



## CONSTRUÇÃO ENXUTA EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES: AVALIAÇÃO E SUGESTÕES

### LEAN CONSTRUCTION IN BUILDING WORKS: EVALUATION AND SUGGESTIONS



**José Ari Póvoas Souto Filho**

Mestre em Engenharia Civil

Universidade de Pernambuco – UPE.

Recife, Pernambuco – Brasil.

[japsf\\_pec@poli.br](mailto:japsf_pec@poli.br)



**Alberto Casado Lordsleem Júnior**

Doutor em Engenharia Civil

Universidade de Pernambuco – UPE.

Recife, Pernambuco – Brasil.

[acasado@poli.br](mailto:acasado@poli.br)



**Joaquin Humberto Aquino Rocha**

Mestre em Engenharia Civil

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

Rio de Janeiro, Rio de Janeiro – Brasil.

[joaquin.rocha@coc.ufrj.br](mailto:joaquin.rocha@coc.ufrj.br)

#### Resumo

A construção enxuta é uma filosofia de gestão recorrente às empresas construtoras com a intenção de reduzir custos, obter ganhos de produtividade e satisfazer as necessidades dos clientes. Com base neste contexto, este artigo tem como objetivo avaliar a aplicação dos princípios e práticas da construção enxuta em empresas construtoras da Região Metropolitana do Recife. As melhores experiências são identificadas a fim de sugeri-las na implementação em obras futuras. A metodologia adotada contemplou a realização de estudo de caso múltiplo, sobre três empresas distintas, por meio de entrevistas, observação direta, análise de documentação, e de um questionário, desenvolvido pelos autores, que estratifica o desempenho das construtoras em q níveis (A, B, C e D). Os resultados indicaram o desempenho na aplicação dos princípios e práticas desta filosofia na Empresa 01 de 87% (Nível A), Empresa 02 de 57% (Nível C), e Empresa 03 de 79% (Nível B). A análise destes resultados esclareceu em que etapa está o avanço desta filosofia nas construtoras, onde a Empresa 01 apresentou sistema de gestão enxuta consolidado e pronto para colher mais benefícios, a Empresa 02 com dificuldades em manter a filosofia, limitando-se ao uso de práticas isoladas, e a Empresa 03 apresentando conhecimento enxuto, porém ainda não estável. As principais contribuições deste trabalho consistiram na definição das melhores práticas enxutas para posteriores aplicações, entre estas o mapeamento do fluxo de valor e gestão visual.

**Palavras-chave:** Mentalidade enxuta. Sistema toyota de produção. Gestão na construção. Obras. Edificações. Construção civil.

#### Abstract

Lean construction is a management philosophy recurring to construction companies with the intention of reducing costs, obtaining productivity gains, and satisfying customer needs. The objective of the present work is to evaluate the application of the principles and practices of lean construction to construction companies in the Metropolitan Region of Recife. The best experiences were identified to suggest them for implementation in future works. The adopted methodology contemplated the accomplishment of a multiple case study, on three different companies, through interviews, direct observation, analysis of documentation, and of a questionnaire, developed by the authors, which stratifies the performance of the construction companies in q levels (A, B, C and D). The results indicated the performance in the application of the principles and practices of this philosophy in Company 01 of 87% (Level A), Company 02 of 57% (Level C), and Company 03 of 79% (Level B). The analysis of these results clarified at what stage is the advancement of this philosophy in the construction companies, where Company 01 presented a lean management system consolidated and ready to reap more benefits, Company 02 having difficulties in maintaining the philosophy, limiting itself to the use of practices isolated, and Company 03 presenting lean knowledge, but not yet stable. The main contributions of this work consisted in the definition of lean best practices for later applications, including value stream mapping and visual management.

**Keywords:** Lean thinking. Toyota production system. Construction management. Buildings. Construction.

#### Cite como

*American Psychological Association (APA)*

Souto Filho, J. A. P., Lordsleem Júnior, A. C., & Rocha, J. H. A. (2022, set./dez.). Construção enxuta em obras de edificações: avaliação e sugestões. *Revista de Gestão e Projetos (GeP)*, 13(3), 117-148. <https://doi.org/10.5585/gep.v13i3.22766>.

## 1 Introdução

O dinamismo dos mercados e o alto nível de competitividade imposto às organizações têm exigido melhorias e atualizações constantes para tornar viável sua permanência no mercado. As empresas precisam oferecer melhores produtos, associados com a melhoria da qualidade, com preços compatíveis com os atributos percebidos como diferenciados pelos consumidores, além de gerar retornos compensadores aos acionistas e proprietários da empresa (Beuren *et al.*, 2014).

No caso das empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), relata-se uma rápida expansão, mas com baixo lucro, o que se deve a métodos de gestão inadequados e tecnologia insuficiente (Xing *et al.*, 2021). Tal situação tem levado as empresas brasileiras do setor da construção a buscar maior desempenho em suas estruturas organizacionais, seja por meio de inovações ou pela implementação de sistemas integrados de gestão (Krainer *et al.*, 2013; Nagano *et al.*, 2014).

Neste cenário, a mentalidade enxuta (*Lean Thinking*) aparece como uma filosofia de gestão com a intenção de reduzir custos e obter ganhos de produtividade. Este conceito foi concebido para um ambiente da indústria de manufatura (Bastos *et al.*, 2017). No entanto, a partir de 1992, muito desta filosofia se pôde interpretar e aplicar na construção civil, surgindo a construção enxuta (*Lean Construction - LC*) (Soares *et al.*, 2018).

Vale destacar que a construção civil é caracterizada por altos índices de desperdício, produtos com baixa qualidade, grande ocorrência de patologias construtivas, processos ineficientes e ineficazes. Com base neste contexto, pode-se dizer que aplicação das ideias advindas da filosofia *lean* mostram-se como um campo promissor aos resultados (Aziz e Hafez, 2013).

Algumas avaliações foram realizadas com o intuito de verificar a real utilização dos princípios da LC. Kurek (2005) avaliou as oportunidades de melhorias no processo de produção por meio da introdução dos princípios da LC, com o uso de ferramentas como o PCP e programa 5s; no entanto, a análise de uma única empresa foi realizada. Barros (2005) avaliou o grau de aplicação da LC em empresas de construção civil, onde destaca-se que ainda continua-se construindo de maneira tradicional, contudo existe uma busca de melhoria contínua através de processos mais racionalizados de produção. Carvalho (2008) avaliou o estado atual de empresas construtoras em relação aos conceitos da LC. Não obstante, a pesquisa limitou-se a somente validar uma metodologia de avaliação, sem oferecer recomendações para futuras implantações.

Etges (2012) desenvolveu um protocolo de auditoria de práticas da LC por meio de um estudo de caso, mas não foi considerada uma análise conceitual entre as práticas identificadas.

Os escopos e as limitações dos trabalhos citados (Kurek, 2005; Barros, 2005; Carvalho, 2008; Etges, 2012), contribuíram para o reconhecimento da importância da presente pesquisa, cujo objetivo é avaliar a aplicação dos princípios e práticas da construção enxuta em empresas construtoras da Região Metropolitana do Recife (RMR). Para tanto, a pesquisa seguiu pela estratégia de condução de múltiplos casos, tendo-a como referência para identificar as melhores práticas e propô-las como sugestões para a implementação em futuras empresas. Inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico, onde foram definidos os 11 princípios e 41 práticas da LC de acordo com os trabalhos de Koskela (1992) e Oliveira (2013), respectivamente. A coleta de dados foi por meio de um questionário, principalmente, além de observação direta e análise de documentos. Três empresas da RMR foram selecionadas e caracterizadas para a análise, comparação e identificação das práticas da LC.

