APLICAÇÃO DO *RAPID LEAN CONSTRUCTION-QUALITY RATING MODEL* EM OBRAS PÚBLICAS[1]

BRANDÃO, E. L., Universidade Federal do Paraná, email: brandao.evandroluiz@gmail.com;
PACHECO, A. P. G., Universidade Federal do Paraná, email: anagessi@gmail.com;
WONS, L., Universidade Federal do Paraná, email: luciano@wons.com.br;
FREITAS, M. C. D., Universidade Federal do Paraná, email: mcf@ufpr.br

ABSTRACT

The concept of lean construction has been in development since its inception by Koskela in 1992. The concept follows basic principles that put the customer's needs in focus, reduce wastes, diminish activities that do not generate value, trim cycle times, increase process transparency and aims at continuous improvement. With this is mind, it is needed to evaluate the implementation of the lean philosophy in companies and worksites. With the help of flows of information, Hofacker et al. (2018) conceived a quantitative scale to grade the use of the lean philosophy in an enterprise through a questionnaire. The questionnaire was applied to five different construction sites of public works in Brazil and their lean grade was evaluated. The conclusion was that the concepts of the lean philosophy were present in them but could be greatly improved.

Keywords*: Lean construction. Quantitative evaluation model. Public works.*

1 INTRODUÇÃO

Estaria a filosofia *Lean Construction* consolidada na construção civil? Almeida et al. (2018) afirma que após a adaptação da ideia *Lean* para o mundo da construção por Koskela em 1992, o conceito se disseminou, tanto em discussões acadêmicas como em aplicações práticas. Com isso, surgiram formas de avaliar o quão *Lean* uma obra está em um determinado período de tempo.

A avaliação de qualidade e aplicação de princípios abstratos da *Lean Construction* em projetos de construção e em companhias tem sido realizada por meio de medições qualitativas. Porém, Hofacker et al. (2008) criaram um modelo baseado na resposta de um checklist que permite uma análise quantitativa do ambiente construído.

Como avaliar as atividades de conversão que agregam valor ao material transformado em produto ou informação que subsidia tomada de decisão nas construtoras terceirizadas para obras públicas? Entenda-se por obra pública como "toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação de bem público. Ela pode ser realizada de forma direta, quando a obra é feita pelo próprio órgão ou entidade da Administração, por seus próprios meios, ou de forma indireta, quando a obra é contratada com terceiros por meio de licitação" (BRASIL, 2013).

[1] BRANDÃO, E. L.. PACHECO, A. P. G., WONS, L., FREITAS, M. C. D. Aplicação do Rapid Lean Construction-Quality Rating Model em obras públicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

A partir da Lei 8.666/93, na escolha da proposta vencedora da licitação pertinente às obras públicas prevalece o critério do menor preço. Desse modo, o padrão de qualidade e a técnica nem sempre são considerados.

O presente artigo tem como objetivo a avaliação do grau de aderência dos processos construtivos de empresas aos princípios *Lean,* em obras públicas, por meio da aplicação do questionário desenvolvido por Hofacker et al. (2008) *a fim de verificar seu nível de qualidade* e eficiência.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

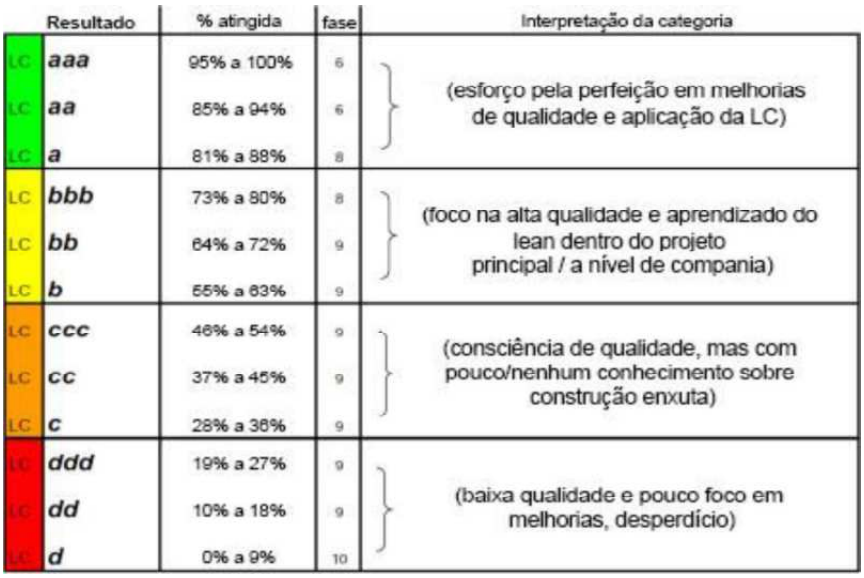
O *Lean Construction*, traduzido como construção enxuta, revelou-se como uma filosofia de execução de obras. O termo surgiu no começo da década de 90 como uma das ramificações do modelo Toyota de produção.

