

<https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.18718>



GESTÃO DAS CONSTRUÇÕES COM FOCO NA CONSTRUÇÃO ENXUTA: ESTUDO DE CASOS EM CONSTRUTORAS DO INTERIOR DE MINAS GERAIS

*CONSTRUCTION MANAGEMENT WITH FOCUS ON LEAN CONSTRUCTION: CASE STUDY
IN CONSTRUCTION COMPANIES FROM THE INTERIOR OF MINAS GERAIS*

Recebido em: 17 nov. 2020

Aprovado em: 27 fev. 2021

Versão do autor aceita publicada online: 27 fev. 2021

Publicado online: 25 jun. 2021

Como citar esse artigo - American Psychological Association (APA):

Fiuza, G. C. P., & Ferreira, K. A. (2023, jan./mar.). Gestão das construções com foco na construção enxuta: estudo de casos em construtoras do interior de Minas Gerais. *Exacta*, 21(1), 173-198. <https://doi.org/10.5585/exactaep.2021.18718>

Submeta seu artigo para este periódico

Processo de Avaliação: *Double Blind Review*

Editor: [Dr. Luiz Fernando Rodrigues Pinto](#)



Dados Crossmark



GESTÃO DAS CONSTRUÇÕES COM FOCO NA CONSTRUÇÃO ENXUTA: ESTUDO DE CASOS EM CONSTRUTORAS DO INTERIOR DE MINAS GERAIS

CONSTRUCTION MANAGEMENT WITH FOCUS ON LEAN CONSTRUCTION: CASE STUDY IN CONSTRUCTION COMPANIES FROM THE INTERIOR OF MINAS GERAIS

 Gabriela Costa Pinto Fiuza¹

 Karine Araújo Ferreira²

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar os métodos de gestão da construção adotados por empresas de construção civil de uma cidade do interior de Minas Gerais, bem como identificar e analisar se as mesmas utilizam algum princípio ou prática presente na construção enxuta. Para tanto, foram realizados estudos de casos em nove construtoras por meio de aplicação de entrevistas semiestruturadas. Dentre os resultados obtidos, destaca-se que a maioria das construtoras investigadas não utilizam métodos de gestão estruturados, sendo esta gestão baseada principalmente nas experiências profissionais dos gestores. Em relação às ferramentas e técnicas da construção enxuta adotadas pela maioria das construtoras investigadas, o uso das mesmas ocorre de maneira mais intuitiva, sem relação com a adoção da filosofia enxuta. Dentre as mais comumente adotadas nas empresas investigadas, destacam-se: trabalho padronizado, 5S, *just in time* e reuniões diárias.

Palavras-chave: construção enxuta. *lean construction*. produção enxuta. construção civil.

Abstract: This article aimed to identify and analyze the construction management methods adopted by the civil construction companies in a city in the interior of Minas Gerais, as well as the use of lean construction tools and techniques. For this purpose, case studies were carried out in nine construction companies through semi-structured interviews. The results indicate that most of the investigated construction companies do not use structured management methods, and the management is based mainly on the professional experience of managers. Regarding the lean construction tools and techniques adopted by most of the investigated construction companies, their use occurs in a more intuitive way, unrelated to the adoption of lean philosophy. Among the most commonly adopted in the investigated companies, the following stand out: standardized work, 5S, just in time and daily meetings.

Keywords: lean construction. lean production. construction industry.

Introdução

A construção civil sofreu mudanças substanciais a partir dos anos 1990, provocadas principalmente pelo aumento do grau de competição existente entre as empresas. Adicionalmente, o

¹ Graduada em Engenharia de Produção / Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP - Ouro Preto, Minas Gerais – Brasil - gabrielaфиuza98@gmail.com

² Doutora em Engenharia de Produção / Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP - Ouro Preto, Minas Gerais – Brasil - karine@ufop.edu.br

crescente nível de exigência dos consumidores e a reduzida disponibilidade de recursos financeiros, entre outros fatores, têm estimulado as empresas do setor a buscarem técnicas de gestão e de produção já há algum tempo utilizadas por setores industriais (automobilísticos, por exemplo), com o objetivo de otimizar seus processos e produzir produtos cada vez melhores e mais baratos (Bajjou, Chafi, & En-nadi, 2017; Kotler, 2000).

Dentre as várias alternativas que surgiram ao longo dos anos 1990 como modelo para a gestão de produção na construção civil, destaca-se a *Lean Construction* (Construção Enxuta), que tem origem no Sistema Toyota de Produção e Produção Enxuta (*Lean Production*). Koskela (1992) foi o pioneiro a adaptar a ideia do *lean* para o mundo da construção, identificando uma série de princípios que mitigariam problemas tradicionais do setor ao mesmo tempo em que melhorariam a performance produtiva. O desafio da construção enxuta é eliminar tudo que não agrega valor, reduzindo assim os custos e gerando maior lucro (Tezel, Koskela & Aziz, 2018). Encontra-se na construção civil, muitas atividades entendidas como não geradoras de valor, tais como movimentos e transportes desnecessários, retrabalhos, entre outros.

Desde o trabalho pioneiro de Koskela (1992), diversos pesquisadores do Brasil (Barth & Formoso, 2020; Borges, 2018; Formoso, Bernardes, Oliveira F.M.N & Oliveira K.A., 1999) e de outros países (Howell, Ballard & Demirkesen, 2017; Koskela, Ferrantelli, Niiranen, Pikas & Dave, 2019; Tezel et al., 2020), têm buscado interpretar os conceitos para o ambiente da construção civil.

Porém, apesar de haver diversas publicações que discutem aplicações dos princípios enxutos no setor da construção civil, o conhecimento e aplicação prática do conceito é ainda baixo nas empresas brasileiras. Em uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2019) em 443 empresas do setor da construção civil no Brasil, buscou-se conhecer o emprego atual das ferramentas e técnicas do sistema de produção enxuta. Dentre os resultados obtidos, foi possível verificar que além de haver uma baixa aplicação destas ferramentas e técnicas enxutas entre as empresas da construção civil brasileiras, estas são usadas principalmente de forma isolada, ou seja, em partes da empresa ou em partes do processo produtivo da obra. Adicionalmente, mais da metade das empresas pesquisadas não utiliza nenhuma ou utiliza de 1 a 3 técnicas das 15 pesquisadas (de forma isolada ou completa). As empresas que utilizam 10 ou mais técnicas são apenas 12%. Assim, percebe-se que a aplicação das ferramentas e técnicas de produção enxuta nas construtoras brasileiras pode aumentar.

Neste sentido, o objetivo geral desta pesquisa é investigar quais princípios e técnicas de gestão são adotados nas construtoras analisadas, com ênfase na filosofia *Lean Construction* (construção enxuta).

Esta pesquisa justifica-se pela atualidade e relevância do tema, uma vez que a maioria das empresas do setor da construção civil são suscetíveis a desperdícios, de material ou mão de obra, bem como gastos e atrasos, gerando ineficiência do projeto (Aziz & Hafez, 2013; Bajjou, Chafi, & En-nadi,



2017; De Filippi, 2017). Estas melhorias são de suma importância, pois vários estudos de diferentes países confirmaram que o desperdício/atividades sem valor agregado na indústria da construção representam uma porcentagem relativamente grande do custo de produção. Como exemplo, Aziz e Hafez (2013) citam que o custo do retrabalho em projetos de construção tem sido relatado como sendo de até 35% do custo total do projeto. Esse fator permite concluir que inovações na forma de gestão podem contribuir significativamente no setor da construção civil.

Este trabalho está organizado em 5 seções, incluindo a presente introdução. Na seção 2, é apresentada a revisão bibliográfica sobre a gestão da construção, bem como conceitos, ferramentas e técnicas que compõem a construção enxuta. O método científico utilizado é discutido na seção 3. Os resultados dos estudos de caso realizados nas construtoras são apresentados na seção 4. Por fim, na seção 5, encontram-se a discussão de resultados e considerações finais, e em seguida, agradecimentos e referências bibliográficas.


