

# Otimização da construção civil com a filosofia «Lean Construction»

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.32.11>

**Gustavo Josias da Silva<sup>1</sup>, Fernanda Ferreira<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *MBA Pecege-USP-ESALQ, Piracicaba, São Paulo, Brasil, ID ORCID 1*

<sup>2</sup> *Faculdade de Tecnologia de São Paulo – Bom Retiro, São Paulo, Brasil, ID ORCID 2*

## Resumo

Ao longo dos anos, os projetos de engenharia estiveram inseridos em ambientes cada vez mais competitivos, além de apresentarem maior complexidade. Por tanto, existe uma grande busca por geração de valor ao cliente. Essa maximização de valor tem sido o objetivo da “Lean Construction” [LC], ou como traduzido ‘Construção Enxuta’, que a princípio busca a redução de ações de desperdício, visando a agregação do valor e a manutenção da empresa de construção em um mercado cada vez mais competitivo. A questão que esta pesquisa responde é se os profissionais da construção civil percebem além da agregação do valor, a colaboração na redução do impacto ambiental da obra, ou seja, como atitude sustentável. Para cumprir o objetivo foi realizada uma revisão bibliográfica do tema, onde buscou-se compreender o estado da arte e adicionalmente foi realizado um questionário estruturado aplicado a profissionais do setor, buscando coletar informações relevantes para responder à questão proposta. Os principais resultados consistiram em mostrar que a maioria dos profissionais conhecem ferramentas e técnicas do LC e concomitantemente conhecem conceitos de certificação e sustentabilidade, porém as empresas as utilizam parcialmente obtendo alguns resultados positivos, entretanto, os entrevistados foram unânimes em alegar que existe relação entre a implementação da filosofia da LC e o aumento da eficiência do setor, em especial em relação a sustentabilidade.

## Introdução

Nos primórdios da construção civil, a necessidade de sobrevivência fez com que os humanos construíssem seus próprios abrigos utilizando os elementos naturais ao seu redor. Ao longo do tempo, as estruturas foram adquirindo características cada vez mais complexas, reflexo do desenvolvimento das técnicas utilizadas. Com o advento da revolução industrial foi possível verificar a instituição de escolas de engenharia, fomentando novas técnicas, materiais, sistemas e métodos de construção [1]. Assim foi possível assistir ao surgimento de empresas de construção civil organizadas, visando tanto o campo das grandes obras como das edificações.

Segundo Piovezan e Silva [2], as atividades da construção civil respondem, em geral, por 40% dos resíduos provenientes de todos os setores da economia global. Algumas razões que justificam essa baixa produtividade do setor são apresentadas por Matias e Cachadinha [3] como a inércia dos participantes do mercado português, quanto a baixa tolerância à mudança na cultura laboral e a pouca utilização de novas práticas de trabalho.

Dessa forma, torna-se imperativo a implementação de alternativas que busquem trazer eficiência quanto a cumprimento de prazos, custo e qualidade neste setor. A proposta da filosofia “Lean” é a redução dos desperdícios, melhoramento da qualidade, aumento da produtividade, redução do tempo de construção e o melhoramento dos processos construtivos, tendo como base a agregação do valor ao cliente e a manutenção da empresa no mercado.

Este trabalho busca apresentar a usabilidade da filosofia “Lean Construction” [LC] – Construção Enxuta – como solução para um dos principais problemas no setor da construção civil – o desperdício de recursos, encorajando os gestores de obras a inovarem na gestão dos empreendimentos usando técnicas da Construção Enxuta, para que consigam realizar o produto da construção com eficiência e atender a demanda do mercado atual por sustentabilidade.

Para alcançar o objetivo geral e os objetivos específicos, foram feitas as seguintes ações: estudou-se através de referências bibliográficas os principais conceitos, abordagens e desafios a implementação desse tema; preparou-se e aplicou-se questionário estruturado direcionado a obter informações pertinentes aos principais resíduos das construções e até que ponto as ferramentas e técnicas de construção enxuta penetraram atualmente na indústria da construção civil brasileira, em especial na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil; observando seus benefícios; e finalmente analisou-se através da revisão da literatura e das respostas dos entrevistados, o efeito da otimização da construção civil através da aplicação da ferramenta LC.