O princípio desta filosofia é a existência de dois tipos de fenômenos, que existem em todos os sistemas de produção: conversões e fluxos. Conversões são atividades que agregam valor ao material transformado em produto ou informação que subsidia tomada de decisão, enquanto que todas as outras atividades somente aumentam custo e consumo de tempo. Deste modo, atividades de fluxo devem ser reduzidas ou eliminadas e as atividades de conversão devem ser mais eficientes (KOSKELA, 1992).

Baseado nos cinco princípios *lean,* definidos por Womack e Jones (1997), e nos onze princípios do *Lean Construction* de Koskela (1992) foi desenvolvido por Hofacker *et al*. (2008) um questionário para avaliação rápida do grau de aderência aos princípios do *Lean Construction* no contexto do ambiente construído, denomidado *Rapid Lean Construction-Quality Rating Model* (LCR).

A avaliação proposta é feita por meio de um questionário e uma visita ao canteiro de obras. As notas são atribuídas levando-se em conta o desempenho da empresa em seis categorias, são elas: (a) Foco no cliente; (b) Desperdícios; (c) Qualidade; (d) Fluxo de materiais e produção puxada; (e) Organização, planejamento e fluxo de informações; e f) Melhorias contínuas, podendo variar de "d" – baixa qualidade – sem foco em melhorias e com muito desperdício, até "aaa" – luta por perfeição em melhorias de qualidade de aplicação da *Lean Construction*. A Figura 1 descreve a classificação da ferramenta LCR.

Figura 1 – Classificação da LCR



	Resultado	% atingida	fase	Interpretação da categoria
LC	aaa	95% a 100%	6	(esforço pela perfeição em melhorias de qualidade e aplicação da LC)
LC	aa	85% a 94%	6	
LC	a	81% a 88%	8	
LC	bbb	73% a 80%	8	(foco na alta qualidade e aprendizado do lean dentro do projeto principal / a nível de compania)
LC	bb	64% a 72%	9	
LC	b	55% a 63%	9	
LC	ccc	46% a 54%	9	(consciência de qualidade, mas com pouco/nenhum conhecimento sobre construção enxuta)
LC	cc	37% a 45%	9	
LC	c	28% a 36%	9	
LC	ddd	19% a 27%	9	(baixa qualidade e pouco foco em melhorias, desperdício)
LC	dd	10% a 18%	9	
LC	d	0% a 9%	10	

Fonte: Hofacker et al (2008)

HOFACKER et al., 2008 recomenda que o LCR seja aplicado, pelos mesmos pesquisadores, ao maior número possível de empreendimentos. Além disso, considerando-se que o questionário descreve o momento da construção observada na visita (HOFACKER et al., 2008).