Revisão bibliográfica

A gestão da construção e a construção enxuta

De acordo com Covello (2017), a gestão da construção civil pode passar por diversas fases, tais como coordenação de projetos, engenharia, gestão da produção, comissionamento e controle, o que torna esta atividade bastante complexa. O estudo de Magalhães, Mello e Bandeira (2015) mostra que, muitas vezes, o setor de planejamento e controle de obras é isolado dentro das empresas, possuindo departamentos não integrados aos demais, como orçamentos, suprimentos e projetos. Adicionalmente, o controle é utilizado para comparar o planejado e o executado, não sendo uma ferramenta para tomada de decisão. Ações corretivas visando manter o cronograma dentro do previsto e análise das causas das falhas não estão presentes nas construtoras investigadas pelos autores. Assim, Borges (2013) destaca que um diagnóstico correto das informações é essencial para conduzir o gestor de projetos civis a aperfeiçoar o desenvolvimento do projeto e otimizar os recursos nas atividades.

De acordo com Aziz e Hafez (2013), o custo do retrabalho em projetos de construção tem sido relatado como sendo de até 35% do custo total do projeto. Esse fator permite concluir que inovações na forma de gestão podem contribuir significativamente no setor da construção civil, tais como a construção enxuta, foco deste trabalho.

A construção enxuta é, segundo Bertelsen e Koskela (2004), um novo entendimento da construção como um tipo especial de produção. É derivado das ideias do sistema Toyota de produção, com a aplicação e adaptação das técnicas do pensamento enxuto na gestão dos processos da construção civil, observando suas particularidades (Koskela et al., 2019).



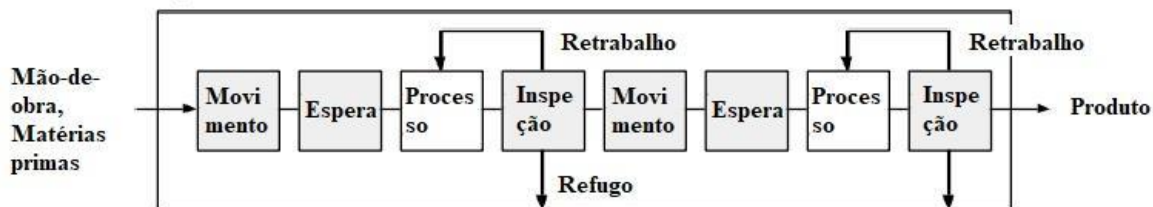
O marco inicial da construção enxuta é a publicação de Koskela (1992), um estudioso finlandês, que desafia os profissionais da construção civil a pensarem em conceitos como fluxo e geração de valor, em uma indústria conhecida por seus altos custos (com altos índices de desperdício de material e baixa qualidade) e baixa produtividade, devido à baixa qualificação e à alta rotatividade de mão-de-obra (Lorenzon & Martins, 2006). Após a publicação de Koskela (1992), vários estudiosos passaram a pesquisar a aplicação das filosofias nas empresas. Mais recentemente, autores também têm estudado a associação da filosofia com outras práticas de gestão, tais como a sustentabilidade (Abd Jamil & Fathi, 2016; Khodeir & Othman, 2016), gestão do conhecimento (Saini, Arif & Kulonda, 2017; Zhang & Chen, 2016), bem como a disseminação da filosofia através de pesquisas dedicadas especificamente a estratégias de ensino da construção enxuta, como por exemplo, jogos de aprendizado (Brioso, 2015; Lehtovaara, Seppänen & Peltokorpi, 2019).

Formoso (2009) aponta que a diferença básica entre a filosofia gerencial tradicional e a Produção Enxuta é principalmente conceitual. A mudança mais importante para a implantação do novo paradigma é a introdução de uma nova forma de entender os processos. A visão tradicional da produção vê o processo produtivo como uma conversão de um *input* (matérias-primas, trabalho) em um *output* (produto), dividido hierarquicamente em subprocessos. O valor do produto está associado somente ao custo dos seus insumos. Nesta visão, qualquer ação que possibilita uma redução de custos em um subprocesso, permite uma redução dos custos totais do processo. Tal modelo é irreal, e conforme se aumenta a complexidade do processo, o tamanho do fluxo e da organização, os problemas começam a aparecer (Koskela, 1992).

Enxergar a produção como um simples modelo de conversão, não considera que há atividades que não agregam valor ao produto, como é abordado pela filosofia da Produção Enxuta, ou seja, não se considera os requisitos do cliente. No Modelo de Fluxo de Conversão, Koskela (1992) define que a produção é um fluxo de materiais e/ou informações desde a matéria-prima até o produto acabado. Nesse fluxo, o material pode estar sendo processado, inspecionado ou movimentado, ou ainda estar esperando pelo processamento, inspeção ou movimentação, como se pode observar na Figura 1. Tais atividades às quais o material pode ser submetido são inerentemente diferentes. O processamento representa o aspecto de conversão do sistema de produção; a inspeção, a movimentação e a espera representam os aspectos de fluxo da produção que não agregam valor ao produto, em cinza na Figura 1. Os processos referentes a fluxos podem ser caracterizados por tempo, custo e valor. Valor refere-se ao atendimento das necessidades dos clientes. Em grande parte dos casos, somente as atividades de processamento proporcionam a agregação de valor ao produto.

Figura 1

Modelo de fluxo de conversão



Fonte: Koskela (1992).

Então, como descreve Ribeiro (2015), a construção enxuta é um processo representado por um fluxo de conversão, constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção. O conceito de valor está diretamente vinculado à satisfação do cliente, implicando que um processo só gera valor quando as atividades de processamento transformam as matérias-primas ou componentes nos produtos requeridos pelos clientes, sejam eles internos ou externos.

No intuito de estabelecer diretrizes para a definição do fluxo de processo e possíveis melhorias a ser implantadas, Koskela (1992) define um conjunto de onze princípios para a gestão de processos na indústria civil, quais sejam: 1) reduzir as quotas de atividades que não agregam valor; 2) aumentar o valor da saída ou produto através da consideração sistemática das exigências do cliente; 3) reduzir a variabilidade; 4) reduzir o tempo de ciclo; 5) simplificar minimizando o número de passos, peças e ligações; 6) aumentar a flexibilidade da saída; 7) aumentar a transparência do processo; 8) focar no controle no processo global; 9) construir a melhoria contínua no processo; 10) balancear as melhorias no fluxo com as melhorias de conversão; 11) *Benchmarking*.

Ferramentas e técnicas da construção enxuta

Desde que Koskela adaptou os princípios do Sistema Toyota de Produção para a Construção Civil, muitas ferramentas do pensamento enxuto foram adequadas e até novas foram criadas para possibilitar a aplicação da filosofia no setor.

Nesse sentido, a construção enxuta possui uma série de ferramentas e técnicas que auxiliam sua adoção e cujos benefícios decorrentes de sua aplicação incluem a melhoria da qualidade, a diminuição dos desperdícios, o aumento na produtividade da mão de obra, satisfação do cliente, redução do tempo de construção, o aumento na segurança e saúde no trabalho, entre outras vantagens (Enshassi, Saleh & Mohamed, 2019; Sarhan, Xia, Fawzia & Karim, 2017; Wu, X., Yuan, Wang, Li, & Wu, G., 2019).

Na literatura, foi possível verificar que há trabalhos que investigam e descrevem apenas uma ou duas ferramentas e técnicas (El-Sabek & McCabe, 2018; Liu & Shi, 2017; Perez & Gosh, 2018) até autores que apresentam uma extensa lista das mesmas, como Carvajal-Arango, Bahamón-Jaramillo, Aristizábal-Monsalve, Vásquez-Hernández, & Botero (2019), que categorizaram em seu trabalho 78 ferramentas e práticas aplicadas na construção enxuta.

Conforme já mencionado, na pesquisa realizada pelo CNI (2019), verificou-se que dentre as técnicas mais utilizadas no Brasil estão o Trabalho Padronizado (68% das empresas) e o Programa 5S (60% das empresas). Estas foram citadas por mais da metade das empresas investigadas.

Recentemente, Ferreira, Fiuza e Oliveira (2020) realizaram uma revisão sistemática da literatura internacional no período de 2015 - 2019, com o intuito de identificar e categorizar as diferentes ferramentas e técnicas da construção enxuta mais comumente mencionadas na literatura. Para tanto, as autoras selecionaram 41 artigos com foco na pesquisa, onde cinco correspondem às revisões teóricas e sistemáticas sobre o tema, enquanto os demais apresentam o desenvolvimento de algum estudo empírico, realizado principalmente através de estudos de caso, *surveys* e aplicações de questionários. Baseado na análise destes artigos, as autoras realizaram um agrupamento e análise de todas as ferramentas identificadas nos artigos presentes na seleção, no intuito de verificar quais delas têm sido mais comumente indicadas e/ou pesquisadas nestes últimos anos. Destas, as 10 primeiras ferramentas e técnicas mais citadas na literatura e identificadas pelas autoras foram adotadas neste estudo (Tabela 1).

