLOGIA

A metodologia usada para esse artigo foi baseada, segundo Gerhardt e Silveira (2009), uma pesquisa exploratória. Realizada com a aplicação da ferramenta LCR com os responsáveis (engenheiro e mestre de obras) de cada obra 7 empresas construtoras participantes com intuito de quantificar o grau de aplicação da filosofia Lean nas empresas de construção civil que atuam em construções verticais nas cidades de Mogi Guaçu, Conchal e Araras. O questionário usado foi o proposto por Mota e Ely (2016), seguindo os pilares dos 11 princípios Lean Construction. O porte das empresas foi classificado de acordo com os cadastros de cada empresa na Receita Federal.

Em um questionário com um total de 25 questões, todos os princípios Lean Construction segundo Koskela (2000) são avaliados por um número certo de questões. Na avaliação, cada item do questionário deve receber uma pontuação de 0 a 4, obedecendo a escala Likert com suas opções em: nunca, raramente, às vezes, frequentemente e sempre. O quadro 2 apresenta a pontuação:

Quadro 2 - Escala quantitativa da pontuação para o questionário

Nível de frequência	Pontuação
Sempre	4
Frequentemente	3
Às vezes	2
Raramente	1
Nunca	0

Fonte: O autor, 2019.

Nas duas amostras de cada empresa, é selecionada a pontuação dos entrevistados, engenheiro e mestre de obras respectivamente, como foi feito em Lucena (2018). Para o cálculo da pontuação é realizada a média aritmética das duas amostras de cada construtora. O registro, cálculos e classificação de todos os questionários foram feitos por tabelas e gráfico via Microsoft Excel. A pontuação e o questionário assemelham-se aos de Marinho (2016); Dineshkurmar (2016); Oliveira (2010) e Matos (2016). Porém alguns questionários, dos referidos trabalhos, não demonstraram claro entendimento para o entrevistado. O que demonstrou melhor adaptação, facilitando a aplicação em todas as empresas, foi o questionário de Mota, Ely (2016), apresentado no quadro 3:

Quadro 3 - Questionário utilizado

(continua)

Princípios	Ponto de Avaliação	NUNCA	RAREMENTE	ÀS VEZES	FREQUENTEMENTE	SEMPRE
1,2 e 10	1. Os funcionários se preocupam em reduzir superprodução (Ex.: produzir mais argamassa do que o necessário), retrabalho (Ex.: Executar mais de uma vez a mesma tarefa), deslocamentos excessivos (Ex.: percorrer longos caminhos) e etc.?					
1 e 4	2. O canteiro de obras possui os materiais e equipamentos necessários para realizar as atividades do dia em tempo adequado?					
1,3,4,7 e 8	3. Faz-se uso de procedimentos documentados para a realização das atividades no canteiro de obras?					
1,4 e 5	4. Os locais de construção são limpos e possuem vias de fácil acesso interno?					
2 e 11	5. A empresa costuma fazer pesquisas de mercado antes do lançamento de empreendimentos?					
2 e 6	6. Em que grau é possível a customização dos empreendimentos pelos compradores?					
2,6,9 e 11	7. Depois de fazer pesquisas de satisfação, a empresa tenta fazer melhorias em áreas consideradas deficiente por parte dos clientes do empreendimento?					
1,2,3,4,5,6,7 e 9	8. Existe uma boa comunicação entre a equipe que elabora os projetos e a equipe que executa a obra?					
1,2,3,4,5 e 7	9. Existe planejamento do layout do canteiro de obra durante as fases do empreendimento?					
2,4,7 e 8	10. Faz-se uso de sistemas de pedidos que gerenciam e controlam o tempo necessário para se obter os materiais (ex.: concreto, aço e tijolos) de fornecedores?					
1,2,4,5 e 10	11. A escolha do local de depósitos de materiais considera a distância que será necessária para sua utilização?					
4,5 e 10	12. Com que periodicidade a empresa busca usar a mecanização nos processos? (ex. guincho de coluna, jateador de argamassa, etc.)					
3,4 e 5	13. Com que frequência a empresa emprega materiais pré-fabricados para utilização no trabalho (Ex.: Concreto usinado, fôrmas metálicas, peças pré-fabricados, etc.)?					
4 e 5	14. Os trabalhadores são treinados para ser uma força de trabalho polivalente (Formação de trabalhadores flexíveis para diferentes serviços)?					
3,4,5,7 e 8	15. Existe preocupação com o planejamento da produção (ex. formação de células de trabalho para executar determinada tarefa, uso de kits de materiais para as atividades, etc.)?					

3,4 e 7	16.	A empresa faz uso de algum sistema de gestão visual, tais como painéis e placas para sistemas de controle de qualidade?
2,3,4 e 7	17.	Os objetivos, resultados e expectativas da empresa são claramente comunicados a todos os empregados?
2,3,4,7 e 8	18.	A informação sobre as tarefas a serem realizadas durante a semana são claras e acessíveis a todos os funcionários na obra?
2,3,4 e 8	19.	A empresa faz controle de qualidade nos serviços executados durante a execução do empreendimento?
1,2,3,4,5 e 8	20.	A empresa se planeja para diminuir as interferências nos projetos depois que o empreendimento passa para fase de execução?
2 e 8	21.	A empresa costuma entregar cada etapa da obra no tempo previsto em projeto?
9 e 11	22.	A empresa procura a perfeição através do processo de aplicação do aprendizado adquirido a partir de um projeto para outro?
2,9 e 10	23.	A empresa faz uso de algum programa que incentiva os funcionários e clientes a apresentar ideias para a melhoria contínua?
9 e 11	24.	A empresa mantém um relacionamento com instituições de ensino, como universidades e centros de especialização e formação técnica?
1,9 e 11	25.	A empresa consegue adaptar as boas práticas à realidade da construtora?

Fonte: Mota, Ely 2016.

Por meio do questionário do quadro 3, os princípios foram mensurados para a formação dos gráficos radar de cada empresa para visualização do percentual de implementação alcançado em cada princípio. Foi também elaborada a tabela 5 com apresentação do ranque geral dos princípios em cada empresa e sua relação com o porte da empresa.