Neste contexto, as principais contribuições deste artigo consistem na definição das melhores práticas enxutas para posteriores aplicações, tendo ainda como produto uma metodologia de avaliação e monitoramento da aplicação dos princípios e práticas da Construção Enxuta (LC). Os resultados estão relacionados à superação dos desafios da construção civil, principalmente nas empresas construtoras do Brasil, uma vez que compartilham o mesmo contexto, além que as práticas identificadas visam aumentar a produtividade, reduzir os desperdícios e mitigar os impactos ambientais.

## 2 Referencial teórico

A busca por eficientes modelos de gestão da produção visa a melhoria da organização; o aumento da produtividade e do nível de produção; a ampliação do conhecimento e a introdução de inovações tecnológicas como solução à complexidade dos novos projetos; atendimento às exigências relativas ao desempenho, e à sustentabilidade das edificações (Lordsleem Jr., 2010). Neste cenário, a mentalidade enxuta aparece como uma filosofia de gestão com a intenção de reduzir custos e obter ganhos de produtividade (Womack & Jones, 1997).

A mentalidade enxuta originou-se do Sistema Toyota de Produção (STP), e foi adotada visando caracterizar o novo paradigma entre a produção em massa e esta nova forma de produção, onde buscava-se reduzir esforços e aumentar a produção a partir de uma maior

produtividade, em contraste da produção desenfreada na busca pela economia em escala (Picchi, 2003; Jacoski, 2016). As práticas disseminadas pelo STP foram originalmente concebidas para o ambiente fabril, porém, as abordagens têm sido disseminadas para todas as áreas da empresa, como administrativa, financeira, desenvolvimento de software, contábil e ramos de atividades diversos como empresas prestadoras de serviços (Ahlstrom, 2004). A aplicação da filosofia da mentalidade enxuta é de grande abrangência, contudo foi com Womack e Jones (1997), que seu foco se voltou também na gestão empresarial e no conceito de liderança, sendo desde então aplicado como filosofia de gestão baseada na criação de valor através de eliminação do desperdício.

Na busca de se eliminarem os desperdícios, considerado como um dos pontos basilares dentro da conceptualização do *lean*, Taiichi Ohno, líder do desenvolvimento do STP, identificou sete tipos de desperdícios durante o processo de produção: superprodução, espera, transporte, processamento desnecessário, estoque, movimento e defeitos. Estes desperdícios são responsáveis por até 95% do total de custos de ambientes não enxutos, e ainda podem ser subdivididos em dois grupos: atividades que não agregam valor, porém necessárias, e atividades que não agregam valor e podem ser eliminadas imediatamente (Kurek, 2005; Ohno, 2011; Rezende *et al.*, 2012).

Com o objetivo de eliminar estas atividades que não agregam valor, práticas são utilizadas e algumas já consagradas pela mentalidade enxuta. Dentre estas pode-se citar o *kanban*, sistema de cartões usados na produção; o *just in time*, baseado na produção na quantidade certa, no momento oportuno e sem utilizar estoques; 5S, utilizado para a organização e limpeza do ambiente de trabalho; *poka-yoke*, uso de dispositivos que impedem erros (Koskela, 1992). Neste sentido, quando o conceito da mentalidade enxuta é introduzido em um setor tão complexo e diversificado como o da construção civil, aparecem inúmeras oportunidades inexploradas de melhoria, surgindo assim um novo conceito denominado construção enxuta (LC) (Pfaffenzeller *et al.*, 2015).

A LC surge nos anos 1990 com Lauri Koskela, o qual descreveu-a em seu trabalho “*Application of the new production philosophy in the construction industry*” (1992). O pesquisador buscou adaptar a filosofia da produção enxuta de essência manufatureira para o setor da construção. Neste relatório, Koskela (1992) identifica as principais deficiências deste sistema. Observa que, a principal falha do sistema é a desconsideração das ações que formam o fluxo físico entre as atividades de conversão (Vivan *et al.*, 2010).

O modelo de processo da LC, proposto por Koskela (1992), assume que um processo consiste em um fluxo de materiais e informação, desde a matéria-prima até ao produto, que é constituído por atividades de transporte, espera, processamento (ou conversão) e inspeção. As atividades de transporte, espera e inspeção não acrescentam valor ao produto, sendo por isso denominadas atividades de fluxo. O cerne desta filosofia está na observação de que há dois aspectos comuns em todos os sistemas de produção: conversões e fluxos. Enquanto todas as atividades demandam custo e consomem tempo, apenas atividades de conversão adicionam valor ao material ou a parte da informação que está sendo transformada em produto. Melhorias sobre atividades de fluxo não agregam valor, assim, deve-se focar em reduzi-las ou eliminá-las, ao passo que as atividades de conversão devem se tornar mais eficientes (Koskela, 1997). Como forma de contextualização dessa forma “enxuta” de enxergar o processo da construção civil, Koskela (1992) propôs 11 princípios básicos desta filosofia de produção ilustrados na Tabela 1.

**Tabela 1.**

*Princípios da Construção Enxuta*

N	Princípios	Finalidade
1	Redução da parcela de atividades que não agregam valor	Eliminar atividades de fluxo, ou seja, aquelas que não agregam valor ao produto
2	Considerar as necessidades dos clientes	Identificar os requisitos dos clientes internos e externos, e transmiti-los à concepção do produto e a gestão do processo, a fim de adicionar valor ao produto.
3	Reduzir a variabilidade	Aproximar as complexas atividades da construção àquelas atividades de manufatura, onde com uma maior padronização tem-se maior facilidade na implementação de melhorias.
4	Reduzir o tempo de ciclo	Sincronizar tarefas e ditar um ritmo para que haja a redução de espera por tarefas precedentes.
5	Reduzir o número de passos ou partes	Enxugar processos por meio de novas tecnologias ou procedimentos, facilitando e reduzindo o tempo de execução.
6	Aumentar flexibilidade de saída	Gerar valor junto ao cliente, possibilitando mudanças rápidas no produto para satisfazer as exigências do consumidor, sem, no entanto, comprometer a eficiência e os custos previstos.
7	Aumentar a transparência do processo	Tornar as informações mais acessíveis, facilitando os trabalhos.
8	Foco do controle no processo global	Possibilitar uma visão mais ampla do percurso do produto até chegar ao consumidor final. Esta visão macro permite a identificação de desvios acentuados sobre a cadeia de valor que venham a interferir de forma acentuada no prazo de entrega da obra. Além disso avalia se as melhorias pontuais serão benéficas ao processo como um todo.

N	Princípios	Finalidade
9	Introduzir melhoria contínua no processo	Redução de perdas e aumento do valor na gestão de processos.
10	Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	Encontrar a melhor forma de agregar valor, seja pelas melhorias de fluxo ou conversão
11	Benchmarking	Processo contínuo e sistemático que permite a comparação das performances das organizações e respectivas funções ou processos face ao que é considerado "o melhor nível".

**Fonte:** Baseado em Koskela (1992).

Atingir o nível de produção enxuta é um processo que exige incrementos de melhoria contínua para otimizar a produção. Para isso, as empresas podem empregar diferentes práticas enxutas para reduzir as perdas em suas atividades (Karim & Arif-Uz-Zaman, 2013).