## Metodologia de pesquisa

Para investigar o estado da arte do tema LC, utilizou-se uma pesquisa bibliográfica exploratória, buscando entender os principais pontos acerca dessa filosofia. Para tal

objetivo foram selecionados publicações, livros, teses, dissertações e artigos científicos para compor o corpo deste trabalho, compreendendo os últimos anos de pesquisa acerca do tema. Neste processo, buscou-se escolher as publicações que facilitassem compreender os principais pontos sobre:

- resíduos da construção;
- técnicas/benefícios observados com a implementação do método LC;
- convergência entre os temas da construção enxuta e da sustentabilidade; e
- barreiras à implementação do método LC.

Adicionalmente foi realizado um questionário estruturado buscando uma abordagem quantitativa. O questionário foi estruturado em perguntas objetivas e direcionado para empresas do setor no estado de Pernambuco, na cidade do Recife, direcionado a profissionais da construção civil.

Dessa forma, buscou-se coletar dados sobre:

- as principais competências na execução de obras;
- grau de eficiência da empresa para evitar produzir resíduos;
- causas e consequências na produção de resíduos em obras;
- quais as ferramentas de LC são aplicadas nas empresas;
- quais benefícios são reconhecidos pelas empresas que as utilizam; e
- quais são as principais barreiras observadas para a implantação total do LC.

## Revisão da literatura

O sucesso de um projeto é medido pela qualidade, cumprimento de prazos, conformidade com o orçamento e grau de satisfação do cliente [4]. Em outras palavras, quando as expectativas do cliente e de outras partes interessadas em termos de custo, tempo de conclusão e qualidade não são correspondidas pela construção real por contratados e outras equipes de projeto, o projeto é considerado uma falha.

Gestão da Construção foi definida tipicamente como “a alocação criteriosa de recursos para concluir um projeto no orçamento, no prazo e com a qualidade desejada”. Essa definição captura a essência do que inspirou e orientou a prática e a pesquisa no campo de Gerenciamento de Construção. No entanto, a falha e a incapacidade dos modelos conceituais de Gerenciamento de Construção (tripe tempo-custo-qualidade, estrutura analítica do projeto, métodos de caminho crítico e valor agregado) para cumprir o mantra de “dentro do prazo, no orçamento e na qualidade desejada” é evidente para os profissionais, acadêmicos e clientes que passam por experiências negativas recorrentes em projetos de construção [5].

Em 1992, Koskela já argumentava sobre o descompaço entre os modelos conceituais de gestão da construção e a realidade observada nos projetos, assim desenvolveu a teoria Transformação-Fluxo-Valor (TFV). Da produção artesanal incorporou a visão de transformação, enquanto da produção em massa incorporou a visão de fluxo, já a geração de valor foi inspirada pela excessiva confiança nos paradigmas de

transformação e fluxo. A inclusão da geração de valor voltada às necessidades do cliente é uma característica única da teoria TFV o que a tornou mais robusta e mais ampla do que apenas o sistema de produção inicialmente incorporado no Sistema Toyota de Produção [6]. Sendo então, um dos responsáveis pela introdução do “lean” na construção civil.

Nesta busca por melhorias na construção foi desenvolvido o modelo de gestão da Construção Enxuta, que podemos contextualizar como um sistema de entrega de projetos baseado no processo de Gerenciamento da Produção Enxuta, originalmente desenvolvido pela Toyota Motor Company, que visa melhorar o valor das atividades satisfazendo as necessidades dos clientes e ao mesmo tempo melhorando o desempenho da produção [7].

Uma vez que os contratados reconhecem as melhorias de implementação da filosofia “Lean”, o maior benefício que eles experimentam é a competitividade, qualidade do produto e satisfação do cliente final [8].