5 MODELOS DE CLASSIFICAÇÃO LCR

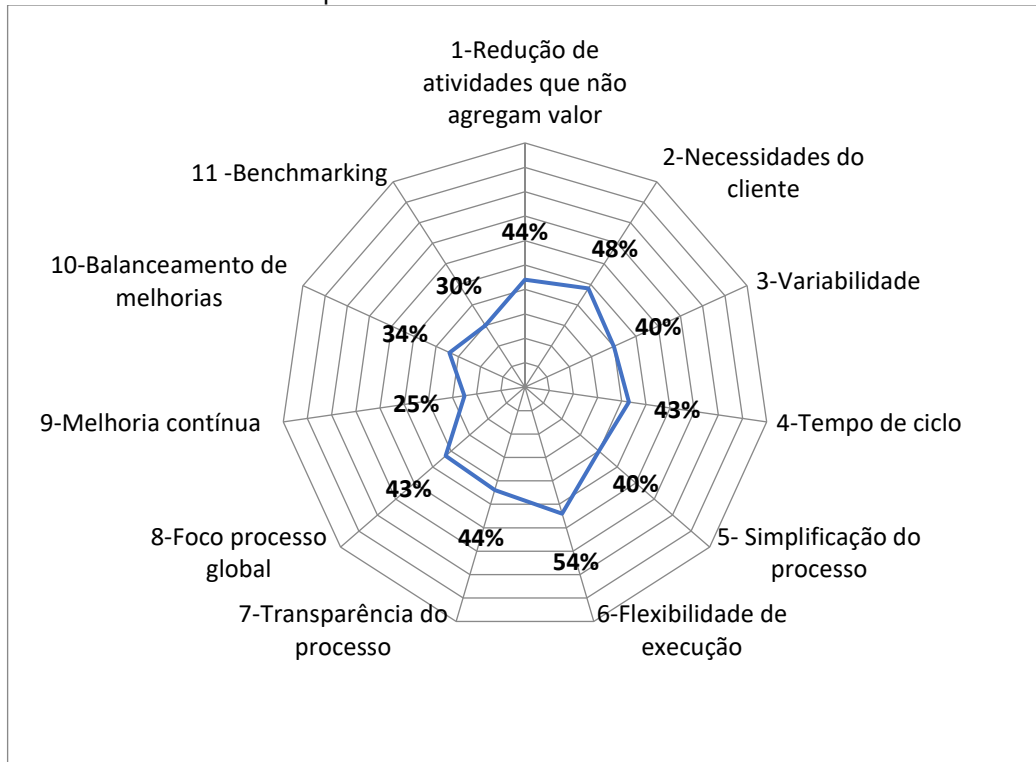
O questionário foi aplicado em 7 empresas. Abaixo é abordada uma descrição do perfil, porte de cada empresa e seus respectivos resultados de acordo com a ferramenta LCR.

5.1 Empresa 1

A empresa 1 tem mais de 30 anos de atuação no mercado da construção civil, é considerada de pequeno porte, sem conhecimento da mentalidade enxuta e trabalha de forma tradicional. A obra estudada é um edifício multifamiliar de 4 pavimentos

localizado em Mogi Guaçu. Segundo o gráfico 1, o grau de aplicabilidade de Lean Construction foi de 42%. Com os dados do gráfico pode-se inferir que a empresa tem baixo grau de aplicabilidade, principalmente no princípio nove relacionado com melhoria contínua. A pontuação do princípio nove pode ser justificada pelo fato do entrevistado relatar que as melhorias são pouco analisadas e postas em prática.

Gráfico 1 - Análise da empresa 1

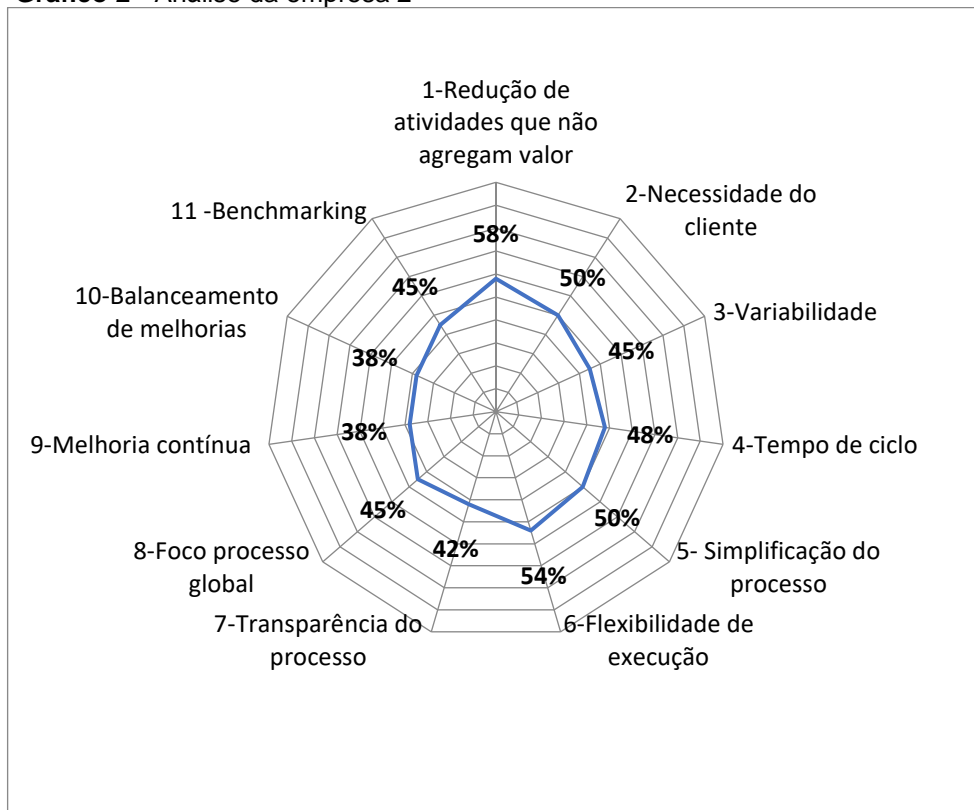


Fonte: O autor, 2019.

5.2 Empresa 2

A empresa 2 foi considerada de pequeno porte e atua no setor da construção civil desde 1998 de forma tradicional, sem conhecimento da mentalidade enxuta. Tanto a empresa quanto a obra, estão localizadas em Mogi-Guaçu, sendo um edifício multifamiliar de 8 pavimentos. Segundo o gráfico 2, o grau de aplicabilidade de Lean Construction foi de 46%, com consciência de qualidade, mas com pouco ou nenhum conhecimento de construção enxuta, principalmente nos princípios nove e dez, relacionados à melhoria contínua e balanceamento das melhorias no fluxo com as melhorias das conversões. A pontuação pode ser justificada devido a empresa não ter planejamento de layout na obra, segundo as observações realizadas.

Gráfico 2 - Análise da empresa 2



Fonte: O Autor, 2019.