Tabela 1

Ferramentas e técnicas mais comumente citadas

Classificação	Ferramentas e Técnicas Lean	Número de citações
1	Last Planner System (LPS)	23
2	BIM	13
3	5S	11
4	Mapeamento de fluxo de valor	10
5	Poka-Yoke	10
6	Gestão visual	10
7	Just in Time	8
8	Kanban	8
9	Trabalho padronizado	8
10	Reuniões diárias	7

Fonte: Adaptado de Ferreira et al. (2020).

O Quadro 1 apresenta uma definição resumida de cada uma das 10 ferramentas e técnicas identificadas na Tabela 1.



Quadro 1

Definição das ferramentas e técnicas

Ferramenta	Definição	Referências
Last Planner System (LPS)	Sistema de planejamento e controle desenvolvido a fim de tornar o plano de construção ágil e flexível.	El-Sabek e McCabe (2018)
BIM	Modelo digital do projeto de construção comum a todos envolvidos.	Alvarenga, Silva & Mello (2017)
5S	Cinco conceitos japoneses para otimização do local de trabalho.	Wu et al. (2019)
Mapeamento de fluxo de valor	Elaboração de um “mapa” que mostra todo o fluxo de materiais e/ou informações da obra.	Euphrosino et al. (2019)
Poka-Yoke	Dispositivos com a finalidade de evitar que erros aconteçam.	Memon et al. (2019)
Gestão visual	Sistema de gestão no qual a informação é comunicada por meio de sinais visuais.	Majava et al. (2019)
Just in Time	Materiais ou equipamentos estarem disponíveis somente quando necessário.	Bajjou, Chafi, & En-nadi (2017)
Kanban	Sistema de controle de qualidade no qual as informações são transportadas ao longo do processo de produção, geralmente na forma de placa ou cartões.	Liu e Shi (2017)
Trabalho padronizado	Padronização do trabalho.	Memon et al. (2019)
Reuniões diárias	Reuniões diárias com a equipe para maior envolvimento.	Memon et al. (2019)

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Assim, buscou-se verificar se estas dez ferramentas e técnicas selecionadas na literatura eram conhecidas e/ou utilizadas pelas construtoras selecionadas nesta pesquisa e, se haviam outras além destas dez, que eram adotadas pelas construtoras.

Método científico

A abordagem de pesquisa escolhida para este trabalho é qualitativa e o método adotado é o estudo de caso, realizado em nove construtoras localizadas em uma cidade do interior de Minas Gerais. Segundo Yin (2001, p.32), “um estudo de caso é uma investigação empírica que analisa um fenômeno contemporâneo dentro do contexto da vida real, especialmente quando os limites entre fenômeno e contexto não estão claramente definidos”. O foco desta pesquisa é direcionado para a situação presente, ou seja, a análise dos métodos de gestão adotados nas construtoras, com foco nas práticas da construção enxuta.

Os estudos de caso desenvolvidos nesta pesquisa são de natureza exploratória, pois apesar de haver estudos sobre aplicação de práticas de produção enxuta nos mais diferentes setores da indústria no Brasil e no mundo, a adoção dos princípios e técnicas da construção enxuta em construtoras

brasileiras é ainda pouco explorada. Para tanto, um questionário semiestruturado (com perguntas abertas e fechadas) foi elaborado a partir dos objetivos deste trabalho e através das informações coletadas na revisão bibliográfica e em entrevistas já realizadas previamente. As entrevistas foram realizadas com os proprietários e/ou responsáveis pela gestão de obras nas construtoras selecionadas e aconteceram nos meses de maio a junho. Devido à pandemia do Covid-19, as entrevistas tiveram que ocorrer de duas formas.

A primeira foi a realização de entrevistas semiestruturadas online com os gestores que se dispuseram a responder às questões dessa forma. Este tipo de pesquisa possibilitou flexibilidade para captar maiores detalhes sobre as atividades de gestão realizadas nas construtoras analisadas, procurando detectar as principais estratégias adotadas. A segunda forma de realização foi o envio do questionário por e-mail para que as questões fechadas fossem selecionadas. Em relação às abertas, solicitou-se aos entrevistados que gravassem as respostas por áudio e enviassem online (Whatsapp) para que pudesse ser captado maiores detalhes e informações.

Para a seleção das empresas, buscou-se inicialmente as construtoras com registro no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais (CREA-MG). Para tanto, uma solicitação foi enviada ao CREA pelo Portal da Transparência, disponível na página do conselho, na opção Sistema Eletrônico de Serviço de Informações ao Cidadão (e-SIC), que permite que qualquer pessoa jurídica ou física, encaminhe pedidos de acesso à informação a este conselho. Dessa forma, foi solicitado a relação de todas as construtoras cadastradas no CREA-MG que estivessem localizadas na cidade a ser investigada. Essa cidade foi escolhida devido à facilidade de acesso dos pesquisadores.

A lista fornecida pelo CREA-MG apresentava 158 empresas registradas no setor de construção civil, uma vez que elas não dispunham a informação de quais delas atuavam especificamente como construtoras. Assim, no intuito de identificar quais destas empresas eram construtoras, foram realizadas três etapas de investigação. A primeira consistiu em buscas iniciais na internet e consultas com profissionais locais da área da construção civil em que foi possível verificar que 99 empresas não se relacionavam com o objeto desta pesquisa, que são as empresas responsáveis pela gestão e elaboração de obras na construção civil. As empresas excluídas nesta etapa realizavam outras atividades, tais como estudos geológicos, montagem e instalação de sistemas e equipamentos de iluminação, mineração, dentre outros segmentos da construção civil. Dessa forma, a lista inicial foi reduzida para 59 empresas.

No segundo refinamento, buscou-se estabelecer contato com as empresas da lista resultante. Para tanto, foram realizadas buscas mais aprofundadas na internet, lista telefônica e consulta do CNPJ. O site da Receita Federal permite que se faça consulta do CNPJ e emita o Comprovante de Inscrição e Situação Cadastral de Pessoa Jurídica, onde foi possível verificar a situação cadastral das empresas e em algumas, o telefone e endereço eletrônico. Como resultado dessa consulta, foram eliminadas 4 empresas baixadas por encerramento para liquidação voluntária, 1 empresa inativa (sem movimentação



alguma durante todo o ano-calendário) e 1 inapta (deixou de cumprir as devidas obrigações). Outras 8 empresas foram descartadas por não ter sido encontrada nenhuma forma de contato, o que traz indícios que estas empresas também estejam inativas. Dessa forma, restaram 45 empresas.

Na terceira e última etapa, foram realizados contatos telefônicos, envio de e-mails e busca de contatos dos proprietários das empresas resultantes via LinkedIn. Destas, 36 empresas foram excluídas pelos seguintes motivos: 8 não eram construtoras; 21 não se conseguiu nenhum retorno (mesmo após 10 tentativas de contato telefônico em dias alternados e envio de e-mails); 7 aceitaram responder o questionário inicialmente, porém não responderam contatos subsequentes ou não tinham disponibilidade no período em que as entrevistas foram realizadas. Dessa maneira, 9 construtoras estavam aptas e participaram da pesquisa de campo.

Apresentação dos resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos nas pesquisas de campo, onde são destacadas as principais características das empresas analisadas, os métodos de gestão da construção adotados nas construtoras investigadas e, por fim, a análise do conhecimento e utilização das ferramentas e técnicas da construção enxuta nestas empresas.

Caracterização das empresas

Conforme já mencionado, todas as empresas participantes estão localizadas no interior de Minas Gerais. Por questão de sigilo, as construtoras serão denominadas C1 a C9.

Com exceção das construtoras C5, C6 e C7, todos os respondentes são proprietários das construtoras investigadas. Os respondentes das construtoras C1, C2, C6 e C8 possuem mais de 20 anos de experiência profissional no ramo civil, seguido pelos entrevistados das construtoras C4 e C9, entre 16 e 20 anos, e os respondentes das demais construtoras, que possuem menos de 10 anos de experiência profissional. Com exceção das construtoras C2 e C9, todos os respondentes possuem formação superior completa. No Quadro 2, é apresentada uma síntese sobre o perfil dos entrevistados e caracterização das construtoras investigadas.