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa teve caráter exploratório, quantitativo e foco em aplicar o questionário criado no método descrito por Hofacker *et al*. (2008) para uma avaliação quantitativa do grau de aderência aos conceitos de *lean*, dentro do ambiente da construção, em cinco obras públicas, denominadas A, B, C, D e E, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Identificação das obras visitada

Nome	Tipo de obra
Obra A	Bloco de salas de aula
Obra B	Bloco de salas de aula
Obra C	Bloco de salas de aula e laboratórios
Obra D	Centro de educação infantil
Obra E	Centro de educação infantil

Fonte: Os autores

A aplicação do LCR seguiu as recomendações de Hofacker *et al*. (2008), as quais destacam-se:

- Entrevistas conduzidas por dois ou mais pesquisadores;
- Aplicação do Checklist, pelos mesmos pesquisadores, ao maior número possível de empreendimentos (Figura 2);

- A duração da visita ser de aproximadamente sessenta minutos;
- O preenchimento do questionário realizado de forma independente após a visita;
- Comparação, discussão e consenso entre os pesquisadores para versão final dos resultados.

Figura 2 – Questionário aplicado (LCR)

Categoria	Nº.	Ponto de avaliação	0- 6
Foco no cliente	1.	Foco no cliente, em termos de vendas, marketing e foco estratégico, detectando o que é o valor para o cliente.	
	2.	Comunicação regular com o cliente e flexibilidade para adaptar as mudanças requeridas.	
	3.	Flexibilidade do projeto e comunicação entre projetistas e gerente da construção (durante a execução).	
	4.	Limpeza do canteiro de obras (5S).	
Desperdícios	5.	Desperdício dos materiais de construção: detecção dos desperdícios e consciência no canteiro.	
	6.	Ações, conhecimento e incentivos para eliminar os desperdícios (produção em excesso, tempos de espera, transportes desnecessários, retrabalhos...).	
	7.	Gerenciamento dos resíduos (reciclagem, separação do entulho da construção).	
	8.	Utilização dos espaços: quanto o espaço é eficientemente utilizado (áreas dedicadas aos materiais, pequenas peças organizadas, menor espaço possível utilizado).	
	9.	Tempo desperdiçado (redução do tempo de transporte, tempo de espera, padronização do uso de equipamentos e transportes).	
Qualidade	10.	Controle de qualidade constante dos materiais de construção (e.g. certificação de controle da resistência do concreto).	
	11.	A empresa possui algum tipo de certificação da qualidade (e.g. ISO, PBQP-H).	
	12.	Percepção visual da qualidade de execução dos serviços (variabilidade do padrão).	
	13.	Segurança no canteiro de obras.	
	14.	Busca e análise das causas dos retrabalhos (5W).	
	15.	Padronização de processos.	
	16.	Sistema de gerenciamento visual (sinalização clara, sinalização auto-explicativa e sistemas de controle de qualidade).	
	17.	Grau de mecanização (maquinário técnico) para obter uma qualidade de padronização e desempenho.	
Fluxo de materiais e produção puxada	18.	Sistema de cartões *Kanban* (existência e bom funcionamento).	
	19.	Aplicação de conceitos Just-In-Time (medição e.g. da quantidade de armazenamento, e.g. estoque > 1 semana, não é JIT).	
	20.	Uso de concreto usinado (uso =(6), feito no canteiro = 0).	
	21.	Sistema de pedido e tempo de reposição de materiais (concreto, aço, tijolos) pelos fornecedores (1 dia = (6), 1 semana = (3), > 2 semanas = (0)).	
	22.	Uso de sistemas de suporte ao transporte (grua) e padronização dos transportes (*pallets*).	
Organização, planejamento e fluxo de informações	23.	Como é a consciência, convencimento e suporte da alta gerência na aplicação dos conceitos da *Lean Construction*.	
	24.	Motivação e responsabilidade dos empregados (existem ações, métodos que promovam isso?).	
	25.	Polivalência dos times (o quão flexíveis são os empregados para trabalhar em diferentes serviços).	
	26.	São feitas reuniões diárias com aplicação do sistema *Last-Planner* (6)? Ou a estrutura de planejamento da produção é tradicional (0)?	
	27.	Ferramentas de comunicação (e.g. aplicação do *Andon*).	
	28.	Aplicação de sistemas de informação vertical e horizontal.	
Melhorias contínuas	29.	Busca da empresa pela perfeição, processo de aplicação do aprendizado de projeto para projeto.	
	30.	Educação continuada dos empregados (e.g. qualidade, cursos de especialização, *Lean*...).	