Imagem 1 - Local da obra da empresa 2



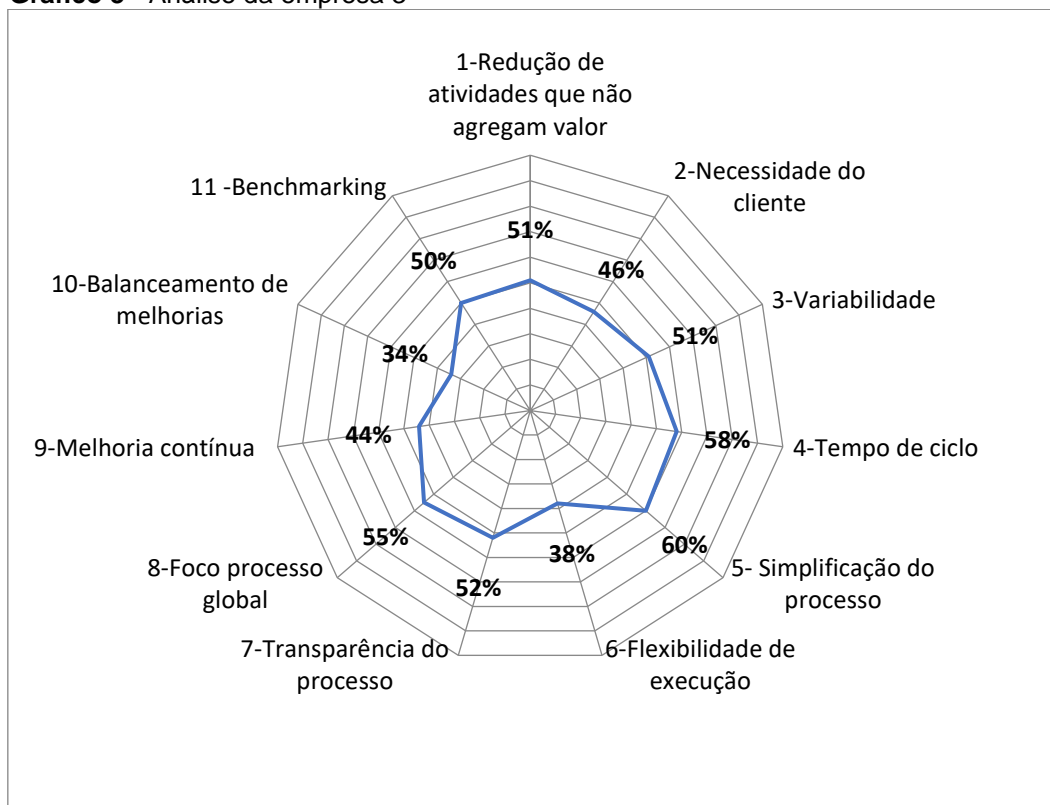
Fonte: O autor, 2019

5.3 Empresa 3

A empresa 3 atua no mercado da construção civil desde 1977, é considerada de pequeno porte, sem conhecimento da mentalidade enxuta e trabalha de forma tradicional. A empresa se localiza em Mogi Guaçu e a obra estudada é um edifício

multifamiliar de 8 pavimentos localizado em Conchal. Segundo o gráfico 3, o grau de aplicabilidade de Lean Construction foi de 51,5%. Com os dados do gráfico pode-se inferir que a empresa tem baixo grau de aplicabilidade, principalmente nos princípios 10 - balanceamento das melhorias de atividades no fluxo e das conversões e no princípio 6 - flexibilidade da execução do produto. Os entrevistados demonstraram saber a importância da melhoria contínua, entretanto não é algo praticado seguindo o conceito enxuto.

Gráfico 3 - Análise da empresa 3



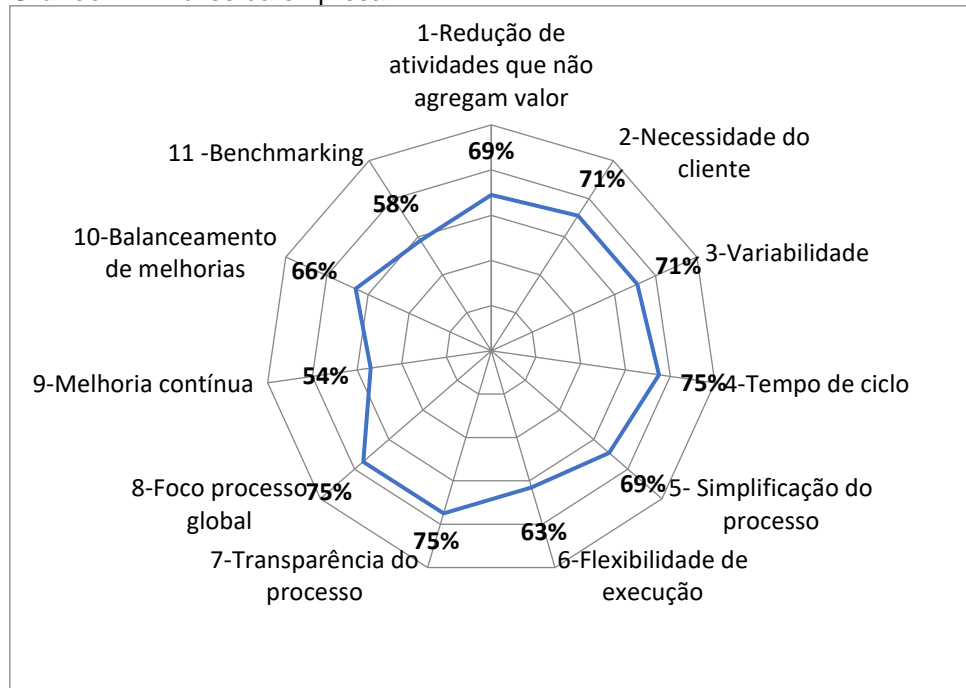
Fonte: O Autor, 2019.

5.4 Empresa 4

A empresa 4 foi classificada como médio porte. A construtora atua no mercado desde 2002, com conhecimento parcial Lean Cosntruction. A empresa tem interesse em ampliar a mentalidade enxuta em suas obras com implantação de melhorias como investimentos em gerenciamento de compras e implantação de kanbans. A obra está localizada em Mogi-Guaçu, sendo um edifício multifamiliar de 14 pavimentos. Segundo o gráfico 4, o grau de aplicação de Lean Construction foi de 69,5%. Portanto a empresa é classificada com foco de alta qualidade e aprendizado Lean dentro dos

principais níveis das empresas, principalmente relacionados ao foco do processo global, redução do tempo de ciclo e transparência do processo global, sendo os princípios oito, sete e quatro respectivamente. O princípio nove (melhoria contínua) apresenta necessidade de desenvolvimento futuro, pois foi o de menor percentual de implantação.