A construção enxuta é uma das estratégias para melhorar a sustentabilidade da construção. Em outras palavras, é um método para alcançar a construção sustentável [9]. A abordagem “Lean” na construção sustentável se concentra na remoção de todas as formas de resíduos dos processos de construção para permitir mais eficiência. A integração da LC com a sustentabilidade busca resultar em redução de desperdício (tanto desperdício de processo como de material), redução no consumo de energia, redução no uso de água, redução no custo e melhoria na qualidade ambiental. No entanto, a contribuição da construção enxuta para o desenvolvimento sustentável vai além do aspecto ambiental, mas também se estende aos aspectos sociais e econômicos. Olhando para esfera econômica, tem-se como principal impacto a redução de custo e aumento de lucro; se olharmos para esfera ambiental, tem-se a otimização em usos dos recursos e redução de resíduos; e se olharmos para esfera social nota-se melhora no ambiente e saúde do trabalho.

Os três principais benefícios entre a sincronização entre construção enxuta e sustentabilidade são: melhoramento da imagem corporativa, aumento da produtividade e redução de resíduos [10].

## Questionário estruturado

Usou-se a ferramenta de formulários do Google para a profissionais que trabalham em empresas de construção civil em geral e foi garantido o anonimato a todos os participantes. Em seguida, as informações foram coletadas do Google para serem apresentados.

1) Qual cargo você ocupa atualmente no ramo da construção civil, conforme figura 1.

**Figura 1**  
Cargo que o entrevistado ocupa atualmente no ramo da construção civil.



Na descrição dos cargos, havia a opção “outros”, e alguns entrevistados desatentos repetiram as opções, como caso de tecnólogo ou tecnólogo em edifícios, professor ou professora. Outra dúvida é que, no Brasil é comum professores de nível superior serem consultores em empresas de construção civil, portanto, como só havia uma opção a ser escolhida, alguns responderam ‘professor’ ou ‘professora’.

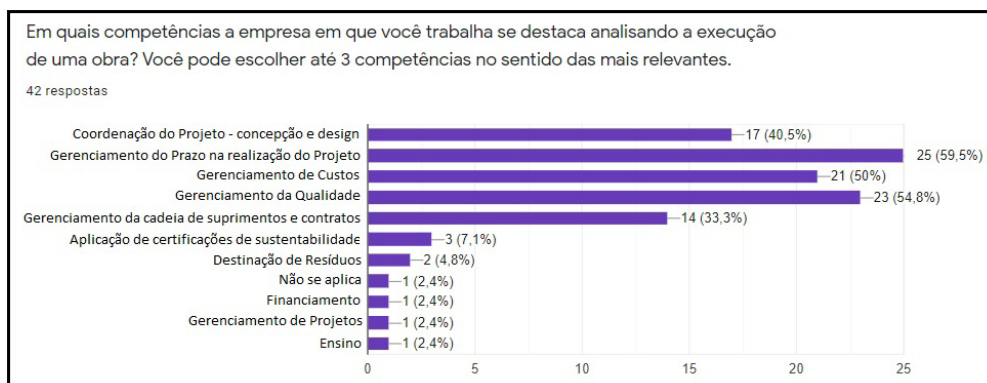
Conforme o gráfico, 45,2% são engenheiros civis, 2,4% são engenheiro eletricista, 19,1% são consultores e/ou professores universitários, 9,6% são estagiários, 9,6% são tecnólogo ou auxiliar de engenharia, 7,0% são gerentes de projetos, e 7,1% correspondem a outros cargos como: autônomo, incorporador (investidor), comprador.

2) Há quanto tempo você atua na área de construção civil, conforme a figura 2.