Fonte: Oliveira et al. (2010)

As entrevistas foram realizadas pelos mesmos três pesquisadores nas cinco obras visitadas, tendo duração de aproximadamente oitenta minutos.

Ao longo da visita foram feitas perguntas aos fiscais de obras para esclarecimentos dos quesitos do questionário. Além disso, as obras visitadas foram fotografadas para ilustrar a pontuação dos quesitos de cada categoria.

Após as entrevistas, os pesquisadores se reuniram para discussão, consenso e pontuação das obras (de 0 a 6 em cada quesito), de acordo com o questionário LCR, mostrado na Figura 2.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As obras visitadas eram destinadas à educação e possuíam as seguintes características, conforme Tabela 2, sendo as obras A e C federais, a obra B estadual e as obras D e E municipais, com o auxílio de recursos federais.

Tabela 2 – Características das obras visitadas

Nome	Nº de pavimentos	Área aproximada (m^2)	Fase de execução
Obra A	3	5.000	Alvenaria/revestimento
Obra B	5	7.000	Alvenaria
Obra C	6	26.000	Estrutura
Obra D	1	700	Revestimento
Obra E	1	600	Alvenaria

Fonte: Os autores

Os pontos fortes da obra A foram o controle de qualidade dos materiais, como o controle da consistência do concreto, o sistema de transporte dos materiais com redução do tempo de transporte e de espera por meio de um pequeno guindaste e a padronização do processo, com a utilização de bisnaga para aplicação de argamassa (ver Figura 3).

Figura 3 – Processo de execução da alvenaria da Obra A

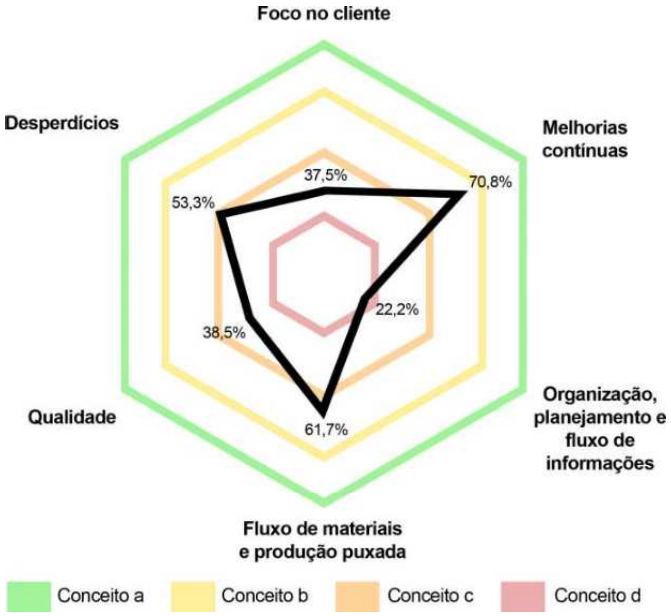


Fonte: Os autores

Por outro lado, os pontos fracos foram a ausência dos quesitos gerenciamento de resíduos, análise das causas de retrabalho, aplicação do sistema *Last-Planner* e ferramentas de comunicação.

A obra A atingiu um percentual de 43,6%, obtendo o nível 'cc' (ver Gráfico 1), o que indica, de acordo com a classificação LCR, conscientização na qualidade, mas baixo conhecimento em *lean* (HOFACKER et al, 2008).

Gráfico 1 – Classificação final da obra A segundo aplicação do LCR



Fonte: Os autores

O ponto forte da obra B foi a certificação PBQP-h, a qual implica na padronização dos processos, por meio de procedimentos de execução estabelecidos pela empresa, como a substituição da argamassa de assentamento convencional de alvenaria por argamassa polimérica, aumentando a produtividade e reduzindo desperdícios (ver Figura 4).