Gráfico 4 - Análise da empresa 4

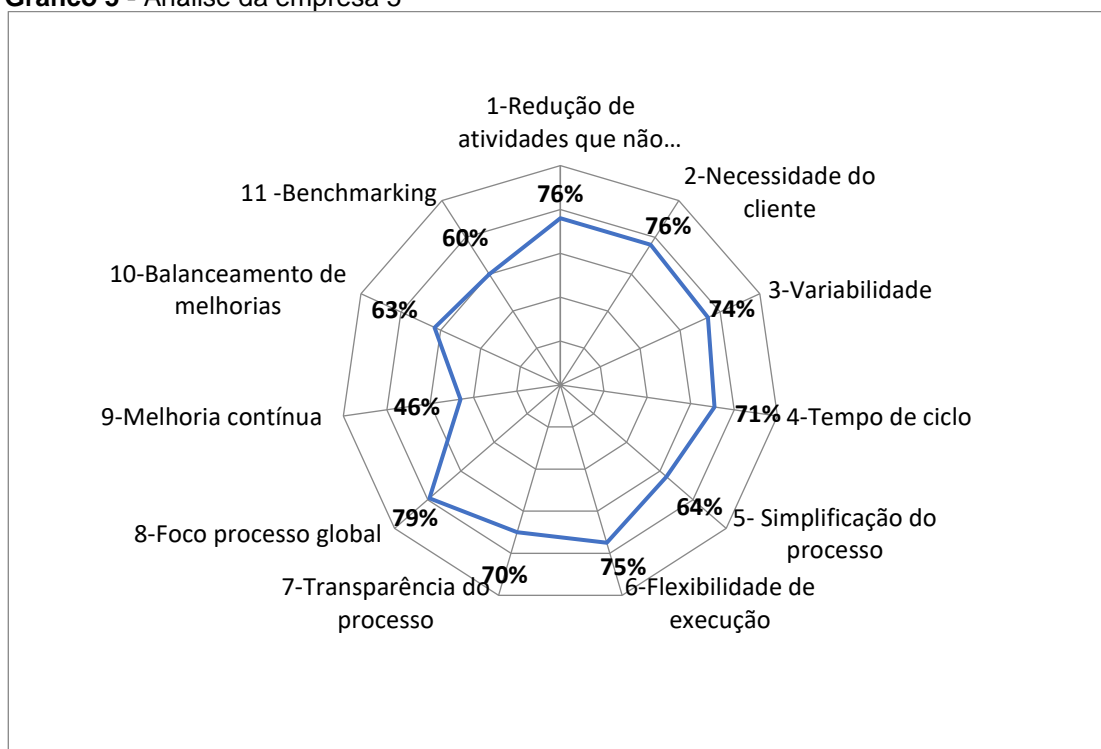


Fonte: O Autor, 2019

5.5 Empresa 5

A empresa 5 foi classificada como médio porte. A construtora atua no mercado desde 1993 e sua sede fica em Itapira. A empresa tem certificações da ISO 9001 e PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat) nível “A”. A obra está localizada em Mogi-Guaçu, sendo um conjunto de 3 blocos de edifícios multifamiliares de 13 pavimentos cada. Segundo o gráfico 5, o grau de aplicabilidade de Lean Construction foi de 69%. Portanto a empresa é classificada com foco de alta qualidade e aprendiza do Lean dentro dos principais níveis das empresas, principalmente relacionados ao foco global, a necessidade do cliente e na redução de tarefas desnecessárias. O princípio nove (melhoria contínua) apresenta uma carência que pode comprometer a propagação do pensamento enxuto entre seus funcionários.

Gráfico 5 - Análise da empresa 5



Fonte: O Autor, 2019.

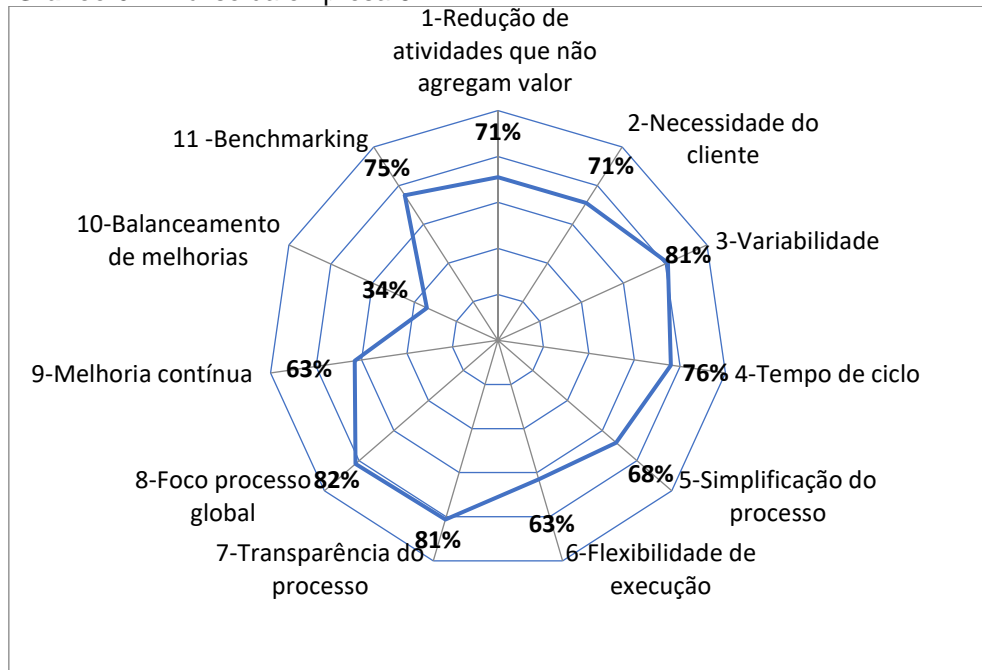
5.6 Empresa 6

A empresa 6 teve sua classificação como empresa de médio porte. A construtora atua no mercado desde 2000 e em alguns estados brasileiros. A empresa tem programas de reciclagem, sustentabilidade e projetos do programa 'Minha casa minha vida'. A obra é localizada na cidade de Araras, um conjunto residencial de 8 edifícios de 10 pavimentos cada um.

Segundo o gráfico 6, o grau de aplicabilidade de Lean Construction foi de 71,5%. Foco de alta qualidade e aprendizado Lean dentro dos principais níveis da empresa, principalmente relacionado ao foco ao cliente e flexibilidade na execução.

Entretanto o princípio dez (Balancear melhoria nos fluxos por meio de melhoria nas conversões) apresentou um grande déficit com apenas 34%. A pontuação pode ser justificada devido a empresa apresentar dificuldades em mapeamento de processo, problemas na execução de atividades ou mesmo pouco investimento em equipamentos (maquinários) e tecnologia.

Gráfico 6 - Análise da empresa 6



Fonte: O Autor, 2019.

Imagem 2 - Local da obra da empresa 6



Fonte: A empresa, 2019.