**Figura 2**  
Tempo de experiência do entrevistado.



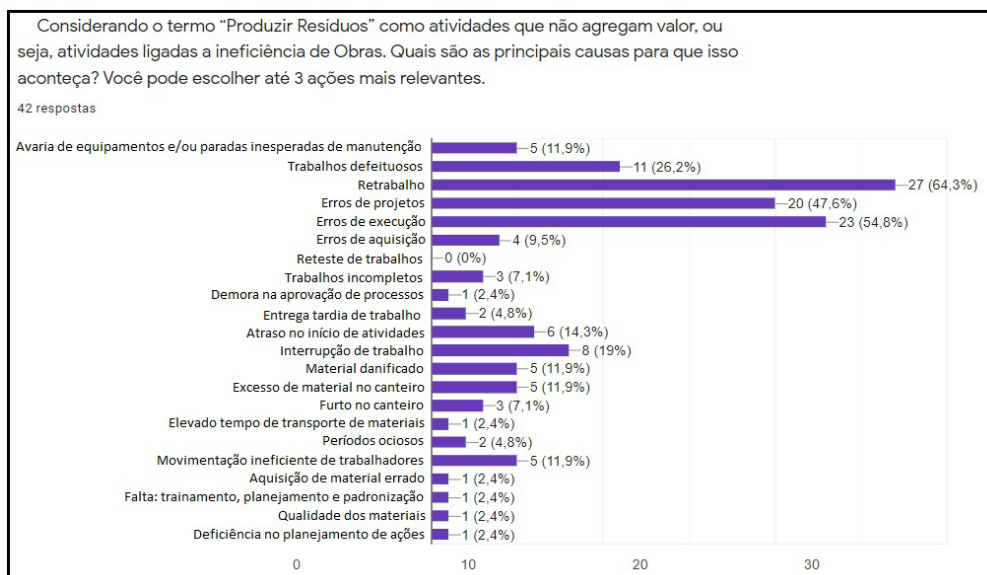
3) Em quais competências a empresa em que você trabalha se destaca quando da execução de uma obra. Você pode escolher até 3 competências no sentido das mais relevantes (figura 3).



**Figura 3**  
Principais competências exploradas das empresas em que os entrevistados atuam.

A pergunta não exclui a possibilidade de que a empresa utilize todas as competências gerenciais em suas obras, mas quais as 3 mais relevantes. Por exemplo, existem empresas de construção civil no Brasil especializada em obras para restaurantes “fast food” ou lojas de franquias. Nesses casos o gerenciamento de prazo ganha muita importância, pois o faturamento diário desses clientes é significativo. Obras financiadas de moradia podem considerar relevante o orçamento e o fluxo de caixa, e assim sucessivamente.

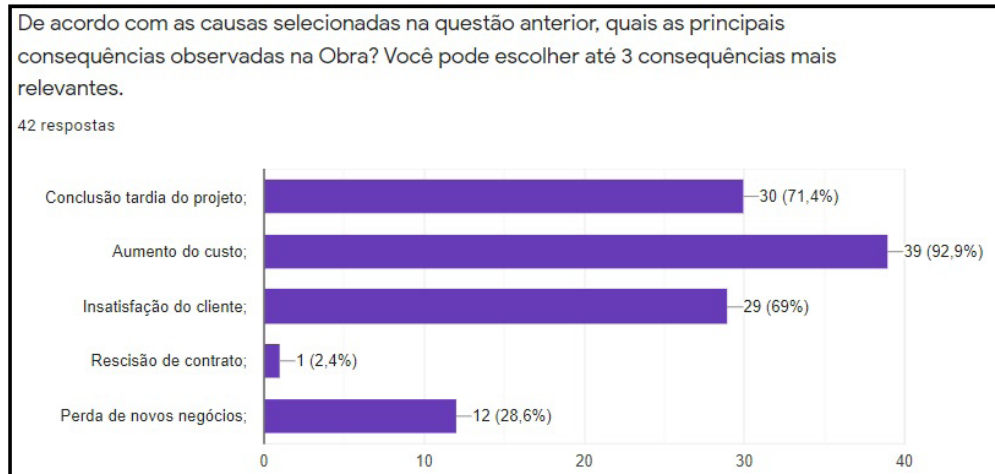
4) Considerando o termo “Produzir Resíduos” como atividade que não agrega valor, ou seja, atividades ligadas a ineficiência de Obras. Quais são as principais causas para que isso aconteça. Você pode escolher até 3 ações mais relevantes (figura 4).