Figura 4 – Blocos assentados com argamassa polimérica



Fonte: Os autores

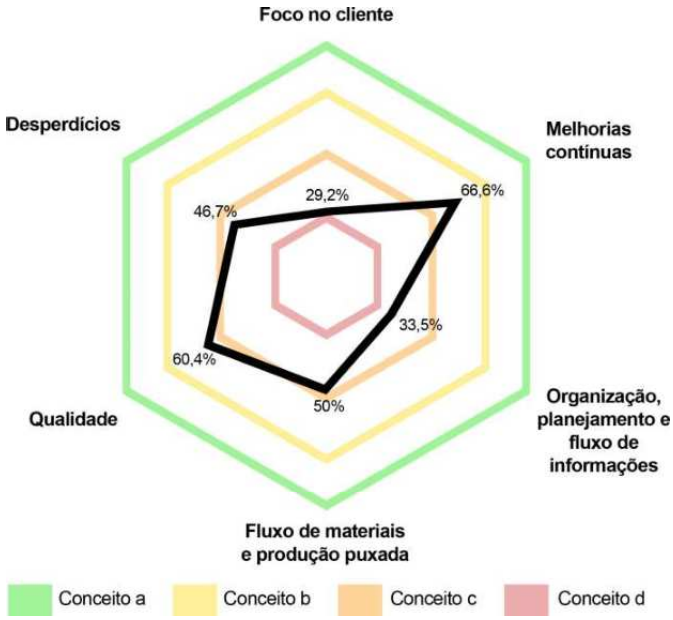
Por outro lado, a ausência de convencimento da alta gerência na aplicação

dos conceitos *lean* ficou evidenciada pela falta de conhecimento do responsável entrevistado.

A obra B atingiu um percentual de 47,7% obtendo o nível 'ccc' (ver Gráfico 2) o que também demonstra, de acordo com a classificação LCR, uma conscientização na qualidade, com pouco conhecimento em *lean*, como na obra A (HOFACKER et al, 2008).

Além disso, a obra B se aproximou mais da categoria 'b', em virtude da ocorrência de reuniões semanais para acompanhamento do planejamento da produção.

Gráfico 2 – Classificação final da obra B segundo aplicação do LCR



Fonte: Os autores

Quanto à obra C, destacam-se a segurança no canteiro de obras, superior a de todas as outras obras visitadas, demonstrada pelo uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), a educação continuada dos empregados, com a oferta de um curso de qualificação de montagem e desmontagem de andaimes para dez operários (ver Figura 5) e a sinalização.

Figura 5 – Trabalhadores em andaime utilizando EPIs

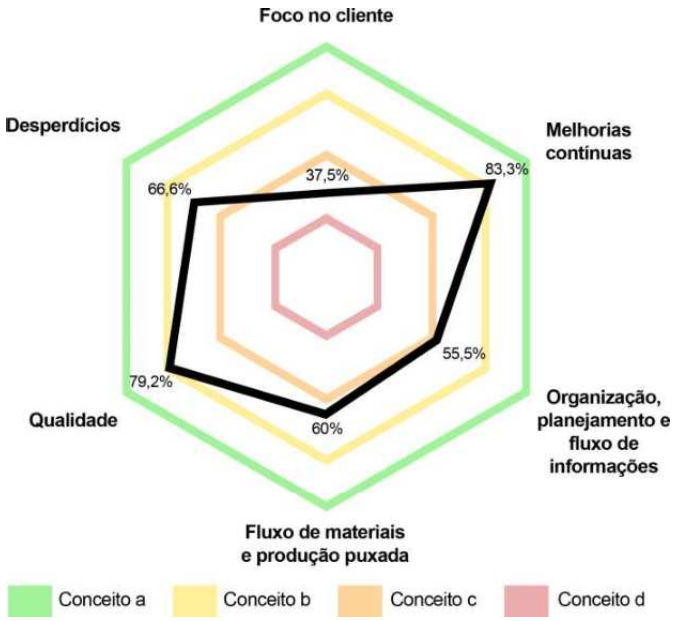


Fonte: Os autores

Em contrapartida, a obra C apresentou baixo grau de mecanização no canteiro de obras, com o transporte manual de materiais por grandes extensões da obra.