5.7 Empresa 7

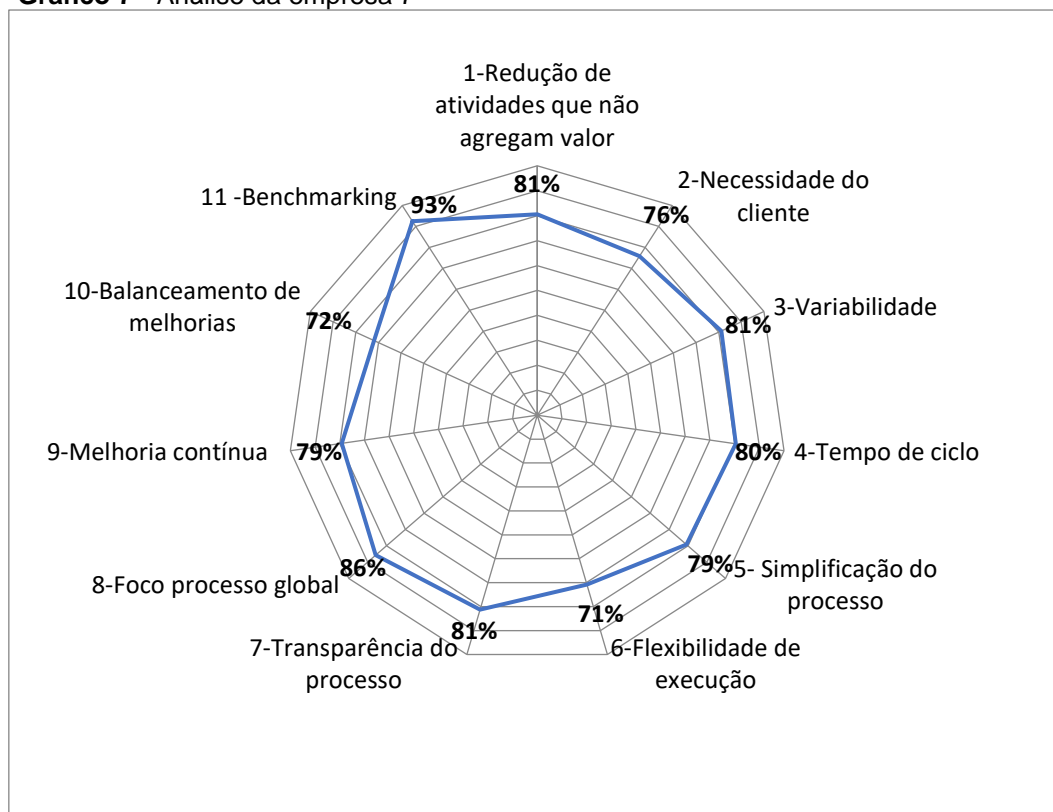
A empresa 7 é considerada de grande porte. Atua no mercado desde 1979, tem grande atividade em muitos estados brasileiros. A construtora apresenta certificações de gestão ambiental ISO 14001, o programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) nível "A" e programas de sustentabilidade. A obra está localizada

na cidade de Araras, sendo um conjunto de 16 edifícios residenciais multifamiliares de 4 pavimentos cada um. Na aplicação do questionário, o Engenheiro Civil apresentou grande conhecimento e preparo sobre a filosofia Lean Construction. Segundo o gráfico 7, o grau de aplicabilidade de Lean Construction da empresa foi de 81%, atingindo uma classificação de esforço à perfeição em melhorias de qualidade e aplicação do Lean Construction. A empresa apresentou grande domínio dos princípios, com destaque de 93% do princípio onze - (Benchmarking).

A empresa 7 não apresentou dificuldades em atender os 11 princípios analisados pelo questionário. Constou-se que a empresa está familiarizada com o método já há alguns anos, segundo o engenheiro da obra.

O princípio que teve seu menor desempenho foi o número seis (aumento da flexibilidade da execução do produto) com 71% de aproveitamento. A pontuação pode ser justificada pela ampla padronização nas etapas do projeto que envolve domicílios em grande escala, que pode comprometer ou dificultar a flexibilidade de mudanças quando a obra já estiver em execução.

Gráfico 7 - Análise da empresa 7



Fonte: O Autor, 2019.

5.7.1 Local da obra da empresa 7

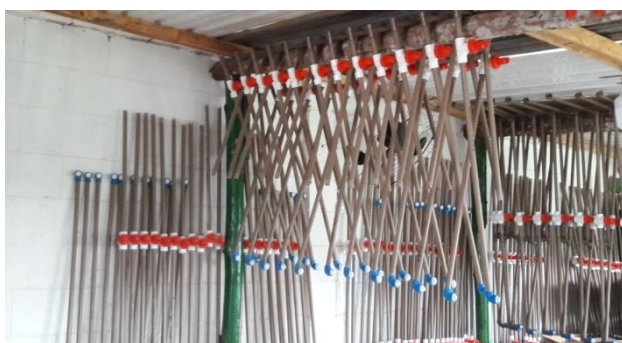
A empresa 7 apresenta kits montados para o sistema hidráulico e para o sistema elétrico com fios revestidos de conduítes, imagens 5 e 6 respectivamente em seguida. As paredes são de concreto, moldadas com auxílio de formas e executadas em blocos de mais de um apartamento por vez, imagem 4. As paredes são confeccionadas realizando passagem prévia de instalações elétricas e hidráulicas, imagem 7. Ao facilitar as operações com esse sistema de organização, padronização e armazenagem, o tempo de ciclo das atividades é reduzido. A empresa 7 trabalha com o reaproveitamento de argamassa e o uso de eco granito (imagem 1), portanto houve uma redução de perdas em relação a matéria prima utilizada em várias etapas da construção.

Figura 3 e 4 - Local da obra da empresa 7



Fonte: O Autor, 2019

Figura 5 e 6 - Kits hidráulicos e elétricos padronizados



Fonte: O Autor, 2019

Figura 7 - Passagens prévias para canos e fios em cada andar

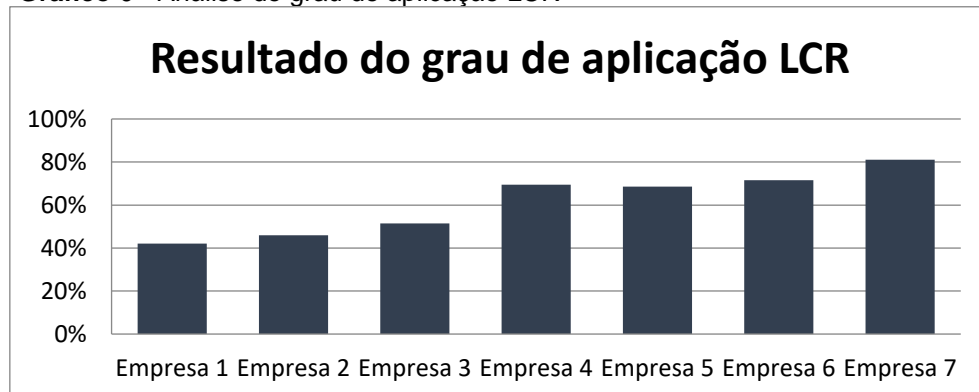


Fonte: O autor, 2019.