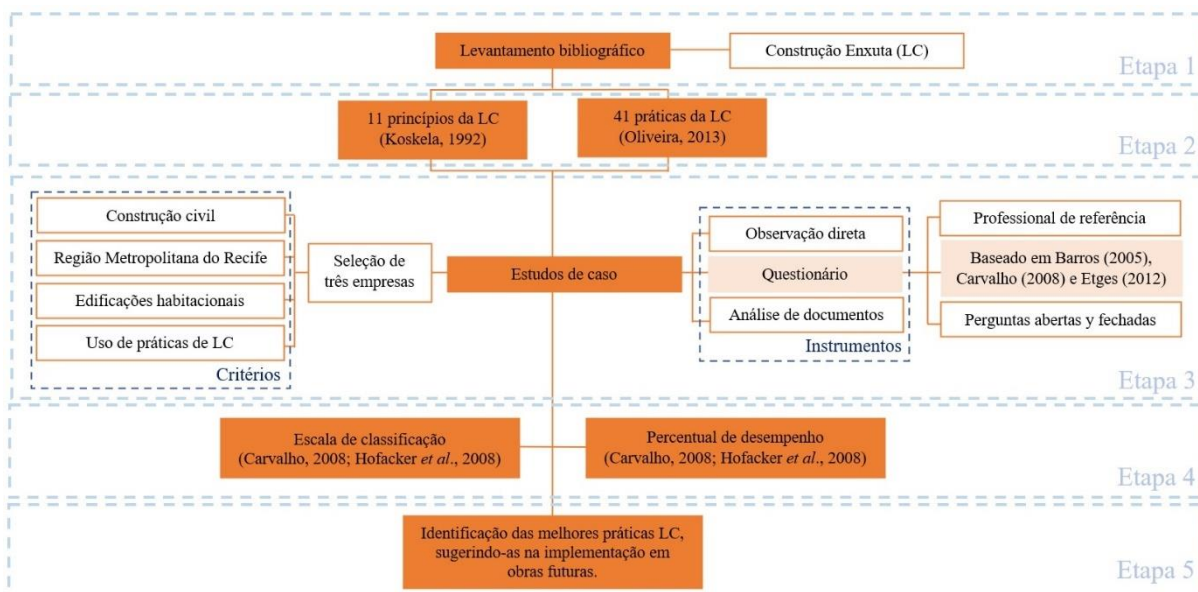
### 3 Procedimentos metodológicos

Este estudo propôs-se a verificar o estágio de aplicação de princípios e práticas da LC em construtoras da Região Metropolitana do Recife (RMR), com base na interpretação das pessoas envolvidas e das evidências constatadas *in loco*, conclui-se que o método de procedimento mais adequado para esta pesquisa é o estudo de caso. O estudo de caso é definido como uma estratégia de pesquisa que envolve uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo fundamental, dentro de um contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência (Robson, 1998).

Diante de uma realidade onde a maioria das experiências de implementação da construção enxuta, são utilizadas práticas isoladas em cada obra, descarta-se a utilização de caso único, optando-se nesta pesquisa, o método de estudo de casos, onde é possível maior abrangência do estudo, comparação entre os casos e a replicação (Yin, 2015). A Figura 1 resume os procedimentos metodológicos utilizados no presente estudo.

**Figura 1.**

*Metodologia da Pesquisa*



Fonte: Os autores.

Portanto, para o desenvolvimento desta pesquisa, as etapas descritas adiante foram estabelecidas:

- Etapa 01 - levantamento bibliográfico: identificando a literatura sobre mentalidade enxuta, e LC, por meio de consulta em artigos de periódicos, congressos, institutos de pesquisa e associações de construção, dissertações e teses;
- Etapa 02 – definição dos elementos de caracterização dos princípios e das práticas que norteiam a construção enxuta e da metodologia de coleta de dados: questionário para a realização das entrevistas e definição da metodologia de coleta;
- Etapa 03 – pesquisa de campo: caracterização da construção enxuta em 3 (três) empresas de construção para a análise, a comparação, e a identificação das melhores práticas.
- Etapa 04 - caracterização das melhores práticas: descrição das melhores práticas observadas nas empresas e no levantamento bibliográfico realizado;
- Etapa 05 – sugestões para implantação do *lean* em obras futuras.

Sendo assim, esta pesquisa foi realizada com base em uma análise descritiva, e como estratégia a utilização de estudos de caso múltiplos, buscando caracterizar as empresas em

análise, pela avaliação dos conceitos *lean* apresentados, princípios e práticas, a fim de que possa identificar benefícios reais tanto ao processo quanto ao produto.

### 3.1 Seleção das empresas

Para realização dos estudos de caso, foram selecionadas 3 (três) empresas, cujos critérios foram: estar inseridas na cadeia produtiva da construção civil como construtora, e com tipo de obra de edificações habitacionais na RMR; constar como empresa que utilizam as práticas da construção enxuta em publicação como artigo, dissertação, tese, reportagem em revista especializada, com participação em workshop ou seminário relacionado com o tema, ou que possuam profissionais de referência na área.

Selecionadas as empresas, o próximo passo consistiu em realizar uma correta avaliação do estado atual de aplicação da construção enxuta nas empresas analisadas. Diante disso, buscou-se identificar de forma transversal a cultura *lean* dentro de cada empresa, ou seja, considerando não só a utilização de práticas enxutas aplicadas, como também o desenvolvimento dos princípios no interior da empresa.

### 3.2 Instrumentos de recollecção de dados

Yin (2015) recomenda a utilização de várias fontes de evidência, permitindo com isto que os dados possam ser comparados, verificando-se se está ocorrendo uma convergência entre os fatos - triangulação. Os instrumentos utilizados foram: questionário, observação direta e análise de documentos (fornecidos pelas empresas estudadas). Por meio de visitas *in loco* às construtoras, foram realizadas entrevistas para preenchimento do questionário, onde os autores anotaram as respostas do entrevistado. Posteriormente, as respostas foram transcritas para um arquivo *excel* para sua respectiva tabulação e análise.

O respondente do questionário em cada empresa foram pessoas que participaram do processo de implantação e/ou que utilizaram a construção enxuta como forma de organização e administração da produção. Na estrutura hierárquica das empresas, são gerentes, supervisores, engenheiros de obra ou da qualidade. Buscou-se identificar um profissional que sirva de referência da construção enxuta em “nível de escritório” e em “nível de canteiro de obra”.

O questionário foi o principal instrumento de coleta. Os autores foram apenas observadores, coletando as informações sem ter vínculo com as empresas estudadas. Nesta pesquisa, foi adotado um questionário misto, isto é, com perguntas abertas e fechadas. A fim



de obter as vantagens referente a ambas, ao passo que nas questões abertas consegue-se (Gil, 2008): pensamento livre e originalidade; respostas mais representativas e fiéis da opinião do inquirido, e levar o inquirido a concentrar-se mais sobre a questão. Já nas questões fechadas obtém-se: rapidez e facilidade de resposta; maior uniformidade, celeridade e simplificação na análise das respostas, e facilita a categorização das respostas para posterior análise. Este questionário foi elaborado com base na revisão de literatura tendo como base artigos com expertise *lean* e os seguintes trabalhos:

- Barros (2005) concluiu que, nas empresas pesquisadas os princípios da LC são atendidos parcialmente, devido a dois fatores principais, sendo um deles as organizações que são ainda ordenadas com hierarquia do tipo pirâmide, ou seja, de uma líder no topo e os demais apenas seguem essas orientações, e o outro fator é a dificuldade de uma metodologia a seguir.
- Carvalho (2008) desenvolveu uma metodologia de avaliação do estado atual das empresas em relação aos conceitos da LC que é dada por meio de um gráfico de simples interpretação de pontos fortes e pontos fracos, compilado a partir da realização de entrevistas com questionários diferenciados para seis categorias distintas: diretoria, engenharia, operários, fornecedores, projetistas e clientes. A aplicação dos questionários é feita por um consultor externo à empresa.
- Etges (2012) desenvolveu um protocolo de auditoria do uso de práticas da LC ao longo de etapas: (a) uma revisão da literatura para identificar categorias de práticas da LC; (b) definição de fontes de evidência para avaliar o uso de cada categoria de prática; e (c) aplicação do protocolo a um empreendimento da construção civil, a fim de validá-lo.