A obra C atingiu um percentual de 64,0%, obtendo o nível 'bb' (ver Gráfico 3), o que indica, de acordo com a classificação LCR, foco na alta qualidade e aprendizado do *lean* dentro do projeto principal (HOFACKER et al, 2008).

Gráfico 3 – Classificação final da obra C segundo aplicação do LCR



Fonte: Os autores

Na obra D destaca-se, apenas, a flexibilidade dos operários para atuarem em diferentes serviços, como a execução de reboco de alvenaria e regularização de laje.

A baixa pontuação foi devida, principalmente, pela falta de organização do canteiro (ver Figura 6), pois não havia a consciência dos conceitos *lean*, nem a adoção do sistema *Last Planner*, por exemplo.

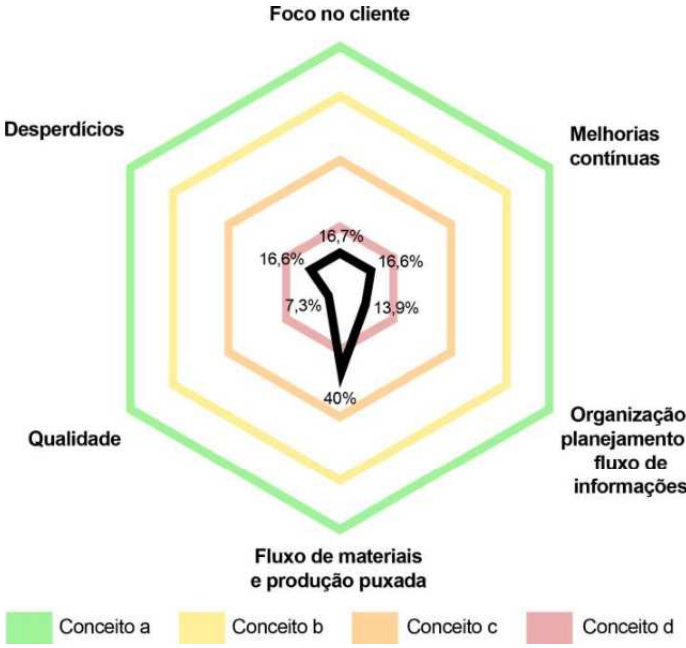
Figura 6 – Falta de organização no canteiro



Fonte: Os autores

A obra D atingiu um percentual de 19,0%, obtendo o nível 'ddd' (ver Gráfico 4), o que indica, de acordo com a classificação LCR, baixa qualidade e pouco foco em melhorias (HOFACKER et al, 2008).

Gráfico 4 – Classificação final da obra D segundo aplicação do LCR



Fonte: Os autores

A obra E, assim como a obra D, apresentou apenas, a flexibilidade dos operários para atuarem em diferentes serviços, como a execução de alvenaria e revestimento da alvenaria.

Os pontos fracos da obra E foram a falta de padronização dos processos e os desperdícios dos materiais, como a espessura exagerada da camada de argamassa de assentamento de alvenaria (ver Figura 7).

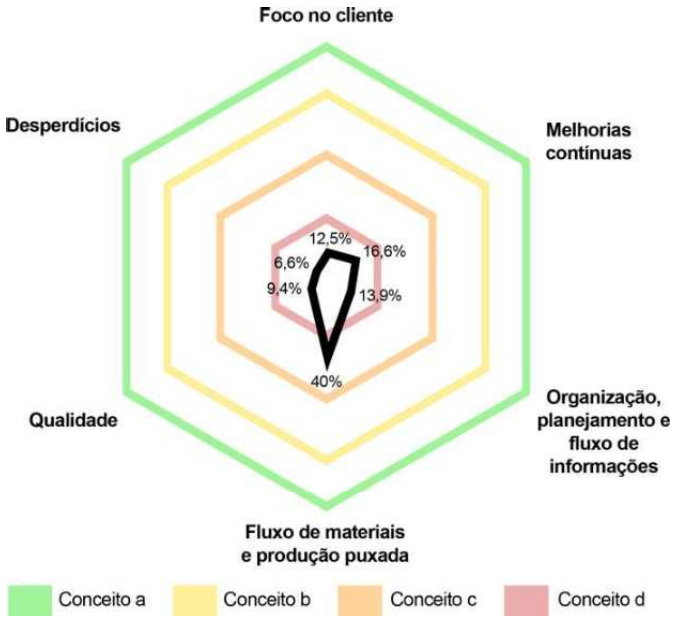
Figura 7 – Espessura da camada de argamassa de assentamento