Quadro 2

Perfil dos entrevistados e caracterização das organizações

Características / Construtoras	Perfil dos respondentes			Caracterização das construtoras		
	Posição do entrevistado na organização	Tempo de experiência profissional (anos)	Grau de escolaridade (completo)	Ano de fundação da empresa	Funcionários diretos e indiretos	Principais áreas de operação
C1	Proprietário	Mais de 20	Superior	2005	8 diretos	- Residenciais
C2	Proprietário e Gerente geral	Mais de 20	Fundamental	2011	8 diretos 7 indiretos	- Residenciais - Edifícios não residenciais
C3	Proprietário	6-10	Superior	2018	6 diretos	- Residenciais
C4	Proprietário e Engenheiro	16-0	Superior	2007	6 diretos 7 indiretos	- Residenciais - Edifícios não residenciais - Pesada - Industrial
C5	Engenheiro	6-0	Superior	1988	250 diretos 35 indiretos	- Residenciais - Pesada - Industrial
C6	Administrador	Mais de 20	Superior	2011	25 diretos 35 indiretos	- Residenciais - Edifícios não residenciais
C7	Gerente e Arquiteto	0-5	Superior	1993	80 diretos 50 indiretos	- Residenciais - Edifícios não residenciais
C8	Proprietário e Engenheiro	Mais de 20	Superior	2006	15 diretos 3 indiretos	- Residenciais - Edifícios não residenciais
C9	Proprietário	16-20	Ensino Médio	2009	30 diretos 20 indiretos	- Residenciais - Edifícios não residenciais

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Em relação às características das construtoras, é possível verificar que há desde construtoras fundadas recentemente a construtora com mais de 30 anos de atuação. A empresa mais antiga é a que também possui maior número de funcionários diretos (250 funcionários), seguida pelas construtoras C7, C9 e C6, que possuem 80, 30 e 25 respectivamente. As demais possuem entre 6 e 8 funcionários diretos. Em relação aos funcionários indiretos também há bastante variação, de 7 a 50 funcionários.

Para classificar o porte das empresas, o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas -SEBRAE (2017) utiliza como base pesquisas divulgadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para determinar o número de empregados. Dessa forma, empresas com até 19 empregados são consideradas microempresas, de 20 a 99 pequena, de 20 a 99 média e acima de 100,



é considerada grande porte. Assim, identificou-se que 5 das construtoras investigadas são micro, 3 pequeno porte e 1 médio porte.

Para identificação das áreas de operação das construtoras investigadas, a classificação proposta por Vieira (2006) foi adotada como referência, qual seja: 1) construção industrial (montagem industrial) - responsável pela montagem de estruturas metálicas nos vários setores industriais, sistemas de geração de energia, de comunicações e de exploração de recursos naturais; 2) construção pesada (construção de engenharia) - construção de infraestrutura de transportes, energia, telecomunicações e saneamento; e 3) edificações (construção de edifícios), que, nesta pesquisa, esta foi subclassificada em: construções residenciais (residência unifamiliar, residência multifamiliar, edifícios de apartamentos, condomínios); e construção de edifícios não residenciais (escolas, universidades, hospitais, edifícios comerciais e escritórios, depósitos). Baseado na resposta dos entrevistados, foi possível verificar que todas as construtoras atuam em construções residenciais e a maioria, em edifícios não residenciais. Adicionalmente, duas construtoras realizam obras de construção pesada e industrial (C4 e C5), e somente a construtora C4 opera em todas as áreas.

Gestão da construção nas empresas

Em relação à gestão das construções, foram realizadas questões abertas no intuito de entender quais os métodos e técnicas de gestão da construção são adotados nas construtoras investigadas, bem como as tecnologias mais utilizadas.

De forma geral, foi possível verificar que a maioria das construtoras investigadas não possuem uma metodologia estruturada para gestão das construções, baseando-se esta gestão principalmente na experiência dos gestores. O planejamento é realizado, na maioria dos casos, pelos próprios proprietários. Algumas construtoras (C5, C7 e C8) têm adotado maior número de ferramentas e técnicas da construção enxuta. Porém, esta adoção é realizada, em maior parte, de maneira isolada e intuitiva, ou seja, ainda não faz parte de um plano de adoção da filosofia enxuta em toda empresa. Quanto às tecnologias, de modo geral, as planilhas de Excel são as mais utilizadas pelas construtoras para controle das obras. Algumas construtoras utilizam tecnologias específicas para planejamento, como por exemplo, *softwares* específicos para cálculos de estruturas, MS Project e BIM.

Os respondentes das construtoras C1 e C2 destacaram que, por serem microempresas, são responsáveis por toda a gestão das obras desde a compra dos terrenos até a venda das obras finalizadas. A construtora C1 destacou que os projetos, a compra de materiais, gerenciamento de preços, encomendas de produtos pré-fabricados e controle de obras são exemplos de atividades realizadas pelos próprios proprietários sem um planejamento específico. Quando não executam algum tipo de projeto, contratam este serviço de terceiros. Quanto à tecnologia, utiliza planilhas do Excel para controles de custos, gastos e recursos e o programa específico *Cypecad*, para cálculo das estruturas de

concreto armado e metálicas. Já a construtora C2 informou que o método de trabalho se caracteriza pelo remanejamento de funcionários mediante necessidade. Quando mais de uma obra é realizada ao mesmo tempo, o proprietário, que também é o mestre de obras, intercala os trabalhadores nas diferentes etapas da construção. O entrevistado destacou também que não é adepto ao uso de tecnologias, adotando apenas anotações diárias no computador, como, por exemplo, o registro de dias e horas trabalhadas pelos funcionários em determinada obra, para fazer um balanço no final de cada uma delas. Outros serviços tais como, registro contábil, contratos, planilhas de preços, são terceirizados para contabilidade ou o profissional mais adequado. As construtoras C3 e C4 não destacaram o uso de nenhum método ou técnica específica para gestão da construção em suas empresas. Já em relação às tecnologias, a construtora C3 vem adotando o BIM em toda empresa.

A construtora C6, por sua vez, possui o planejamento e controle de todas as obras realizado exclusivamente pelo entrevistado, que é responsável também pela aquisição de materiais e contratação de funcionários na parte burocrática (a escolha destes é designado aos encarregados). Em geral, a construtora realiza simultaneamente um valor máximo de quatro obras, já que o administrador ressaltou que faz o possível para presenciar todas elas por dia. Em relação aos estoques, a construtora procura reduzir ao máximo, como também os funcionários ociosos. Foi destacado ainda pelo entrevistado que as perdas são grandes nas obras, portanto, a construtora trabalha em busca da redução dos custos fixos. Como tecnologias, a construtora utiliza Excel, *Cypecad* para cálculo de estruturas e AutoCAD. Já a construtora C9, destacou apenas que sua gestão é realizada por divisão horizontal (que é caracterizada pela autonomia dos colaboradores, sendo decisões tomadas em equipe e incentivo a posicionamentos) e que há reuniões semanais. As tecnologias utilizadas nessa construtora são programas básicos de informática como Excel, MS Project e Orçafascio (*software* de orçamento de obras).

Dentre as construtoras investigadas, a busca por métodos e técnicas de planejamento e controle das obras mais estruturados e sistematizados, bem como a adoção de tecnologias mais específicas para gestão das construções foi verificada nas empresas C5, C7 e C8. A construtora C5 parece ser a mais estruturada em relação à gestão dos processos construtivos. Possui um sistema de gestão integrado de todos os projetos. Esse sistema consiste em um conjunto de normas e instruções internas para gerir os negócios da empresa. No âmbito das obras, faz uso das ferramentas de planejamento para gerenciar custos, compras, pessoas e relações com os clientes. Na medida que os projetos avançam, acompanhamentos semanais são realizados para monitoramento de todos os indicadores, sejam de custos, segurança, saúde, meio ambiente e qualidade. As informações são obtidas por um banco de dados consolidado e a partir de então, são traçadas metas de consumo, faturamento e histograma de recursos. São utilizados *softwares* como o TOTVs, VOLARE, MS Project e o sistema BIM.