No questionário buscou-se, inicialmente, caracterizar a empresa como um todo, por meio de informações gerais tais como o número de funcionários, tipos de empreendimento e certificações de qualidade que possui. Em seguida, foi traçado o perfil técnico do respondente para identificar a figura que está à frente desta filosofia de gestão no projeto. Posteriormente, o empreendimento foi descrito de forma geral para definir em que etapa a obra se encontra, e o número de funcionários próprios e terceirizados. Por último, foi realizado o mapeamento do estado atual da empresa em relação ao uso da LC.

Para a realização desse mapeamento, buscou-se através da revisão bibliográfica identificar as principais práticas utilizadas em obra para fortalecer a aplicação da LC. Tomou-

se por base as 41 práticas listadas por Oliveira (2013), apresentadas na Tabela 2, e levadas ao questionário a fim de verificar o seu uso.

**Tabela 2.**

*Principais Práticas da Construção Enxuta*

Quais destas práticas são executadas pela construtora?		Sim	Não	Não se aplica
1	Planejamento estratégico (longo prazo)			
2	Plano do projeto			
3	Elaboração de procedimentos/fluxos operacionais e executivos			
4	Coordenação e compatibilização de projetos			
5	Planejamento tático (médio prazo)			
6	Elaboração de orçamento			
7	Padronização			
8	Definição das células de produção			
9	Planejamento operacional (curto prazo)			
10	Macromapeamento do fluxo de valor			
11	Elaboração de estudo de viabilidade			
12	Equipes polivalentes			
13	Pesquisa de mercado			
14	Pesquisa pós-ocupação			
15	Enquetes de opinião sobre produto			
16	Comunicação interna			
17	Mural da qualidade			
18	Transparência			
19	Caixa de sugestões			
20	Dispositivos visuais			
21	Regras para customização			
22	Pesquisa de clima			
23	Gerenciamento visual			
24	Andon			
25	5S			
26	TIM (Tabela de Inspeção de Materiais)			
27	Kanban			
28	TAM (Tabela de Armazenamento e Manuseio de Materiais)			
29	Poka-yoke			
30	TEM (Tabela de Especificação de Materiais)			
31	POMI (Planilha de Objetivos, Metas e Indicadores)			
32	Acompanhamento do cronograma físico financeiro via sistema integrado			
33	Metas setoriais			
34	Controle de produção			
35	Planilha com gestão de datas			
36	Elaboração de procedimento/fluxos para análise crítica			
37	Plano de ação (5w2h)			
38	Incentivar colaboradores a estar sempre se reciclando			
39	Participar de congressos e cursos da área			
40	Pesquisar o que os concorrentes estão fazendo e buscar inovações tecnológicas			
41	PDCA (Plan, Do, Check, Action)			
Σ				

**Fonte:** Baseado em Oliveira (2013).

As práticas adotadas pontuam a cada princípio que atendem, aumentando seu grau de importância na implantação da LC. Cada princípio obtém uma nota em percentual resultante da pontuação acumulada. O desempenho final das práticas é obtido pela média aritmética das notas dos 11 princípios enxutos (Tabela 1).

Contudo, a fim de identificar se a utilização dessas práticas ocorrera de forma isolada, ou seja, sem alimentar a cultura *lean*, foram estabelecidas questões, como ilustra a Figura 2, que sugerem o real empenho da construtora baseada em cada um dos 11 princípios da construção enxuta estabelecidos por Koskela (1992).

**Figura 2.**

*Perguntas Com Intuito de Identificar a Cultura Enxuta*

1	Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	Fontes de Evidências	Referências
4	O layout da obra é projetado para minimizar distância entre materiais e ponto de aplicação?	- Verificar se existe documento com a definição de layout para as diferentes etapas da obra; - Observar se existe preocupação evidente sobre o transporte de materiais	Kurek (2005)

**Fonte:** Os autores.

Esta questão procurou estabelecer se o objetivo da elaboração e uso do projeto de layout é alcançado, e não apenas sua existência. Ou seja, se este projeto procurou de fato minimizar a distância entre materiais e o ponto de aplicação, a fim de eliminar atividades que não agregam valor.

Esta etapa do questionário também procurou estratificar as práticas relativas à construção enxuta de acordo com o seu local de aplicação, como ilustrado na Figura 3, separando em dois grupos: “nível de escritório” e “nível de canteiro de obra”.

**Figura 3.**

*Referência ao Local de Aplicação das Práticas*

7	Aumentar a transparência no processo	Fontes de Evidências	Referências
3	São usados dispositivos visuais no escritório para promover facilidade de identificação de documentos, projetos, cronogramas, orçamentos.	- Observar se os documentos no escritório estão identificados; - Observar se arquivos e pastas possuem padronização.	Kurek (2005)
7	O canteiro de obras está livre de obstáculos visuais, como divisórias?	- Observação in loco	Kurek (2005)

Local de aplicação:

	Escritório
	Canteiro de Obra

**Fonte:** Os autores.

Para as questões abertas, foi utilizado o método de Análise de Conteúdo, realizando uma releitura do material e dos dados obtidos. Segundo Bardin (2006), a análise de conteúdo consiste em uma leitura exaustiva e repetitiva dos dados, onde o posterior tratamento e interpretação dos dados estão vinculados ao referencial teórico, o que permite gerar conclusões da pesquisa. Nesta pesquisa, estabelece-se um vínculo entre os dados obtidos a partir do questionário e o referencial teórico, seguindo o objetivo pretendido.

A aplicação do questionário e visita às obras foi realizada em 2018, especificamente no período de junho e setembro.

### 3.3 Análise dos resultados

É necessário basear o desempenho das empresas analisadas com base no questionário que dispõe uma escala de classificação que oriente como elas estão posicionadas em relação à pontuação máxima que pode ser obtida após a avaliação do estado atual, conforme Figura 4.

**Figura 4.**

*Escala Utilizada no Questionário*

6	Aumentar a flexibilidade de saída	0	1	2	3	Fontes de Evidências	Referências
2	Os produtos ofertados possuem flexibilização de layout?					* Verificar modelos de plantas ofertadas, e o grau de customização.	Kurek (2005)
5	Há possibilidade de customização nos últimos momentos?					* Entrevistar Engenheiro responsável * Ex.: Mudança de layout, material aplicado.	Kurek (2005)

**Fonte:** Os autores.

A escala varia entre 0 (zero) e 3 (três), onde: 0 - Insatisfatório; 1 - Regular; 2 - Satisfatório; 3 - Excelente. E foi estabelecida considerando as médias aritméticas dos resultados por cada questão em cada um dos princípios analisados [Equação 1]. A escala utilizada e o procedimento para a análise dos resultados são baseados nos trabalhos de Carvalho (2008) e Hofacker *et al.* (2008).

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{[Equação 1]}$$

Onde:  $x_1, x_2, \dots, x_n$  : Grau de valoração do ponto de vista do entrevistado.

$n$  : Número de perguntas realizadas.

Os resultados desta média aritmética foram expostos em percentuais de desempenho. Portanto ao término da avaliação da empresa chega-se à conclusão sobre um valor percentual de desempenho para cada princípio, e em relação à construção enxuta como um todo, sendo quanto maior este valor melhor será seu resultado.