Fonte: Os autores

A obra E atingiu um percentual de 16,5%, obtendo o nível 'dd' (ver Gráfico 5), o que indica, de acordo com a classificação LCR, baixa qualidade e pouco foco em melhorias (HOFACKER et al, 2008).

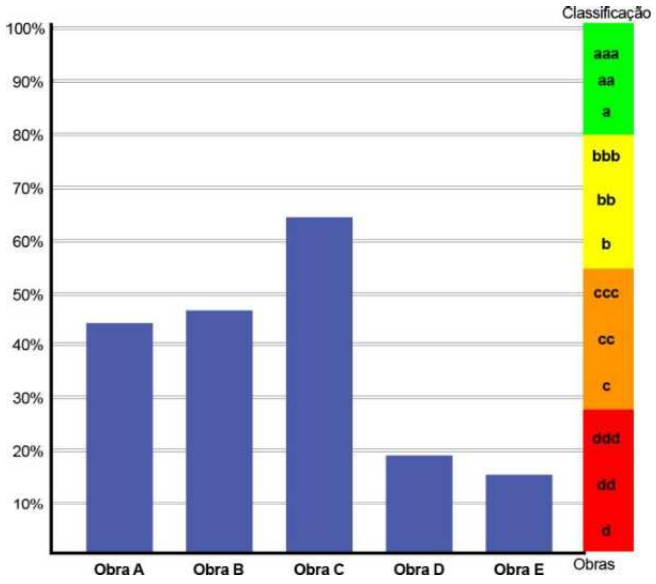
Gráfico 5 – Classificação final da obra E segundo aplicação do LCR



Fonte: Os autores

A figura 8 compara os resultados obtidos para cada obra. A obra C atingiu nível mais alto pela conscientização *lean* da alta gerência. As obras D e E atingiram níveis baixos devido ao baixo desempenho nas categorias desperdício, qualidade e organização.

Figura 8 – Gráfico geral de avaliação das obras



Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

Considerando o resultado da aplicação do LCR nas obras percebe-se que os conceitos *lean* estão implícitos na execução das mesmas, como observado no sistema de transporte de materiais (guincho), aplicação de argamassa de assentamento de alvenaria com bisnaga, colocação dos materiais

diretamente no local de utilização pelos fornecedores e controle da qualidade dos materiais.

Também foi possível atingir o objetivo da pesquisa que consistiu da avaliação do grau de aderência dos processos construtivos das obras aos princípios *lean*.

Conclui-se ainda que não existe preocupação dos órgãos públicos em aferir a qualidade das conversões dos materiais utilizados nas obras públicas, nem a melhoria contínua do fluxo de informações, o que contribui para atrasos de cronograma, aumento do custo global, desperdícios e retrabalhos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. L. G. de; PICCHI, Flávio Augusto. The relationship between lean construction and sustainability. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, p. 91-109, 2018.

Brasil. Tribunal de Contas da União. Obras públicas: recomendações básicas para a contratação e fiscalização de obras públicas / Tribunal de Contas da União. – 3. ed. Brasília : TCU, SecobEdif, 2013.

HOFACKER, A. et al. Rapid lean construction-quality rating model (LCR). In: 16th International Group for Lean Construction Conference (IGLC16). **Anais ...** Manchester, UK, 2008.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, CA: Stanford University, 1992.

OLIVEIRA, B. F. de et al. Um modelo de avaliação do grau de aplicação de ferramentas lean em empresas construtoras: o Rapid Lean Construction-Quality Rating Model (LCR). **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 2, n. 4, p. 156-174, 2010.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. **Journal of the Operational Research Society**, v. 48, n. 11, p. 1148-1148, 1997.