Outra construtora que também tem buscado inovar seus métodos de gestão é a C7, que apresentou mais detalhes de como é realizada a gestão da construção de suas obras, as técnicas e tecnologias utilizadas na empresa e motivos para adoção. Em relação aos métodos e técnicas de gestão de obras adotados pela construtora, e mais especificamente os relacionados à filosofia enxuta, foi destacado que esta formalização é advinda de um processo de busca da certificação da NBR ISO 9001, que ocorreu há alguns anos atrás na construtora e foi abandonada esse ano em detrimento do custo relativamente alto que os clientes não pagavam. Porém, os processos envolvidos foram continuados. A construtora informou que possui um controle de viabilidade, controle no planejamento, na execução, na entrega e pós obra. No planejamento, há um controle dos projetos, saídas e alterações (toda alteração é remetida a uma planilha até chegar na obra). Assim, antes do início das atividades, é realizado um mapeamento do canteiro de obras desenhado pelos arquitetos, tais como banheiros, vestiários e maquinários, que são todos alocados em locais específicos para serem os mais próximos possíveis e facilitar a gestão de materiais. Um controle muito rigoroso da modularidade do projeto é realizado como, por exemplo, para saber a quantidade de cortes de tijolos. Todo processo é remetido ao sistema integrado BIM e ao engenheiro estrutural para não ocorrer muitas mudanças no momento da execução. Na parte de compras, há um controle do armazenamento e compras conforme as normas da NBR. No controle da execução, é elaborado o mapa da concretagem. Assim, o concreto é ensaiado e, após 30 dias, é verificado a procedência: se foi atingido o f_{ck} (resistência característica à compressão do concreto) nominal e se não, identifica-se a área mapeada para possíveis melhorias. O controle dos processos é realizado por um técnico específico que acompanha e quando algo não está correto, uma não conformidade é gerada. Dessa forma, anualmente, é realizada uma reunião com a diretoria para comunicar e analisar os dados dessas não conformidades, o que foi corrigido e o que não foi corrigido. Nessa reunião, também é retrabalhada a matriz SWOT. A avaliação da gestão da empresa é baseada nos indicadores de qualidade. Os indicativos pós obra são acompanhados através dos indicadores de qualidade, número de correções e quais os tipos de correção, até mesmo para voltar no processo de execução e aprimorar o procedimento. Assim, os métodos de gestão detalhados foram considerados pelo entrevistado como procedimentos que fazem da construção o mais seguro possível e trazem maior qualidade para os processos e clientes, como também segurança na parte jurídica, pois os clientes podem comprar algo na planta com a incorporação e isso é formalizado, diminuindo os riscos. No quesito sustentabilidade, existe na construtora a política de fomentação dos materiais da região, utilizando mão de obra também local.

Em relação às tecnologias utilizadas pela construtora C7, destacou-se o crescente interesse nos últimos anos, pois sempre pensavam na construção como uma forma manual, um trabalho artesanal que aceita um pouco de erros. Porém, mais recentemente, implantaram o sistema BIM, que permitiu mudanças significativas no controle e planejamento de obras na empresa. Foi ressaltado ainda que,

devido à pandemia, a empresa tem buscado conhecer outras tecnologias de informação e produção. Recentemente, introduziram novos maquinários, como maquinário de reboco projetado, trazendo um processo mais industrializado, com maior qualidade para os processos e clientes.

Por fim, dentre as construtoras que se percebeu buscar mais métodos de gestão estruturados, destaca-se a construtora C8, que utiliza ferramentas de informática, CAD, programa de controle financeiro e um programa específico para cálculo estrutural. Nas obras de construção de casas e apartamentos, realizam a compra de alguns produtos pré-fabricados. Para um projeto futuro, o proprietário e também engenheiro, está viabilizando a compra de um *software* para cálculo de *steel frame* e pretende construir toda a obra com esse sistema construtivo.

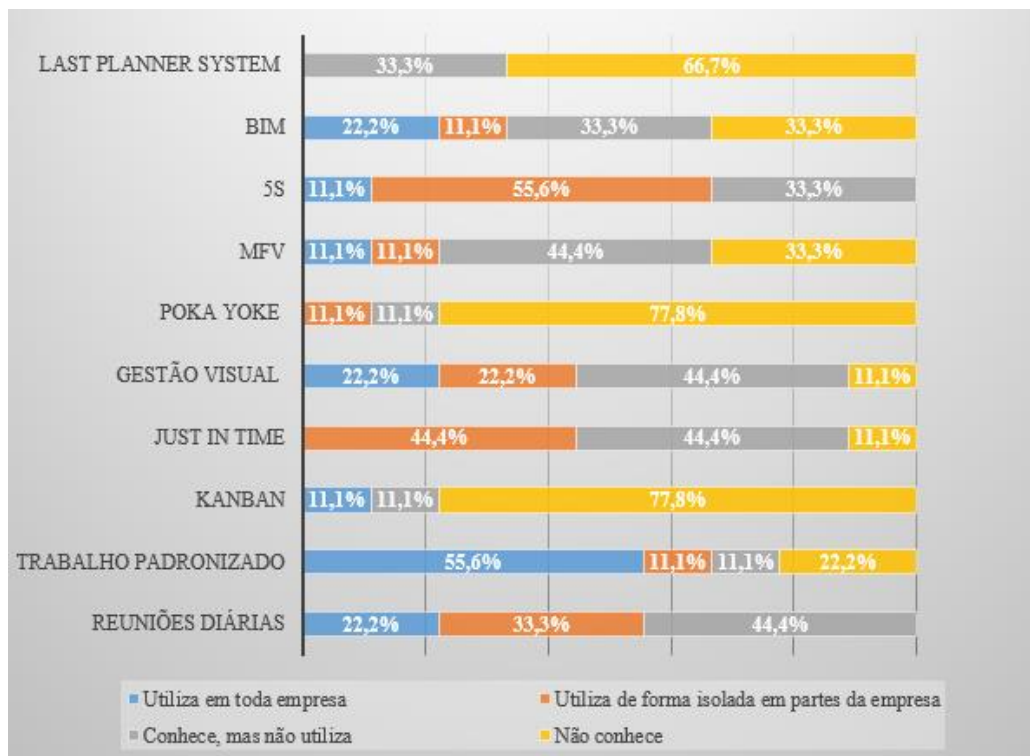
Ferramentas e técnicas da construção enxuta

Em relação às ferramentas e técnicas adotadas na construção enxuta, foi questionado aos entrevistados se os mesmos tinham algum conhecimento sobre a aplicação da filosofia enxuta na construção civil e como é realizado o tratamento de perdas em suas construtoras. Destes, 78% responderam positivamente, ou seja, já ouviram falar sobre a filosofia e 22%, nunca tiveram conhecimento sobre a mesma antes. Sobre as perdas, 33% das construtoras alegaram sempre identificar as perdas e avaliar os custos e 67% responderam que identificam as perdas, mas não avaliam os custos.

Adicionalmente, foi apresentado aos entrevistados uma lista com as 10 ferramentas e técnicas mais comumente citadas na literatura internacional conforme revisão sistemática realizada por Ferreira et al. (2020), com uma breve explicação sobre cada uma delas. Em seguida, foi solicitado aos respondentes que nos informassem se: as utilizam em toda empresa; utilizam de forma isolada em partes da empresa; conhecem, mas não utilizam; ou não conhecem. Adicionalmente, foi solicitado aos entrevistados que se caso adotassem outras, além destas 10 citadas, que fossem relatadas. No Gráfico 1, são apresentados os resultados.

Gráfico 1

Nível de conhecimento das práticas de construção enxuta nas construtoras



Fonte: Elaborado pelas autoras.