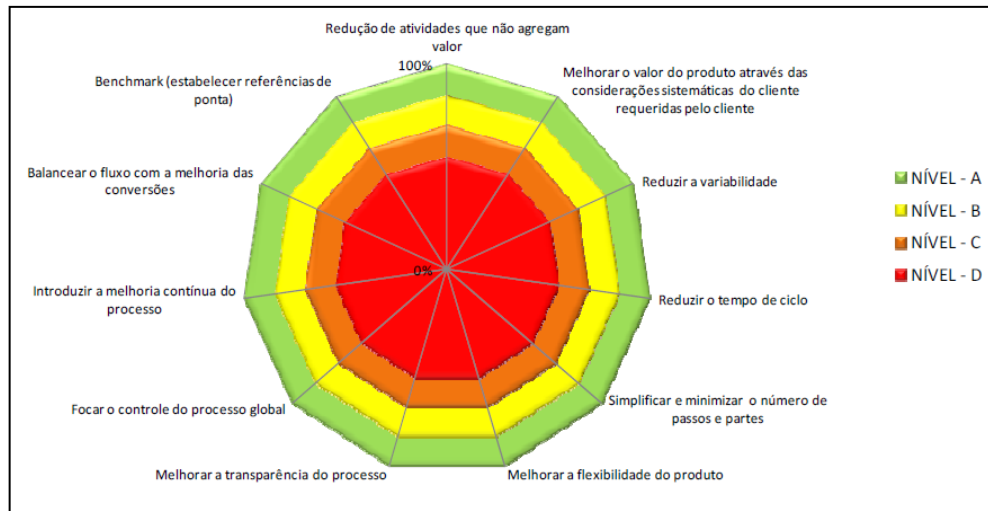
A classificação da empresa sobre cada princípio pode ser exposta na forma do gráfico radar preenchido que está disponível em diversos *softwares* de planilhas eletrônicas. O gráfico radar preenchido está dividido em 04 (quatro) níveis sendo dispostos da seguinte forma:

- Nível – A (85% a 100%)
- Nível – B (70% a 84%)
- Nível – C (55% a 69%)
- Nível – D (0 a 54%)

A partir do gráfico radar (Figura 5) é possível analisar individualmente o desempenho de cada um dos princípios e atuar pontualmente na melhoria de desempenho dos pontos críticos identificados. Este gráfico está dividido em 4 cores que retratam os 4 diferentes níveis sendo a cor verde referente ao nível “A”, a cor amarela referente ao nível “B”, a cor laranja referente ao nível “C” e a cor vermelha referente ao nível “D”. Desta forma a disposição de cores auxilia o usuário a analisar os resultados obtidos, sendo a cor vermelha vinculada ao pior nível de classificação mostrando claramente as áreas deficientes da empresa.

**Figura 5.**

*Modelo para Avaliação do Uso da Construção Enxuta nas Construtoras*



Fonte: Carvalho (2008).

A classificação final segue os seguintes critérios de desempenho apresentados na Figura 6, e indica que cada nível deve estar subdividido em outros 03 (três) subníveis, a fim de facilitar o *ranking* entre as empresas, e apontar uma possível transição de nível destas. Sendo assim, os subníveis servem para dar densidade a comparação de desempenho entre empresas que se encontram no mesmo nível, contudo com um amadurecimento diferente do sistema.

**Figura 6.**

*Classificação da Empresa de Acordo Com o Nível de Construção Enxuta*

NÍVEL	SUBNÍVEL	PERCENTUAL	CARACTERÍSTICA
A	AAA	95% to 100%	Busca pela perfeição na construção enxuta
	AA	90% to 94%	
	A	85% to 89%	
B	BBB	80% to 84%	Consciência e aprendizado enxuto
	BB	75% to 79%	
	B	70% to 74%	
C	CCC	65% to 69%	Foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta.
	CC	60% to 64%	
	C	55% to 59%	
D	DDD	50% to 54%	Baixo foco em melhorias. Conhecimento nulo sobre construção enxuta
	DD	45% to 49%	
	D	0 to 44%	

Fonte: baseado em Carvalho (2008).

## 4 Resultados e discussões

### 4.1 Caracterização das empresas estudadas

Para a realização dos estudos de caso foram selecionadas três empresas sendo uma de médio porte e duas de grande porte. As empresas serão denominadas por Empresa 01, Empresa 02 e Empresa 03, respectivamente.

A fim de uma maior consistência nos resultados buscou-se ter como critério para selecionar as empresas a existência de semelhantes perfis de atuação no mercado brasileiro, e sediadas na mesma região, todas em Recife. Além disso, as três empresas afirmaram possuir a construção enxuta como uma filosofia de gestão de seu negócio. A Tabela 3 apresenta informações gerais destas, dos empreendimentos em análise, e dos respondentes participantes.

**Tabela 3.**

*Classificação da Empresa de Acordo Com o Nível de Construção Enxuta*

Informações Gerais	Empresa	Empreendimento	Respondente
Empresa 01	- 24 anos no mercado; - Empresa de médio porte (BNDES, 2016) - Empresa certificada ISO 9001; - Atuação: PE e MA; - No momento, possui cinco obras em execução no Recife.	- Bairro do Pina; - Estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação racionalizada.	- Supervisor de planejamento (Engenheiro civil); - 5 a 7 anos de experiência na função.
Empresa 02	- 40 anos no mercado; - Empresa de grande porte (BNDES, 2016) - Empresa certificada ISO 9001; - Atuação: PE, RN e PB; - No momento, possui sete obras em execução no Recife.	- Bairro do Rosarinho; - Estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação racionalizada.	- Chefe do comitê de inovações tecnológicas (Engenheiro civil); - Mais de 10 anos de experiência na função.
Empresa 03	- 30 anos no mercado; - Empresa certificada ISO 9001, OHSAS 18001 e ISO 14001; - Empresa de grande porte (BNDES, 2016) - Atuação: PE, AL, BA, RN e CE.	- Bairro Ilha do Leite; - Estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação racionalizada.	- Coordenador de obras (Engenheiro civil); - 5 a 7 anos de experiência na função.

**Fonte:** Os autores.

### 4.2 Empresa 01

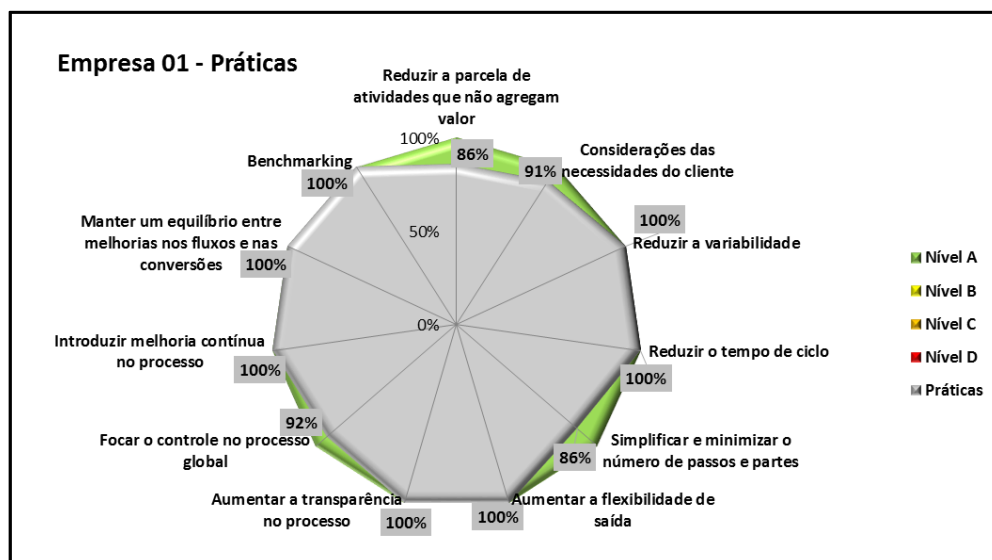
A Empresa 01 afirma adotar a LC como principal filosofia de produção a três anos e meio em todas as suas obras. Marco determinante foi a contratação de um gestor com vasta expertise *lean* que consolidou o desenvolvimento da filosofia na empresa.