**Figura 4**  
Principais causas da ineficiência em obras de acordo com os entrevistados.

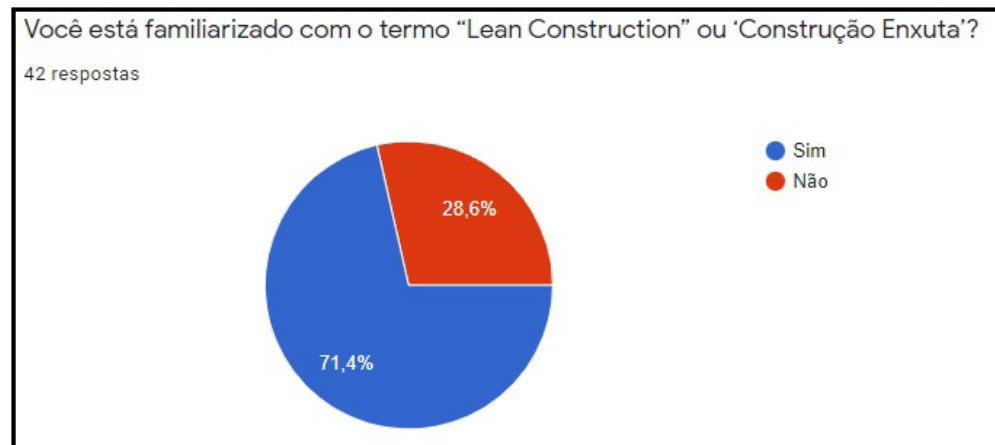
5) De acordo com as causas selecionadas na questão anterior, quais as principais consequências observadas na Obra. Você pode escolher até 3 causas mais relevantes (figura 5).

**Figura 5**  
Principais consequências de obras ineficientes segundo os entrevistados.



6) Você está familiarizado com o termo “Lean Construction” ou ‘Construção Enxuta’; (conforme a figura 6).

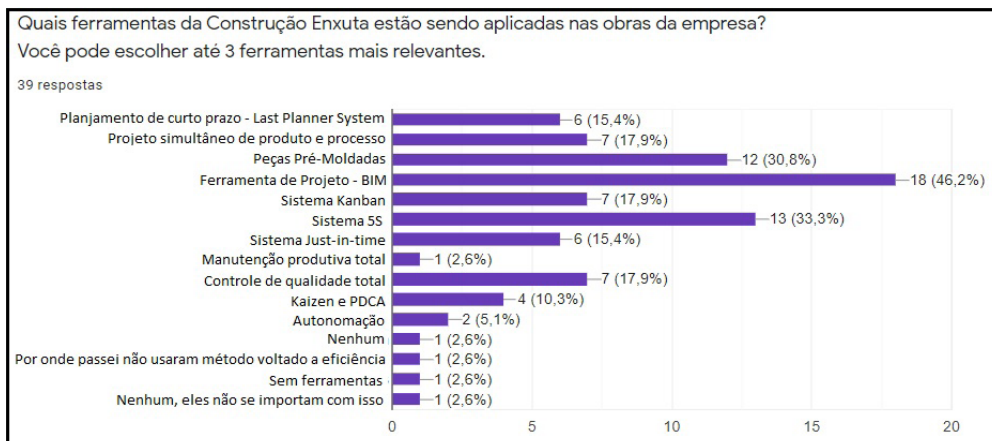
**Figura 6**  
Familiaridade dos entrevistados com o tema «Construção Enxuta».



7) Quais ferramentas da Construção Enxuta estão sendo aplicadas nas obras da empresa.