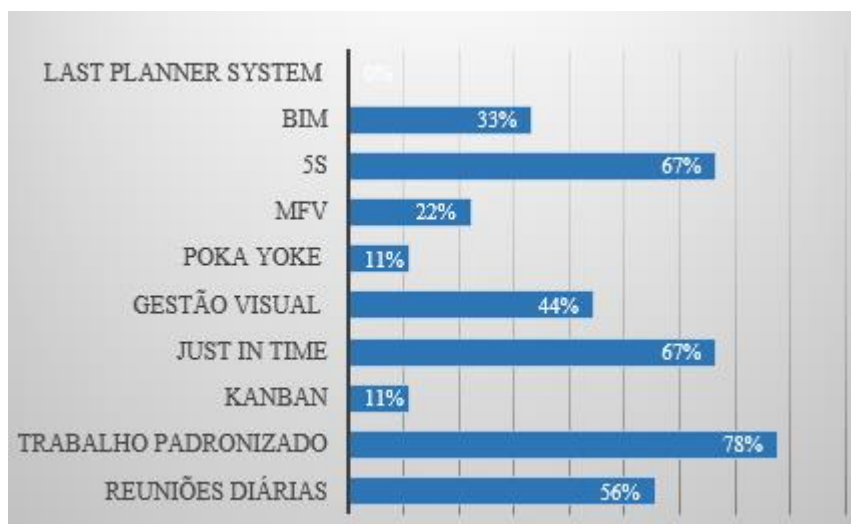
Conforme pode ser visualizado no Gráfico 1, a maioria das ferramentas e técnicas da construção enxuta são pouco conhecidas e/ou utilizadas pelas construtoras. Dentre as mais adotadas em toda empresa estão Trabalho Padronizado, adotado por 55,6% das construtoras investigadas, seguido do BIM, Gestão Visual e reuniões diárias (22,2% cada uma). As ferramentas mais utilizadas de forma isolada em partes da empresa são 5s, adotada por 55,6% das construtoras, e em seguida *just in time* e reuniões diárias, respectivamente utilizados por 44,4% e 33,3% das construtoras.

Pode-se perceber que as ferramentas mais conhecidas (sendo utilizadas ou não pelas construtoras) são 5s e reuniões diárias (100% das empresas). Dentre as menos conhecidas estão *kanban* e *poka yoke*, ambas 77,8% das construtoras não conhece, seguido do *last planner system*, não sendo conhecido por 66,7% das construtoras. Adicionalmente, nenhuma construtora mencionou aplicar outra técnica ou ferramenta enxuta, além das dez apresentadas.

No Gráfico 2, é possível visualizar o somatório do uso de forma isolada ou completa das técnicas da construção enxuta.

Gráfico 2

Uso (de forma isolada ou completa) das ferramentas e técnicas da construção enxuta



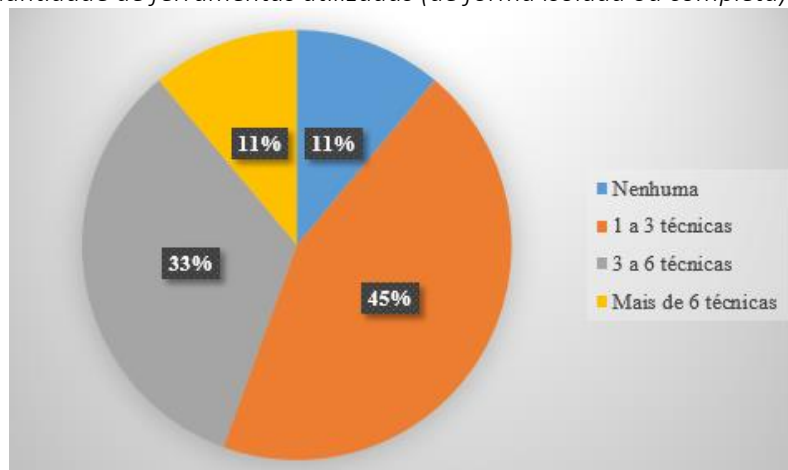
Fonte: Elaborado pelas autoras.

Ao analisar a utilização das ferramentas e métodos de forma isolada ou completa, foi possível verificar que o trabalho padronizado é o mais utilizado (77,8% das construtoras), seguido pelo 5S e *just in time*, (ambas adotadas por 66,7% das construtoras). Em seguida, reuniões diárias e gestão visual, são adotadas por 55,6% e 44,4% das construtoras, respectivamente. As 5 técnicas restantes são utilizadas por menos de 40% das construtoras, sendo que *last planner system* não é utilizado por nenhuma delas.

O número de técnicas e/ou ferramentas adotadas por construtoras (de forma isolada ou completa), por sua vez, pode ser visualizado no Gráfico 3.

Gráfico 3

Quantidade de ferramentas utilizadas (de forma isolada ou completa) pelas empresas



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conforme é possível visualizar no Gráfico 3, do total de construtoras, 11% não utiliza nenhuma técnica da construção enxuta e 45% utiliza de 1 a 3 técnicas. Aproximadamente, 33% utiliza de 3 a 6 técnicas e somente 11% utiliza mais de 6. Assim, considerando as empresas que não utilizam nenhuma ou utilizam de 1 a 3 ferramentas, percebe-se que somam mais da metade das construtoras (56%). Esse resultado mostra um baixo número de técnicas enxutas adotadas pelas construtoras investigadas.

Adicionalmente, buscou-se investigar quais foram os principais fatores que levaram à adoção de ferramentas e técnicas da construção enxuta, seja de maneira isolada (em partes da empresa) ou completa (em toda empresa). No Gráfico 4, pode-se observar os percentuais de respostas das empresas:

Gráfico 4

Fatores que levaram à adoção de técnicas e ferramentas da construção enxuta



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conforme pode ser visualizado no Gráfico 4, ao adotar ferramentas e técnicas da construção enxuta, as construtoras buscam, principalmente, “aumentar a produtividade” e “reduzir desperdícios, defeitos e retrabalhos”. Esses fatores foram apontados como as principais razões para adoção das ferramentas, apontados por 44% das empresas. Em seguida, aumentar a qualidade de produtos e serviços” e “melhorar a segurança e ergonomia do trabalhador”, são destacados por 33% das construtoras. Outro fator mencionado por 11% das construtoras (construtora C7) foi a busca por redução dos prazos de entrega.

Adicionalmente, embora 44% das construtoras destaquem não adotar ferramentas e técnicas da construção enxuta, ao analisar o Gráfico 3, é possível verificar que apenas 11% não utilizam nenhuma. Essa diferença corrobora com o que foi destacado por alguns entrevistados, muitas vezes as

práticas são adotadas de maneira intuitiva e isolada na empresa, porém sem o reconhecimento por ferramentas e técnicas dentro da filosofia de gestão enxuta.

As principais barreiras verificadas pelas construtoras à adoção das ferramentas e técnicas da construção enxuta são apresentadas no Gráfico 5:

Gráfico 5

Barreiras que dificultam a adoção das ferramentas e técnicas da construção enxuta



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Conforme pode ser visualizado no Gráfico 5, na visão das construtoras entrevistadas, a principal barreira que dificulta a adoção das técnicas da construção enxuta é o "alto custo de consultoria e/ou implantação", sendo apontada por 100% das empresas. Em seguida, "falta de qualificação dos trabalhadores para implementar" e "falta de conhecimento das ferramentas e técnicas" estão em segundo lugar como principais barreiras, sendo apontadas por 56% e 44% das empresas, respectivamente. As barreiras "falta de capacitação da gerência para implementar" e "alta rotatividade de trabalhadores e/ou gerentes" constituem as barreiras menos citadas (ambas com 22%).

Por fim, uma parte do questionário foi destinada às empresas que utilizam os princípios da filosofia da construção enxuta, e não apenas algumas técnicas e ferramentas isoladamente. Somente a construtora C5 relatou aderir a filosofia *lean* em toda empresa há 2 anos, cujos princípios adotados são: reduzir o tempo de ciclo, manter um equilíbrio entre melhorias dos fluxos e conversões e introduzir a melhoria contínua no processo.



Discussão dos Resultados

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitiram verificar que as construtoras investigadas são, em sua maioria, pequenas e microempresas, tendo entre três a mais de trinta anos de atuação no mercado. Em relação aos métodos de gestão adotados por estas construtoras, observou-se a baixa adoção de métodos estruturados e tecnologias para gestão das obras. Isso pode ser parcialmente explicado pelas próprias características da construção civil que tornam seu processo de gestão mais complexo, tais como as mencionadas por Santos (1999): produto final da construção tem espaço físico imóvel e grande; estações de trabalho movendo-se em torno de um produto fixo; produto único geralmente sob encomenda; clientes com pouca experiência; alto custo de projeto; longo período para projetar; alta parcela de subcontratados. Adicionalmente, Nery, Júnior e Zattar (2018) destacam que o uso das ferramentas e conceitos *lean* em obras é recente se comparado com seu uso na manufatura, e ainda não há a mesma consistência conceitual e metodológica, o que é natural dado o pouco tempo desse uso. Ainda, é possível observar que a maioria das construtoras estudadas são pequenas e microempresas, geridas pelos próprios proprietários que realizam diversas funções. Assim, devido ao excesso de atividades, seus gestores não têm tempo para elaborar um planejamento e controle de obras estruturado, sendo este, muitas vezes, baseado em suas próprias experiências profissionais. Por outro lado, nas empresas de maior porte, foi possível observar um planejamento um pouco mais estruturado, devido a existência de um maior número de colaboradores e de formações diversas, o que acaba agregando saberes de diferentes áreas de conhecimento. Baseado nos resultados obtidos, foi possível também verificar que embora ferramentas e técnicas *lean* estejam sendo utilizadas nas construtoras investigadas, não são práticas implementadas dentro de uma filosofia da construção enxuta. Muitas das práticas são adotadas pelas construtoras de maneira isolada e intuitiva, sem fazer parte de planejamento estruturado ou uma filosofia gerencial na empresa, tal como a filosofia *lean*.