A empresa pretende não só manter, como também incentivar a utilização da LC como principal filosofia de produção. E já enxerga pontos a serem melhorados, como a utilização de ferramentas de maior tecnologia, como *tablets* conectados a nuvem, que facilitam o controle em tempo real e maior transparência deste.

Devido as práticas descritas no levantamento bibliográfico fortalecerem diferentes princípios da LC, e ainda objetivando facilitar a visualização destas práticas, foram utilizados os 11 princípios de Arantes (2008), que correlaciona a prática a ser tomada com o respectivo princípio da LC. A Figura 7 ilustra o resultado obtido.

**Figura 7.**

*Fortalecimento dos Princípios Através das Práticas Pela Empresa 01*



Fonte: Os autores.

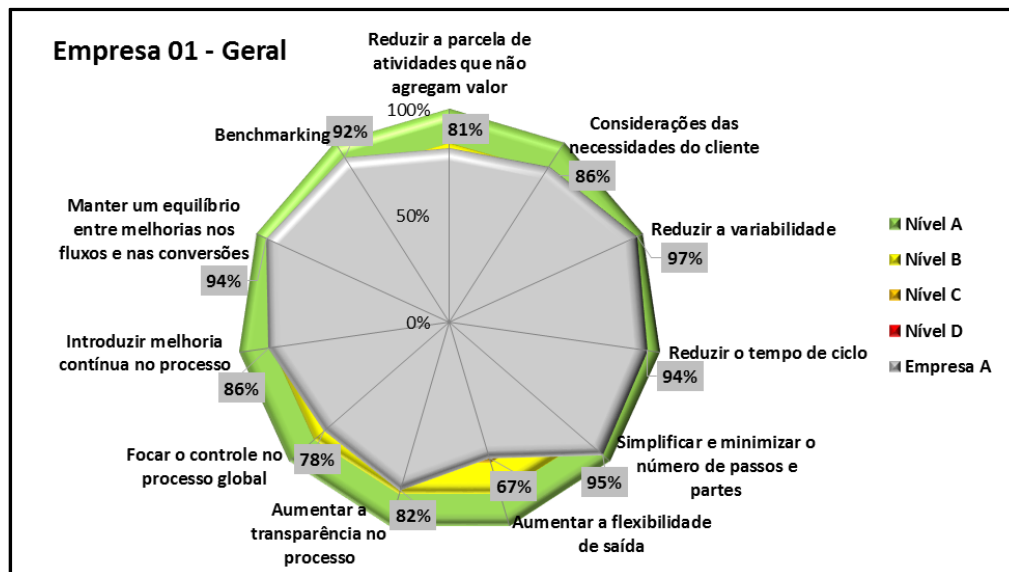
A Empresa 01 afirmou executar 39 práticas enxutas das 41 listadas, o que configura um desempenho excelente de 96% (Nível A) na aplicação das mesmas e possível fortalecimento dos princípios enxutos. Este cenário foi rigorosamente verificado pelo autor, através das demais fontes de evidências, como análise de documentos e observação *in loco*.

A partir das informações coletadas na última etapa do questionário e realizada a análise dos dados, foi possível apresentar os resultados encontrados em cada princípio *lean*, conforme Figura 8, e suas médias finais de desempenho: “Geral”, Nível de escritório” e Nível de canteiro de obra”, conforme Tabela 4.



**Figura 8.**

*Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta na Empresa 01*



Fonte: Os autores.

**Tabela 4.**

*Empresa 01: Resultado da Avaliação*

Empresa 01	Desempenho	Nível
Geral	87%	A
Escritório	89%	A
Canteiro de Obra	82%	B

Fonte: Os autores.

As Figuras 7 e 8 facilitam a visualização e comparação entre os desempenhos obtidos em cada princípio levando-se em consideração apenas as práticas enxutas utilizadas ou o real fortalecimento do princípio dentro da empresa, respectivamente.

### 4.3 Empresa 02

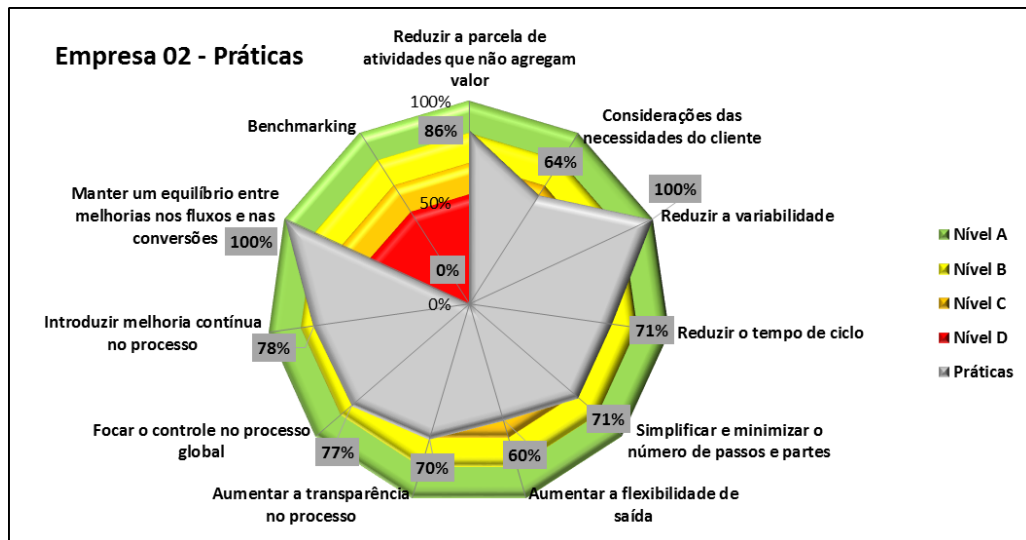
A Empresa 02 adota a construção enxuta como filosofia de produção a cinco anos em apenas algumas das suas obras. O Respondente 02 afirma ainda que a empresa foi a pioneira entre as construtoras de Pernambuco a aplicar os conceitos do sistema Toyota de produção.

No mapeamento do estado atual da construção enxuta, a primeira abordagem foi quanto ao número de práticas utilizadas determinadas como mais importantes, e como estas se

correlacionam com os respectivos princípios da construção enxuta. A Figura 9 ilustra o resultado obtido.

**Figura 9.**

*Fortalecimento dos Princípios Através das Práticas pela Empresa 02*



Fonte: Os autores.

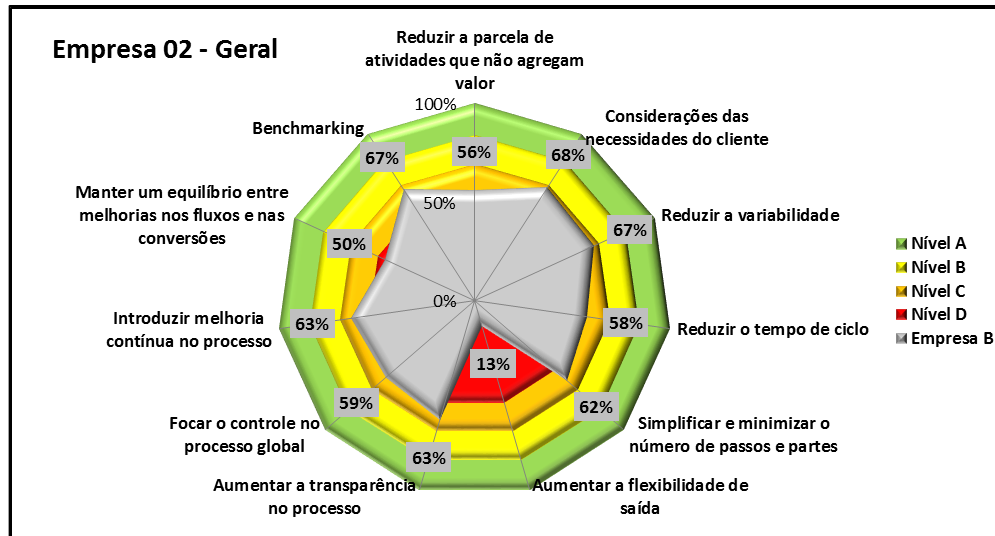
A Empresa 02 afirmou utilizar 27 práticas enxutas das 41 listadas, o que configurou um desempenho satisfatório de 71% (Nível B) na aplicação das mesmas e possível fortalecimento dos princípios enxutos. Este quadro foi rigorosamente verificado pelo autor, através das demais fontes de evidências, como análise de documentos e observação *in loco*.