6 COMPARAÇÕES DOS RESULTADOS

Com o levantamento dos dados dos questionários, foram elaborados os resultados por meio do gráfico 6 e tabela 4 para mensurar e classificar o grau de aplicação LCR. A tabela 5 mostra o percentual de cada princípio e suas médias.

Gráfico 6 - Análise do grau de aplicação LCR



Fonte: O Autor, 2019.

Tabela 4 - Resultado da classificação das empresas por classe

Modelo LCR			
Empresas	Grau de aplicação (%)	Porte	Classe
Empresa 1	42%	Pequeno	CC
Empresa 2	46%	Pequeno	CCC
Empresa 3	52%	Pequeno	CCC
Empresa 4	69,50%	Médio	BB
Empresa 5	69%	Médio	BB
Empresa 6	71,50%	Médio	BB
Empresa 7	81%	Grande	A

Fonte: O Autor, 2019.

Segundo o gráfico 6, as empresas 1 e 2 obtiveram média abaixo de 50% de LCR e foram classificadas respectivamente CC e CCC. Isso significa que há pouca adoção dos conhecimentos do Lean Construction.

Nas empresas 4, 5 e 6 foram obtidas médias respectivamente de 69,5%, 69% e 71,5% de aplicabilidade do Lean Construction com resultados BB, tendo foco de alta qualidade e aprendizado Lean dentro dos principais níveis das empresas estudadas. Enquanto a empresa 7 ficou com resultado de 81% de aplicabilidade, chegando na categoria “A” com esforço pra perfeição em melhorias de qualidade e aplicação da Lean Construction.

Tabela 5 - Resultado da classificação das empresas por princípio e suas médias

Princípios	Empres a 1	Empres a 2	Empres a 3	Empres a 4	Empres a 5	Empres a 6	Empres a 7	Média por princípio
1	44,4%	58,3%	51,0%	69,4%	76%	70,8%	80,6%	64,4%
2	48,2%	50,0%	46,0%	71,4%	76%	70,5%	75,9%	62,6%
3	40,0%	45,0%	51,0%	71,3%	74%	81,3%	81,3%	63,4%
4	43,0%	48,4%	58,0%	75,0%	71%	75,8%	80,5%	64,5%
5	40,3%	50,0%	60,0%	69,4%	64%	68,1%	79,2%	61,6%
6	54,2%	54,2%	38,0%	62,5%	75%	62,5%	70,8%	59,6%
7	43,8%	42,2%	52,0%	75,0%	70%	81,3%	81,3%	63,6%
8	42,9%	44,6%	55,0%	75,0%	79%	82,1%	85,7%	66,3%
9	25,0%	37,5%	44,0%	54,2%	46%	62,5%	79,2%	49,8%
10	34,4%	37,5%	34,0%	65,6%	63%	34,4%	71,9%	48,7%
11	30,0%	45,0%	50,0%	57,5%	60%	75,0%	92,5%	58,6%

0% a 27%	28% a 54,9%	55,0% a 80,0%	80,1% a 100%
Classe D	Classe C	Classe B	Classe A

Fonte: O Autor, 2019.

Na elaboração da tabela 5, foi mensurado o percentual de cada princípio, por meio da soma das pontuações feitas no questionário em cada construtora.

As cores usadas em cada princípio por empresa variam com o percentual atingido seguindo o critério da ferramenta LCR no quadro 1. A média aritmética por princípio foi obtida pela soma dos percentuais dos princípios da mesma linha, dividido pelo número de empresas (sete empresas) visto em cada coluna.

Por meio da ferramenta de filtro do Microsoft Excel, foi possível ranquear de forma decrescente os princípios de cada empresa. Desta forma, foi constatado que os princípios nove e dez tiveram frequência nas posições inferiores, com menores percentuais com relação aos demais princípios por empresa.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os impactos da ampla concorrência entre as empresas aumentaram de forma expressiva, fazendo com que elas buscassem novas maneiras de reduzir custos e obter vantagem competitiva. Nesse sentido, fatores como o aumento de atividades que agregam valor, busca pelo aperfeiçoamento do processo produtivo e diminuição dos desperdícios surgiram como fortes direcionadores competitivos. Foi constatado pela utilização da ferramenta LCR que o grau de aplicação enxuta nas empresas analisadas está proporcionalmente ligado aos respectivos portes das empresas, considerando apenas construções de edifícios residenciais multifamiliares.

As sete empresas apresentaram dificuldades em atender os princípios nove e dez, referentes à melhoria contínua e balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões. Percebeu-se uma tendência das empresas terem dificuldade de entender a proposta da melhoria contínua, importância do mapeamento dos processos construtivos no balanceamento de melhorias de fluxo nas conversões e investimentos em equipamentos e tecnologia para conversão.

Os resultados obtidos mostram uma proporcionalidade do porte das empresas com as porcentagens de cada princípio da construção enxuta, quanto maior o porte da empresa maior o grau de aplicação Lean Construction.

O princípio dez apresentou ter um dos menores percentuais em cada construtora independente do porte da empresa, com média total de cada empresa do princípio dez é inferior a 50% de aproveitamento, com apenas 48,7% dados da tabela 5. Portanto o princípio dez pode ser considerado um dos pontos mais fracos das empresas estudadas independente do porte. O princípio nove – melhoria contínua também apresentou um percentual abaixo com média total por princípio de 49,8%, mostrando que principalmente as empresas de pequeno e médio porte têm grandes deficiências para lidar com perdas, capacitação de funcionários e a disseminação da mentalidade enxuta entre seus funcionários nos canteiros de obras.

O princípio 8 (processo global) apresentou frequência nas maiores posições ranqueadas com uma boa pontuação entre as empresas de médio e grande porte, tendo melhor média geral com 66,3%.

Por meio da análise dos resultados percebe-se que maiores investimentos podem proporcionar maior competitividade no mercado, agregando valor para o cliente final. Treinamentos e capacitação da mão de obra podem contribuir para uma

mentalidade enxuta dos funcionários da construção civil nos respectivos canteiros de obras. O Lean Construction era pouco adotado nas últimas décadas, porém para manter um mercado exigente, o uso da filosofia enxuta torna-se um diferencial, mesmo que sua propagação seja de forma gradual na construção civil.

O estudo tinha a pretensão de pesquisar o maior número possível de empresas da região, mas devido ausência de tempo e disponibilidade de muitas construtoras, não foi possível ter uma maior quantidade de participantes. O número de empresas e de entrevistados foi baseado no trabalho de Mota, Ely (2016) e (Oliveira et al, 2010).