Com base na análise das ferramentas e técnicas mais utilizadas pelas construtoras investigadas, foi possível constatar que as mais utilizadas (de forma isolada em partes da empresa ou completa) nas construtoras investigadas são Trabalho Padronizado, 5S e *just in time*. Esse resultado corrobora com a pesquisa feita pela Confederação Nacional da Indústria - CNI (2019) na indústria da construção civil brasileira, realizado com 443 empresas em 2018 e publicado em 2019. De acordo com esse estudo, as duas ferramentas mais utilizadas também eram o 5S e o Trabalho Padronizado. Acredita-se que estas duas sejam as mais utilizadas no Brasil devido à maior facilidade de adoção e disseminação nos programas de qualidade. Porém, em relação à revisão sistemática da literatura internacional realizada por Ferreira et al. (2020) e utilizada como referência nessa pesquisa, *last planner system* foi a técnica mais citada na revisão e uma das menos conhecidas pelas construtoras entrevistadas nesta pesquisa,

não sendo utilizado por nenhuma delas. Acredita-se que isto pode ser explicado por ser uma ferramenta que surgiu em 1992 e começou a ter maior disseminação somente após 1998 (Ballard & Howell, 2003). Além disso, sua aplicação requer que fatores críticos relevantes e evidenciados por Khan e Kim (2016) sejam avaliados, quais sejam: necessidade do envolvimento de muitas partes no projeto durante a implementação, especialmente subcontratados e fornecedores; comunicação e transparência entre os participantes do processo; administração eficiente das informações necessárias para gerar um “ciclo de aprendizado” e tomar ações corretivas e comprometimento excessivo com o trabalho. Como foi detalhado por alguns entrevistados, há uma grande rotatividade de mão de obra e terceirização, o que pode dificultar esse processo. Adicionalmente, grande parte da gestão é realizada por um ou por poucos colaboradores, que executam várias atividades na empresa e muitas vezes não possuem tempo para estudar a aplicação de um sistema complexo como o LPS.

Por fim, cabe destacar que dentre os principais motivos que levaram as empresas investigadas a adotar ferramentas da construção enxuta estão o aumento da produtividade e redução de desperdícios. Porém, as principais barreiras à adoção das ferramentas e práticas associadas a uma filosofia enxuta em toda empresa foram: o alto custo de consultoria e/ou implantação; a falta de conhecimento sobre a filosofia; falta de qualificação dos funcionários e gestores para implementação da mesma, bem como a alta rotatividade de trabalhadores e/ou gerentes neste setor.

Considerações Finais

Essa pesquisa buscou investigar quais princípios e técnicas de gestão da construção, com ênfase na filosofia *Lean Construction* (construção enxuta), são adotados em empresas do setor da construção civil em uma cidade do interior de Minas Gerais. Para tanto, foram realizados estudos de casos em nove construtoras por meio de aplicação de entrevistas semiestruturadas, em que foi possível identificar e apresentar os principais métodos de gestão da construção, bem como as práticas e ferramentas da filosofia enxuta adotadas por elas. Adicionalmente, as principais motivações e barreiras à adoção da construção enxuta nestas empresas foram apresentadas.

Como limitações deste trabalho, é possível destacar a dificuldade inicial no processo de triagem e identificação das construtoras presentes na cidade e foco deste trabalho. Conforme já mencionado, a listagem inicial fornecida pelo CREA-MG continha o registro de todas as empresas que atuavam nas mais diversas áreas da construção civil (tais como estudos geológicos, sistemas de segurança eletrônico, urbanização, mineração, dentre outros), não especificando quais delas atuavam como construtoras. Adicionalmente, o contato com as empresas selecionadas, bem como a realização das entrevistas e coleta de dados se tornou ainda mais difícil devido ao isolamento social imposto pela pandemia da COVID-19, sendo necessário realizá-las de maneira remota.



Como contribuição teórica deste trabalho, destaca-se o levantamento de relevantes referências bibliográficas sobre o tema construção enxuta, bem como a identificação das principais ferramentas e práticas associadas à filosofia enxuta na literatura nacional e internacional.

Como contribuição prática, este trabalho permitiu identificar os métodos de gestão adotados em construtoras brasileiras, sobretudo, micro e pequenas empresas, bem como as práticas *lean* adotadas pelas mesmas. Adicionalmente, foi possível também identificar as principais motivações e barreiras à adoção da filosofia enxuta nestas construtoras. Estes resultados são de suma importância, no intuito de identificar lacunas de pesquisas sobre o tema, barreiras e oportunidades para adoção da construção enxuta nestas construtoras, o que pode contribuir significativamente para melhoria e desenvolvimento social do setor da construção civil no Brasil.

Cabe ainda ressaltar que apesar dos possíveis benefícios da construção enxuta destacados, as construtoras nem sempre têm o conhecimento destes benefícios e a lucratividade que esta filosofia pode trazer. Assim, conforme já mencionado, a falta de conhecimento e capacitação de gestores e funcionários estão entre as principais barreiras à adoção da construção enxuta nas empresas pesquisadas.

Neste sentido, pesquisas adicionais que possam disseminar o conhecimento da filosofia *lean*, bem como os benefícios de sua aplicação são de suma importância para motivar funcionários e colaboradores à adoção desta filosofia. Adicionalmente, pesquisas que possam auxiliar em um melhor entendimento, aprendizado e treinamento dos funcionários sobre a cultura e práticas enxutas podem auxiliar na sua implementação de maneira bem-sucedida. Ainda, uma análise aprofundada das barreiras para uma adequada implantação das técnicas enxutas nas empresas da construção civil pode ser usada para auxiliar profissionais, construtoras e pesquisadores da indústria civil a focar esforços nas questões necessárias para o desenvolvimento de estratégias apropriadas para superar os desafios.

Por fim, ressalta-se também a necessidade de estudos mais aprofundados sobre a disseminação e aplicação das ferramentas, técnicas e práticas da filosofia *lean* nas empresas do setor da construção civil no Brasil. Dentre estas, destacam-se pesquisas sobre as ferramentas *last planner system*, BIM e *poka-yoke*, que estão dentre as mais citadas na sistemática da literatura internacional apresentadas por Ferreira et al. (2020) e que ainda são pouco adotadas no Brasil.

Referências

Abd Jamil, A. H., & Fathi, M. S. (2016). The integration of lean construction and sustainable

construction: A stakeholder perspective in analyzing sustainable lean construction strategies in Malaysia. *Procedia Computer Science*, 100, 634-643.