Destaca-se que parte das práticas não utilizadas são conhecidas e aplicadas em outras obras da empresa, como exemplo dos cartões *kanban* e do *andon*, revelando uma heterogeneidade no sistema de gestão da empresa.

A partir das informações coletadas na última etapa do questionário e realizada a análise dos dados, foi possível apresentar os resultados encontrados em cada princípio *lean*, conforme Figura 10, e suas médias finais: “Geral”, Nível de escritório” e Nível de canteiro de obras”, conforme Tabela 5.

**Figura 10.**

*Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta na Empresa 02*



Fonte: Os autores.

**Tabela 5.**

*Empresa 02: Resultado da Avaliação*

Empresa 02	Desempenho	Nível
Geral	57%	C
Escritório	64%	C
Canteiro de Obra	52%	D

Fonte: Os autores.

#### 4.4 Empresa 03

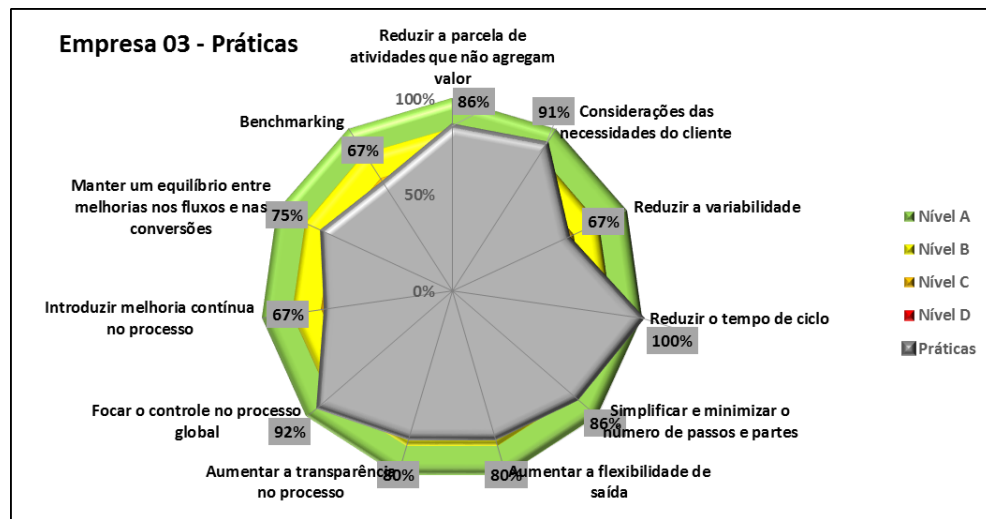
O Empresa 03 afirma adotar a construção enxuta como filosofia de produção a cerca de quatro anos e meio em todas as suas obras. O Respondente 03 declara ainda que é implementado dez princípios da construção enxuta na obra em estudo, com exceção do sexto princípio, aumento da flexibilidade de saída, o qual é atendido nas demais obras da empresa.

A empresa 03 possui a intenção de continuar replicando este modelo de gestão para as futuras obras, contudo em meio a desaceleração da economia, o que se observou foi uma intenção de manutenção do sistema ao invés do seu fortalecimento.

A primeira abordagem foi quanto ao número de práticas utilizadas determinadas como mais importantes, e como estas se correlacionam com os respectivos princípios da construção enxuta. A Figura 11 ilustra o resultado obtido.

**Figura 11.**

*Fortalecimento dos Princípios Através das Práticas Pela Empresa 03*



Fonte: Os autores.

A Empresa 03 afirmou utilizar 31 práticas enxutas das 41 listadas, o que configurou um desempenho satisfatório de 82% (Nível B) na aplicação das mesmas e possível fortalecimento dos princípios enxutos. Este quadro foi rigorosamente verificado pelo autor, através das demais fontes de evidências, como análise de documentos e observação *in loco*.

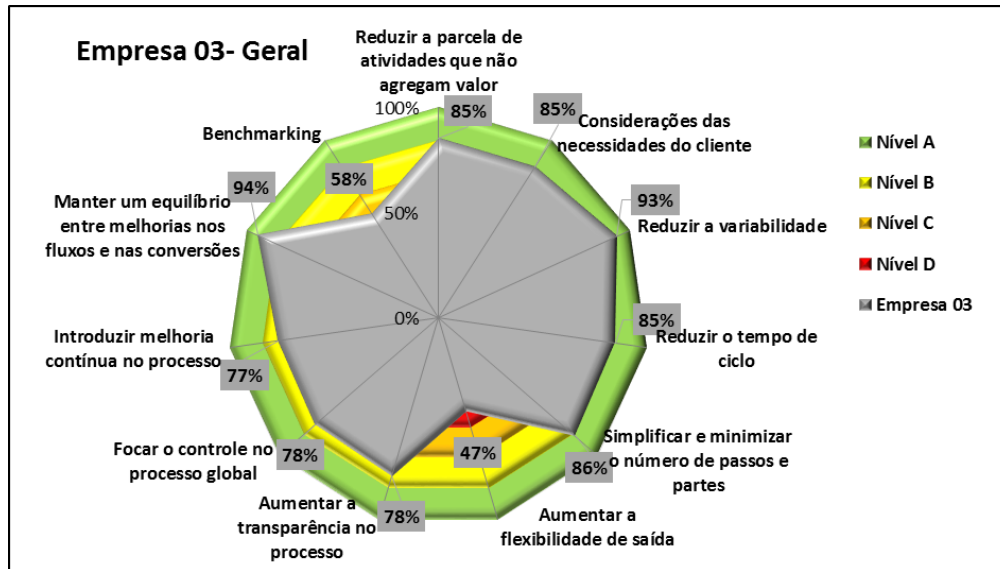
Destaca-se que parte das práticas não utilizadas são conhecidas e aplicadas em outras obras da empresa, como exemplo das regras de customização, revelando uma heterogeneidade no sistema de gestão da empresa.

A partir das informações coletadas na última etapa do questionário e realizada a análise dos dados, foi possível apresentar os resultados encontrados em cada princípio *lean*, conforme Figura 12, e suas médias finais de desempenho: “Geral”, Nível de escritório” e Nível de canteiro de obra”, conforme Tabela 6.

Na Figura 12 percebe-se que o princípio com maior desempenho diz respeito ao equilíbrio entre as melhorias de fluxo e de conversão, evidenciando a preocupação da Empresa 03 em melhorar o processo tanto eliminando as atividades que não agregam valor, como também tornando as atividades de processamento mais eficientes. A Tabela 6 demonstra certa homogeneidade na inserção da construção enxuta no escritório e no canteiro, resultado da realização de treinamentos com a mão de obra.

**Figura 12.**

*Aplicação dos Princípios da Construção Enxuta na Empresa 03*



Fonte: Os autores.

**Tabela 6.**

*Empresa 03: Resultado da Avaliação*

Empresa 03	Desempenho	Nível
Geral	79%	C
Escritório	82%	C
Canteiro de Obra	77%	C

Fonte: Os autores.