Você pode escolher até 3 ferramentas mais relevantes (figura 7).

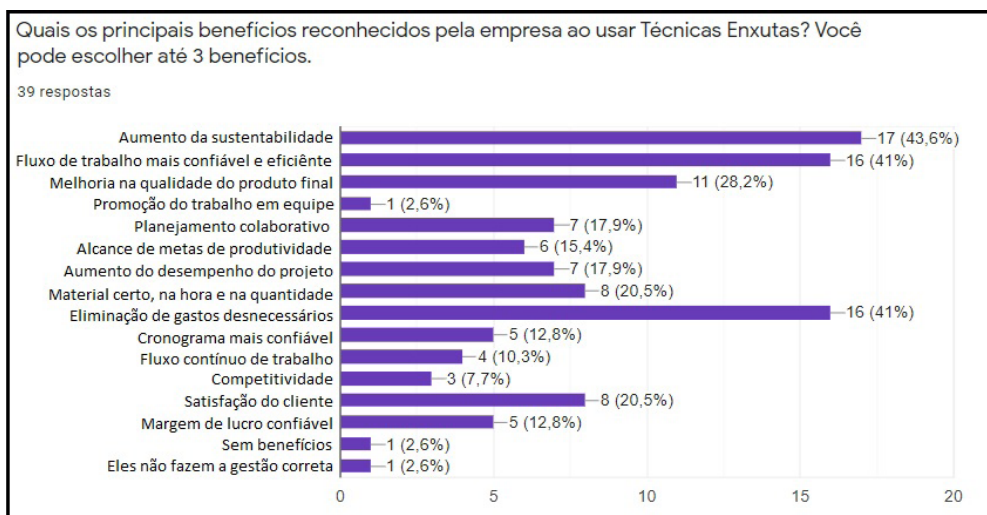
Alguns entrevistados podem não estar familiarizados com o termo “Lean Construction”, mas as ferramentas e técnicas podem estar sendo aplicadas pontualmente na empresa. Por isso, foi permitido que todos respondessem a essa pergunta de número 7 e a pergunta de número 8. Por exemplo, no Brasil existem empresas de construção civil que utilizam as metodologias de projeto com o BIM e que não são adeptas necessariamente a filosofia do “lean”, o que é lamentável. Outro exemplo, é o “Total Productive Maintenance”, ou ‘Manutenção Produtiva Total’, que uma das bases do LC, em que as empresas se preocupam com seus equipamentos para evitar imprevistos, não necessariamente são adeptas do “lean”.



**Figura 7**  
 Principais ferramentas enxutas aplicadas nas obras dos entrevistados.

8) Quais os principais benefícios reconhecidos pela empresa ao usar Técnicas Enxutas.

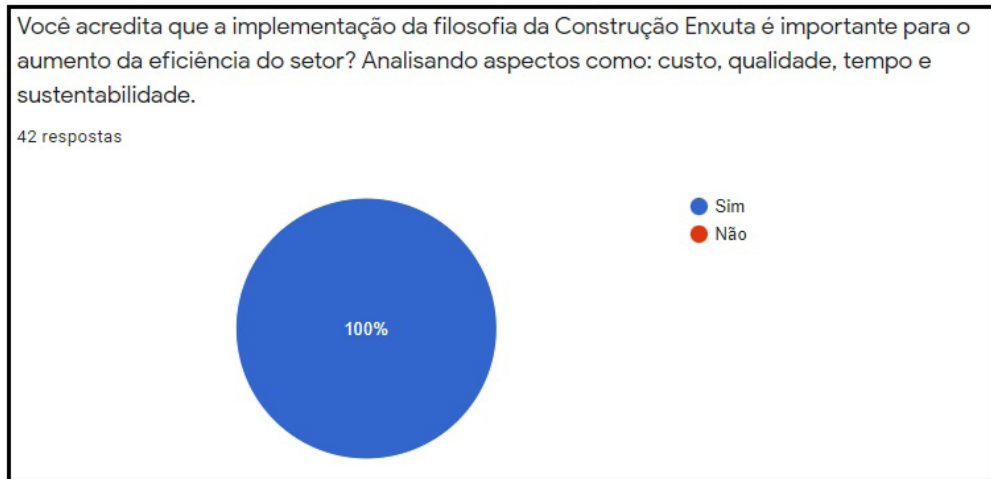
Você pode escolher até 3 benefícios (figura 8).