As empresas estudadas neste trabalho não representam a situação precisa, real ou que generalize todas as construtoras que atuam nos canteiros de obras da região. Porém, esse estudo fornece um indicativo do cenário da qualidade da gestão da construção civil na região estudada. Indicando suas principais dificuldades de um ponto de vista de um novo método de gestão Lean Construction com seus 11 pilares do pensamento enxuto. A partir dessa pesquisa, que mostra o cenário do Lean Construction na região das cidades de Araras, Conchal e Mogi Guaçu, essa pesquisa sugere trabalhos futuros na implantação da ferramenta LCR em obras de grandes núcleos do Estado de São Paulo, como na região metropolitana de Campinas e região metropolitana de São Paulo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Tatiana Gondim. **Metodologia de qualificação para trabalhadores da construção civil com base nos conhecimentos gerenciais da construção enxuta**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004. DOI: <https://doi.org/10.36229/978-65-5866-023-1.cap.03>

ANTUNES JUNIOR, J. **Em direção a uma teoria Geral do Processo de Administração da Produção**: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da teoria das restrições e da teoria que sustenta a construção dos sistemas de produção com estoque zero. Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. Tese de Doutorado. DOI: <https://doi.org/10.18605/2175-7275/cereus.v10n2p12-25>

BENETTI, Heloiza Piassa; SILVA, Ildeivan; BELLEI, Eduardo. Classificar empresas construtoras quanto ao grau de aplicação de ferramentas lean. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 8., 2012. DOI: https://doi.org/10.14488/cneg2022_cneg_pt_003_0024_20218

CARVALHO, B. S. **Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta**. Dissertação de mestrado em Construção Civil. Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-graduação em Construção Civil: 2008. DOI: <https://doi.org/10.34019/ufjf/di/2021/00039>

DINESHKUMAR, B.; Dhivyamenaga, T. **Study on Lean Principle Application in Construction Industries**. Department of Civil Engineering, Kongu Nadu College of Engineering and Technology, 2016. DOI: <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i2/86366>

FORMOSO, C. **The New Operations Management Paradigm**. White Paper. Berkley: University of California, 2000.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.; **Método de pesquisa**. UFRGS, 2009.

GONÇALVES, W. K. F. **Utilização de técnicas Lean e Just in Time na gestão de empreendimentos e obras**. 2009. 134 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2009. DOI: <https://doi.org/10.30970/cma6.0233>

HOFACKER, A.; OLIVEIRA, B. F.; GEHBAUER, F.; FREITAS, MARIA DO CARMO DUARTE; MENDES JÚNIO. R.; SANTOS, A.; KIRSCH, J. Rapid Lean Construction - quality rating model (LCR). *In*: INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION CONFERENCE (IGLC16), 16., Anais [...], 2008, Manchester, UK: IGLC, 2008.

ISATTO, E. *et al.* **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para a Controle de perdas na construção civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**. Technical Report, Finland: CIPE, 1992.

KOSKELA, Lauri, 2000. **An exploration towards a production theory and its application to construction [e-book]**. Finlândia: VTT Publications. Disponível em <http://www.leanconstruction.org/pdf/P408.pdf>.

LUCENA, A.; Mori, L.; **Mensuração do uso da Lean Construction: Diagnóstico de empresa construtora atuante na região de Maringá/PR**. 2018.

MARINHO, J.; Castro, A.; Marinho, J.; Lucas, R.; Junior, J. **Análise da aplicação dos princípios da construção enxuta em uma construtora de João Pessoa-PB**, 2016. disponível em: http://www.abepro.org.br/bibliot.eca/TN_STO_226_316_30537.pdf

MOTA, L.; Ely, D. **A aplicabilidade do Lean Construction dentro de empresas de construção civil de pequeno, médio e grande porte da região de Belo Horizonte**. 2016. DOI: <https://doi.org/10.11606/d.12.2013.tde-10012014-154217>

MOREIRA, M.; Bernardes, S. **Planejamento e Controle da Produção Para Empresas De Construção Civil**. Editora GEN, 2003.

NUNES, I. J. D. **Aplicação de ferramentas Lean no planejamento de obras**. 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Superior Técnico. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2010. DOI: <https://doi.org/10.3934/dcds.2010.26.63>

OLIVEIRA, B. F.; FREITAS, M. C. D.; HOFACKER, A.; GEHBAUER, F.; MENDES JÚNIOR, R. 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. 2010. DOI: <https://doi.org/10.13084/2175-8018.v02n04a08>

ROMANEL, F. B. **Jogo “Desafiando a produção”**: uma estratégia para a disseminação dos conceitos da construção enxuta entre operários da construção civil. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. 2009. DOI: <https://doi.org/10.48021/978-65-252-5474-6>

SANTOS, A. **Application of flow principles in the production management**. Thesis, School of Construction and Property Management, Univesity of Salford, Salford, UK, 1999.

SHINGO, S.; **O sistema Toyota de produção**. Editora Bookman, 1996.

SLACK, N. **Princípio de Administração da produção**. Editora Atlas, 2013.



Artigo recebido em: 24/12/2020 e aceito para publicação em: 03/01/2023
DOI: <https://doi.org/10.14488/1676-1901.v22i3.4199>