<https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.09.205>

- Alvarenga, T. W., da Silva, E. N., & de Brito Mello, L. C. B. (2017). BIM and lean construction: the evolution obstacle in the Brazilian civil construction industry. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 7(5), 1904-1908. <https://doi.org/10.48084/etasr.1278>
- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679-695. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>
- Bajjou, M. S., Chafi, A., & En-Nadi, A. (2017). A comparative study between lean construction and the traditional production system. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 29, 118-132. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.29.118>
- Ballard, G., & Howell, G. (2003). An update on last planner. In: *Proc., 11th Annual Conf., International Group for Lean Construction*, Blacksburg, VA, USA.
- Barth, K. B., & Formoso, C. T. (2020). Requirements in performance measurement systems of construction projects from the lean production perspective. *Frontiers of Engineering Management*, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s42524-020-0108-2>
- Bertelsen, S., & Koskela, L. (2004, july). Construction Beyond Lean: A new understanding of Construction Management. In: *Conference in the international group for lean construction*, 12. *Anais [..]*, Elsinore, Dinamarca.
- Borges, J. F. B. (2013). Gestão de projetos na construção civil. *Revista Especialize On-line Ipog, Goiânia*, 1(5), 1-16.
- Borges, M. L. C. (2018). *A aplicação da filosofia Lean Construction em empresas baianas: um estudo comparativo com o cenário brasileiro*. p. 88. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia.
<https://repositorio.ufba.br/handle/ri/25940>
- Brioso, X. (2015). Teaching lean construction: Pontifical Catholic University of Peru training course in lean project & construction management. *Procedia Engineering*, 123, 85-93.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.10.062>
- Carvajal-Arango, D., Bahamón-Jaramillo, S., Aristizábal-Monsalve, P., Vásquez-Hernández, A., & Botero,



- LFB. (2019). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1322-1337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.216>
- Confederação Nacional da Indústria. (2019). *Sondagem especial*. Ano 19, n. 72 – Brasília. Disponível: <https://fiea.org.br/public/documentos/72sondespecialproducaoenxutanaindustriadaconstrucaobrasileira-abril2019.pdf>. Acesso em: 25 de agosto de 2019.
- Covello, T. M. (2017). *Implantação de sistema de produção ritmada em obra de infraestrutura*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. <https://doi.org/10.11606/D.3.2018.tde-27042018-091442>
- De Filippi, G. A. (2017). *Método para planejamento da produção e gestão de prazos de empreendimentos imobiliários*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18072017-110219/pt-br.php>
- El-Sabek, L. M., & McCabe, B. Y. (2018). Framework for managing integration challenges of last planner system in IMPs. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(5), 04018022. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001468](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001468)
- Enshassi, A., Saleh, N., & Mohamed, S. (2019). Application level of lean construction techniques in reducing accidents in construction projects. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 24(3), p. 274-293. <https://doi.org/10.1108/JFMPC-08-2018-0047>
- Euphrosino, C. A., Pimentel, L. L., Camarini, G., Ortigara, Y. V. B., Ruiz, P. V., & Fontanini, P. S. P. (2019). Mapeamento do processo produtivo e construtivo de alvenaria de tijolo de solo-cimento para habitação de interesse social. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 24(4). <https://doi.org/10.1590/S1517-707620190004.0848>
- Formoso, C. T. (2009). *Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos*. Núcleo orientado para Inovação da Edificação, UFRGS.
- Formoso, C.T., Bernardes, M.M.S., Oliveira, F.L.M., & Oliveira, K.A. (1999). *Termo de referência para o*

processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras. Porto Alegre: NORIE/UFRGS/SINDUSCON/SP

Ferreira, K.A., Fiuza, G.C.P., & Oliveira, P.C.L. (2020). Uma revisão sistemática sobre ferramentas e técnicas adotadas na construção enxuta. *Anais do XL Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, ENEGEP Web Brasil, 40.

Howell, G., Ballard, G., & Demirkesen, S. (2017, July). Why lean projects are safer. *In Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Heraklion, Greece, 4-12.

Khanh, H. D., & Kim, S. Y. (2016). A Survey on Production Planning System in Construction Projects Based on Last Planner System. *Journal of Civil Engineering*, 20(1), 1-11.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1998\)124:1\(11\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:1(11))

Khodeir, L.M. & Othman, R. (2016). Examining the interaction between lean and sustainability principles in the management process of AEC industry. *Ain Shams Engineering Journal*, 9(4), 1627-1634. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2016.12.005>

Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. 72. Stanford: Stanford University.

Koskela, L., Ferrantelli, A., Niiranen, J., Pikas, E., & Dave, B. (2019). Epistemological explanation of lean construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(2), 04018131.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001597](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001597)

Kotler, P. (2000). *Administração de Marketing: A Edição do Novo Milênio*. 10ª ed. São Paulo, Prentice Hall.

Lehtovaara, J., Seppänen, O., and Peltokorpi, A. (2019). Improving the Learning of Design Management Operations by Exploiting Production's Feedback: Design Science Approach. In: Proc. 27th Annual Conference of the International. Group for Lean Construction (IGLC), Pasquire C. and Hamzeh F.R. (ed.), Dublin, Ireland, p. 25-36. DOI: <https://doi.org/10.24928/2019/0143>.
Available at: www.iglc.net

- Liu, J., & Shi, G. (2017). Quality control of a complex lean construction project based on KanBIM technology. *EURASIA. Journal of mathematics, science and technology education*, 13(8), 5905-5919. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01039a>
- Lorenzon, I. A., & Martins, R.A., (2006). Discussão sobre a medição de desempenho na Lean Construction. In: SIMPEP, 13, 1-10, Bauru, SP. *Anais [...]*. UNESP, Bauru, SP. Disponível: http://www.simpep.feb.unesp.br/anais/anais_13/artigos/505.pdf. Acesso em: 25 abril 2019.
- Magalhães, R. M., Mello, L. C. B. D. B., & Bandeira, R. A. D. M. (2015). Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro. *Gestão & Produção*, 25(1), 44-55. <https://doi.org/10.1590/0104-530X2079-15>
- Majava, J., Haapasalo, H., & Aaltonen, K. (2019). Elaborating factors affecting visual control in a big room. *Construction Innovation*, 19(1), 34-47. <https://doi.org/10.1108/CI-06-2018-0048>
- Memon, A.H., Akhund, M.A., Laghari, A.N., Imad, H.U., & Bhangwar, S.N. (2018). Capacidade de adoção de técnicas de construção enxuta na indústria de construção do Paquistão. *Civil Engineering Journal*, 4 (10), 2328-2337. <http://dx.doi.org/10.28991/cej-03091162>
- Nery, V.F.S.O., Junior, R. M., & Zattar, I. C. (2018). Produção Enxuta e Construção Enxuta: um paralelo entre técnicas. *Exacta*, 16(3), 1-15. <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v16n3.7287>
- Perez, A. M., & Ghosh, S. (2018). Barriers faced by new-adopter of Last Planner System®: a case study. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 25(9), 1110-1126. <https://doi.org/10.1108/ECAM-08-2017-0162>
- Ribeiro, V. (2015). *Logística, sistema Toyota de produção e suas implicações na construção civil*. Appris Editora e Livraria Eireli-M.
- Saini, M., Arif, M., & Kulonda, D. J. (2017). Critical factors for transferring and sharing tacit knowledge within lean and agile construction processes. *Construction Innovation*, 18(1), 64-89. <https://doi.org/10.1108/CI-06-2016-0036>
- Santos, A. dos. (1999). *Application of flow principles in the production management of construction sites*. Tese de Doutorado. Universidade de Salford. <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/2231>

- Sarhan, J. G., Xia, B., Fawzia, S., & Karim, A. (2017). Lean construction implementation in the Saudi Arabian construction industry. *Construction Economics and Building*, 17(1), 46-69.
<http://dx.doi.org/10.5130/AJCEB.v17i1.5098>
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2017). *Qual a receita bruta e o número de empregados para MEI, ME e EPP?* Disponível em: <https://blog.sebrae-sc.com.br/numero-de-empregados-receita-bruta-para-mei-me-epp/> Acesso em: 08 jul. 2020.
- Tezel, A., Koskela, L., & Aziz, Z. (2018). Current condition and future directions for lean construction in highways projects: A small and medium-sized enterprises (SMEs) perspective. *International Journal of project management*, 36(2), 267-286.
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.10.004>
- Tezel, A., Taggart, M., Koskela, L., Tzortzopoulos, P., Hanahoe, J., & Kelly, M. (2020). Lean construction and BIM in small and medium-sized enterprises (SMEs) in construction: a systematic literature review. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 47(2), 186-201. <https://doi.org/10.1139/cjce-2018-0408>
- Vieira, H. F. (2006). *Logística aplicada à construção civil: como melhorar o fluxo de produção nas obras*. 1ª ed. São Paulo: Pini.
- Wu, X., Yuan, H., Wang, G., Li, S., & Wu, G. (2019). Impacts of Lean Construction on Safety Systems: A System Dynamics Approach. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 221. <https://doi.org/10.3390/ijerph16020221>
- Yin, R. K. (2001). *Estudo de Caso: Planejamento e métodos*. (2ª ed.). Bookman editora.
- Zhang, L., & Chen, X. (2016). Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in lean construction. *Procedia Engineering*, 145, 1267-1274.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.163>