**Figura 8**  
 Principais vantagens relatadas pelos entrevistados ao usar técnicas enxutas.



9) Você acredita que a implementação da filosofia da Construção Enxuta é importante para o aumento da eficiência do setor. Analisando aspectos como: custo, qualidade, tempo e sustentabilidade (figura 9).



**Figura 9**

Importância do Lean Construction para aumentar a eficiência do setor da construção.

10) Quais as principais barreiras para que você não esteja implantando esta filosofia de gestão de projetos nas obras. E, caso esteja implementando, quais dificuldades está encontrando. Você pode escolher até 3 barreiras e dificuldades mais relevantes (figura 10).



**Figura 10**

Principais barreiras para usabilidade de técnicas enxutas segundo os entrevistados.

## Resultados e discussão

Com relação aos dados obtidos na pesquisa temos que, 71,4% (29 profissionais) dos respondentes estão familiarizados com o tema da Construção Enxuta, demonstrando assim que o tema não é de conhecimento de todos. Nota-se que a maior parte dos respondentes são pessoas que possuem experiência maior do que 5 anos na área da construção civil.

As três principais competências relatadas pelos entrevistados em relação a execução das obras são: gerenciamento de prazo, custo e qualidade. Correspondendo a valores maiores que 48% em cada. Ou seja, representação expressiva da preocupação clássica dos projetos de engenharia civil, já que predominantemente atuam com

o modelo tradicional de gestão de projetos. Apesar deste empenho no tripé custo, prazo e qualidade.

As três principais ineficiências relatadas nas obras dos respondentes foram: retrabalho, erros de projetos e erros de execução. Correspondendo ao mínimo de 48% de expressividade em cada uma. Todas relatadas estão no grupo de Correção de acordo com as 7 classes de resíduos de Al-Aomar [11], que também visualizou esta classe de resíduos como uma das mais expressivas em sua pesquisa. Diante destas ineficiências, os respondentes relataram que as três principais consequências observadas foram: aumento do custo (92,7%), conclusão tardia do projeto (73,2%) e insatisfação do cliente (68,3%). Percebemos assim, o alto impacto no custo relatados por quase todos os respondentes, naturalmente diminuindo o lucro estimado do projeto. Importa salientar que, dentre a ampla gama de ferramentas enxutas, uma das principais ferramentas que visa atuar diretamente em solucionar erros de compatibilidade de projetos e consequente redução de retrabalhos é o uso da ferramenta BIM (Modelagem de Informação da Construção). Adicionalmente sugere-se fazer o uso concomitante de ferramentas de controle de qualidade para evitar retrabalhos devidos a erros de execução.

As três principais ferramentas relatadas pelos respondentes foram: BIM (44,7%), Sistema 5S (34,2%) e peças pré-moldadas (31,6%). Todas com percentuais abaixo de 50%, ou seja, além de usarem poucas técnicas enxutas, as que mais se expressaram ainda estão com baixo números de adeptos. Apesar de poucos adeptos às técnicas enxutas, podemos notar que os três principais benefícios notados ao usarem as três principais técnicas enxutas foram: aumento da sustentabilidade, fluxo de trabalho mais confiável e eliminação de gastos desnecessários. Todas com percentuais acima de 39% cada. Podemos notar que, os benefícios conseguem combater a principal consequência relatadas pelos resíduos dos entrevistados, no caso, a redução da margem de lucro. Além de relatarem que, as técnicas enxutas ajudam na melhoria na sustentabilidade das obras.