APÊNDICE 1 - Resultados do experimento

	berlin52	kroA100	kroA150	kroA200	kroB100	kroB150	kroB200	kroC100	kroD100	kroE100	lin105	pr76	pr107	pr124	USGS
51%	14212	69765	116248	152346	73026	112162	145860	78179	70429	77816	46939	283833	205783	290825	12189000
52%	14078	75206	108948	153195	72064	116469	148587	68376	68208	71562	49433	267890	225484	289005	12108000
53%	15159	73112	97453	148279	69213	109155	145480	69263	69224	75911	50107	243820	218931	257818	12068000
54%	14483	71304	110274	149681	68823	107633	143397	67091	65847	71374	46457	248193	201295	292642	11678000
55%	14645	69401	106460	139433	72918	103992	139182	65169	71938	67187	49304	256180	194587	285836	12704000
56%	13006	65191	100314	145335	63513	99151	140268	69214	63706	75949	45603	222616	198024	255747	12690000
57%	14523	54779	97948	134107	72091	102590	131060	64545	64352	69587	48554	266870	189983	241060	11433000
58%	13909	68010	106465	120483	66774	95527	131300	67939	65220	64433	47330	248049	186313	265654	11020000
59%	11855	60665	90821	113056	62995	93957	119503	62753	57395	65303	45843	222897	193860	253788	11182000
60%	11629	62746	93811	123599	68533	99055	130505	62454	61436	65857	45457	213377	162336	249163	10451000
61%	11639	63252	91827	126269	60278	91895	126376	61511	65401	64972	46492	233447	182549	235512	10110000
62%	12902	59653	95217	126822	56704	87078	117989	58807	57840	57151	39829	232164	156687	212370	10956000
63%	13528	59240	90332	116781	58382	89820	118328	54268	53111	61928	38013	215954	173002	223635	10054000
64%	11964	62932	90205	122484	55529	88510	106882	54698	55808	53242	42407	237977	173282	217354	9892500
65%	12642	51532	84763	99697	56425	82833	108795	58699	55185	61831	42336	221038	138916	189473	9628300
66%	11802	52715	76705	113890	59312	78335	106570	57886	50633	53426	38760	214057	153896	214556	10330000
67%	11495	47515	83798	112680	55177	83083	104640	55158	55413	47386	38723	199791	146070	200239	9788100
68%	12765	50948	82838	104884	54585	84376	100377	50402	40715	55691	37436	199133	129015	193440	9902300
69%	11407	54188	70492	97594	51468	77460	95554	52378	50602	53467	30435	201976	138488	207159	9482100
70%	11800	48927	75091	95051	51809	73870	84659	49162	49681	50615	34345	200701	146460	183168	8573400
71%	11768	52534	72078	99590	51325	70672	104518	48334	45779	45842	32106	184581	135489	184667	8408000
72%	11508	48048	70567	89631	49479	64120	89938	49693	49904	44555	30225	177412	125129	177937	9165200
73%	11528	47510	66755	85781	46133	71654	89587	48918	48353	49524	33438	187366	119604	172008	7574400
74%	10309	49361	66686	92710	48733	64115	85303	42403	43334	49620	32343	190270	111362	170188	8859100
75%	11475	37775	68913	90636	41468	64226	82152	40678	40243	47238	33723	178293	112999	164520	7969600
76%	9955	43939	65429	85347	48022	67936	82301	46926	41170	46520	28172	196288	112630	156581	7864300
77%	9963	35176	63397	83144	43756	63429	74376	40063	42312	37923	30545	180994	85159	144302	8082400
78%	10570	41497	60958	81499	42328	63819	74241	40910	34702	42270	28789	172850	112214	136583	8134600
79%	10270	43934	59743	74310	42239	56494	68418	39767	41574	40213	27988	167913	103576	141776	7338800
80%	10435	39285	57567	71463	38576	55533	65943	38766	36765	40489	30357	173202	86479	141359	7605300
81%	11026	37125	57368	76164	37734	56653	72596	37740	39693	42134	26680	170993	93735	124444	7634800
82%	9510	36619	57090	67193	39305	52828	69419	34866	38794	31040	25800	161510	77862	130979	6788200
83%	9139	35128	55051	64664	35091	53582	65357	34704	35820	39753	25494	145930	76829	122345	6781900
84%	10034	34304	47988	61976	33764	52413	64177	33606	37264	32550	25183	168231	71640	106697	7003000
85%	9422	33721	50116	62850	33202	45065	54687	32942	34942	32206	24083	156477	72147	107870	6894400
86%	9678	29568	43209	57410	31110	47303	63600	31442	33726	31289	22967	154045	73398	114594	5859700
87%	9125	32042	42543	54767	33522	45376	56176	33869	34383	28282	22159	147642	64942	107711	6404400
88%	8932	31450	40470	52934	31018	43018	58878	31304	29720	31297	23212	153216	63948	96064	5903200
89%	8743	30261	42708	45386	32142	44049	51156	26340	32500	29601	20405	153519	58465	99277	5939400
90%	9074	30823	42138	46447	27145	40197	48389	27952	26437	30719	21892	149224	57048	92561	5791600
Mínimo	8743	29568	40470	45386	27145	40197	48389	26340	26437	28282	20405	145930	57048	92561	5791600

Fonte: Autores.

APÊNDICE 2 - Resultados do tempo de processamento

	berlin52	kroA100	kroA150	kroA200	kroB100	kroB150	kroB200	kroC100	kroD100	kroE100	lin105	pr6	pr107	pr124	UFGS
51%	0,9868	0,2634	1,0754	1,9468	0,0013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
52%	1,2531	0,3181	1,3879	2,2353	0,0029	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53%	1,0388	0,2762	1,1285	2,0622	0,0031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
54%	1,0676	0,2841	1,1527	2,1222	0,0028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55%	1,2127	0,3102	1,1279	2,2945	0,0034	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56%	1,0118	0,2696	1,1031	2,0042	0,0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
57%	1,1019	0,2770	1,2485	2,0896	0,0016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
58%	1,5857	0,3472	1,3814	2,1864	0,0019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59%	1,0842	0,2885	1,1791	2,4229	0,0028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60%	1,7926	0,4748	1,8122	4,1562	0,0040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61%	1,7286	0,2682	1,0736	2,9463	0,0027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62%	0,9692	0,2585	1,0569	1,9447	0,0052	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63%	0,9875	0,2674	1,0790	1,9592	0,0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64%	1,0154	0,2728	1,0984	2,0013	0,0014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65%	1,1174	0,2850	1,0981	1,9750	0,0017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66%	0,9604	0,2550	1,0470	1,9176	0,0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67%	1,2655	0,2973	1,2061	1,9868	0,0017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68%	0,9872	0,2630	1,0762	1,9510	0,0020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69%	1,1538	0,3097	1,1245	1,9422	0,0022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70%	0,9674	0,2588	1,0536	1,9175	0,0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71%	1,0372	0,2750	1,1126	2,028	0,0014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72%	1,0228	0,3090	2,3403	3,4661	0,0017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
73%	1,076	0,2790	1,1419	2,1701	0,0020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
74%	0,9977	0,2659	1,0854	1,9818	0,0014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75%	1,0609	0,2850	1,1486	2,0969	0,0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76%	1,0218	0,2741	1,1066	2,0181	0,0014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
77%	1,4096	0,4136	6,0741	2,0291	0,0019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
78%	1,0032	0,2684	1,0922	1,987	0,0009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
79%	1,0139	0,2699	1,1018	2,0236	0,0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
80%	1,0187	0,2726	1,1155	2,0149	0,0013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
81%	0,9685	0,2591	1,0595	1,9174	0,0016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
82%	0,9856	0,2632	1,0751	1,9630	0,0011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83%	0,9845	0,2610	1,0902	1,9574	0,0011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
84%	0,9658	0,2524	1,0440	1,8841	0,0020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85%	0,9744	0,2559	1,0504	1,9170	0,0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86%	0,9691	0,2571	1,0555	1,9303	0,0014	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
87%	1,0134	0,2626	1,0758	1,9518	0,0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
88%	0,9948	0,2658	1,0839	1,9721	0,0017	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
89%	1,5245	0,4757	1,9486	2,2747	0,0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
90%	1,2908	0,4901	1,6337	2,8471	0,0028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Autores.