Todos os respondentes disseram que, o Lean Construction representa uma boa alternativa para aumentarmos a eficiência do setor em termos de custo, qualidade, tempo e sustentabilidade, apesar de 28,6% não estarem familiarizados com o termo Construção Enxuta. Dessa forma nota-se que, o inquérito teve um impacto positivo na divulgação das boas práticas da filosofia Lean Construction, pois mesmo os que não conheciam completamente, acreditam que a sua implementação aumentaria a eficiência do setor.

Apesar de notório apoio por aplicação de práticas enxutas, 75% dos respondentes disseram que a falta de conhecimento especializado é a principal barreira para implementação da filosofia. Conforme sinalizou Sarhan e Fox [11], barreiras educacionais podem representar uma grande ameaça para a implementação sustentável do LC.

## Conclusão

A maioria absoluta dos entrevistados relatam que, há espaço para aprimoramento na gestão de projetos de engenharia civil, principalmente quando focamos em custo, qualidade, tempo e redução de resíduos. A principal insatisfação relatada foi o aumento expressivo de custo e duração dos projetos, cujas três principais causas foram: retrabalho, erros de projetos e erros de execução. Sendo sugerido como solução, o uso concomitante de ferramentas enxutas baseadas em controle de qualidade e BIM, buscando combater retrabalhos causados por erros de execução devido à falta de monitoramento e a falta de compatibilidade em projetos de engenharia (comum devido a cultura de terceirização do setor). Apesar de uma minoria dos entrevistados não estarem familiarizados com o termo “Lean Construction”, aqueles que aplicaram alguma técnica enxuta relatam benefícios em termos de sustentabilidade, fluxo de trabalho e redução de custo, impactando positivamente nos principais gargalos relatados. Portanto, para conseguirmos avançar na eficiência e sustentabilidade de projetos de engenharia é preciso mais estudos e disseminação desse conhecimento especializado aos profissionais da área.

## Referências

- [1] Campos, M. H. A. C. “A construtibilidade em projetos de edifícios para o ensino superior público em Portugal”. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Departamento de Engenharia Civil, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2002.
- [2] Piovezan, G. T. A.; Silva, C. E. “Investigação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria-RS: um passo importante para a gestão sustentável”. em *Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2007.
- [3] Matias, J., Cachadinha, N. “Evaluating the potential benefits and challenges of LC adoption in the Portuguese construction industry: a survey study”. *Proceedings of the annual conference of IGLC*, Haifa, Israel, pp. 285-295, 2010.
- [4] Project Management Institute [PMI]. *Guide to the Project Management Body of Knowledge: PMBOK Guide 6<sup>o</sup> Edition*. Pennsylvania Newtown Square: Project Management Institute, Inc, 2017.
- [5] Clough, R.H; Sears G.A. *Construction Contracting*. 6th Edição., John Wiley and Sons Inc., New York. EUA, 1994.
- [6] Koskela, Lauri. *Application of the new production philosophy to construction*. Stanford Center for Facility Engineering, Technical Report 72, 1992.
- [7] Gao S.; Low S. P. L. “The Toyota Waymodel: an alternative framework for lean construction”, em *Total Quality Management e BusinessExcellence*. 2013.

- [8] Research, M.H.C. "Construction Industry Needs to Make Connection Between Improved Efficiency and Greater Competitiveness", Jacksonville: Close-Up Media, Inc. 2013.
- [9] Nahmens, I.; Ikuma, L. H. "An Empirical Examination of the Relationship between Lean Construction and Safety in the Industrialized Housing Industry", em *Lean Construction Journal*, 5(1), 1-12, 2009.
- [10] Ogunbiyi O.; Oladapo A. Goulding J. "An empirical study of the impact of lean-construction techniques on sustainable construction in the UK" em *Construction Innovation*. Vol. 14, 2013.
- [11] Sarhan, S and Fox, A. "Barriers to Implementing Lean Construction in the UK Construction Industry", *The Built & Human Environment Review*, Volume 6. 2013.