#### 4.5 Síntese dos resultados

Apresentados os resultados das empresas estudadas, na Tabela 7 seguem as evidências (observacionais e/ou documentais) comprobatórias das práticas e princípios da construção enxuta por cada empresa. E, em seguida, o produto da análise sobre os dados mais significativos a respeito da aplicação dos princípios e práticas.

Tabela 7.

Evidências (Observacionais Ee/ou Documentais) Comprobatórias das Práticas e Princípios da Construção Enxuta

Práticas	Empresa 01	Empresa 02	Empresa 03
<b>1- Redução das parcelas de atividades que não agregam valor</b>	- Projeto do canteiro de obra.	- Projeto do canteiro de obra desatualizado.	- Projeto do canteiro de obra. - Argamassa estabilizada.
<b>2- Aumento do valor do produto através da consideração das necessidades do cliente</b>	- Reuniões, análise de entornos e pesquisas de mercado; - Pesquisa qualitativa pós-entrega; - PES – Procedimento de Execução de Serviço; - FVS – Ficha de Verificação de Serviço; - Caixa de sugestões.	- Pesquisa de satisfação do cliente; - Inspeção de materiais; - Planejamento de curto-prazo tratado informalmente.	- Pesquisa de mercado; - Pesquisa de satisfação do cliente; - Atuação ativa o site Reclameaqui.com; - FVS – Ficha de Verificação de Serviço; - Caixa de sugestões.
<b>3- Redução da variabilidade</b>	- Catálogo de Materiais; - FVM – Ficha de Verificação de Materiais; - Treinamentos (Gestão à vista); - Mecanização da obra.	- PES – Procedimento de Execução de Serviço.	- FVM – Ficha de Verificação de Materiais; - Avaliação da entrega dos fornecedores; - PES – Procedimento de Execução de Serviço; - Dispositivos <i>poka-yoke</i> (Ex.: Gabaritos)
<b>4- Redução do tempo do ciclo de produção</b>	- Pacotes de trabalho; - Planejamento Operacional; - Parceria com fornecedores; - Canteiro de obra organizado, limpo e bem-sinalizado	- <i>Just-in-time</i> incipiente	- Pacotes de trabalho; - Parceria com fornecedores.
<b>5- Simplificação através da redução do número de passos ou partes</b>	- Pré-fabricados; - Compra de Aço cortado e dobrado; - Alvenaria racionalizada; - <i>Heijunka Box</i> e Cartões <i>Kanbans</i>	- Pré-fabricados; - Compra de Aço cortado e dobrado; - Poucos profissionais multifuncionais.	- Pré-fabricados; - Compra de Aço cortado e dobrado; - Profissionais multifuncionais; - Alvenaria racionalizada; - <i>Heijunka Box</i> e Cartões <i>Kanbans</i>
<b>6- Aumento da flexibilidade de saída</b>	- Espaço <i>online</i> para personalização do produto.	- Ausência de qualquer possibilidade de customização.	- Espaço <i>online</i> para personalização do produto, contudo, não para a obra em estudo.
<b>7- Aumento da transparência do processo</b>	- QGV – Quadro de Gestão Visual; - <i>Andon</i>	- Planejamento de longo prazo; - Ausência de QGV no canteiro de obra.	- QGV – Quadro de Gestão Visual; - <i>Andon</i>
<b>8- Foco no controle no processo global</b>	- Diversos horizontes de planejamento (longo, médio e curto prazo); - Qualificação e avaliação dos fornecedores	- Cronograma Físico-Financeiro.	- Controle de produtividade dos funcionários; - Falha na integração dos diversos horizontes de planejamento (longo, médio e curto prazo)

Práticas	Empresa 01	Empresa 02	Empresa 03
<b>9- Introdução de melhoria contínua no processo</b>	- Plano de Ação sobre não conformidade; - Relatório de Desenvolvimento Mensal	- Auditorias internas; - Metodologia PDCA; - Plano de Ação 5W2H.	- Procedimento de ação corretiva e preventiva; - Treinamentos periódicos
<b>10- Manutenção de um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões</b>	- Alvenaria racionalizada; - QGV; - <i>Andon</i> e <i>Kankan</i>	- Foco totalmente atrelado às atividades de conversão	- Alvenaria racionalizada; - QGV; - <i>Andon</i> e <i>Kankan</i>
<b>11- Referenciais de ponta (<i>benchmarking</i>)</b>	- Participação da equipe em cursos de pós-graduação, extensão, debates, palestras e seminários	- Inovações tecnológicas discutidas em reuniões mensais	- Melhores práticas tratadas de maneira informal em reuniões

Fonte: Os autores.

Foi possível observar que o simples reconhecimento da utilização de práticas enxutas oferece indícios sobre a aplicação dos princípios da filosofia *lean* na empresa. Todavia, não é o suficiente para afirmar se esta aplicação é efetiva, ou seja, se mantém o uso das práticas alinhado com os objetivos dos princípios da construção enxuta, conforme Tabela 8.

Bajjou e Chafi (2018) destacam que é necessário maior esforço e formação para a implementação das práticas de LC, principalmente *kanbans*, MFV e *poka-yoke*, sendo as práticas menos utilizadas. Nesta investigação, observou-se que a empresa 02 não relata o uso dessas práticas, ao contrário das empresas 01 (*kanbans* e MFV) e 03 (*kanbans* e *poka-yoke*).

**Tabela 8.**

*Princípios x Práticas*

Desempenho	Empresa 01	Empresa 02	Empresa 03
Princípios	87%	57%	79%
Práticas	96%	71%	81%

Fonte: Os autores.

É justo afirmar que Empresa 01 aplica não só as práticas como também a cultura *lean* (Nível A - Subnível A), conforme Figura 13, e isto ficou claro pelo envolvimento dos colaboradores em todos os níveis da cadeia hierárquica da empresa, e a percepção de que os procedimentos enxutos estão enraizados no dia a dia da empresa.

Figura 13.

Nível de Desempenho das Empresas Pesquisadas

	NÍVEL	SUBNÍVEL	PERCENTUAL	CARACTERÍSTICA
EMPRESA 01	A	AAA	95% to 100%	Busca pela perfeição na construção enxuta
		AA	90% to 94%	
		A	85% to 89%	
EMPRESA 03	B	BBB	80% to 84%	Consciência e aprendizado enxuto
		BB	75% to 79%	
		B	70% to 74%	
EMPRESA 02	C	CCC	65% to 69%	Foco em qualidade, mas baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta.
		CC	60% to 64%	
		C	55% to 59%	
	D	DDD	50% to 54%	Baixo foco em melhorias. Conhecimento nulo sobre construção enxuta
DD		45% to 49%		
D		0 to 44%		

Fonte: Os autores.

Já na Empresa 02, ficou constatado a utilização de práticas isoladas em busca de maior qualidade, e que há baixo conhecimento sobre a construção enxuta (Nível C - Subnível C). Consequência do enfraquecimento da filosofia após a saída de peças-chaves, como o gestor *lean* e a supervisora da qualidade, e pelo fato de encontrar-se em uma fase de transição do seu sistema de gestão, liderado por consultoria externa.

Este resultado sinaliza a utilização de práticas isoladas em obras e, geralmente, fragmentadas, sem conexão entre elas. Confirmando que o sucesso da implantação da filosofia é resultado da construção sistêmica de todos os seus princípios e práticas, e da aplicação concatenada deste conjunto. Ahmed *et al.* (2020) apontam que os profissionais da construção não estão familiarizados com todas as práticas da LC, portanto, apenas são aplicadas algumas ferramentas de forma fragmentada.

A Empresa 03 encontra-se em uma situação intermediária em relação as demais empresas, e isto se deve ao conhecimento da filosofia enxuta (Nível B – Subnível BB). Porém, aliada a uma aplicação não padronizada na maioria das práticas, ou seja, os procedimentos enxutos ainda não possuem rotina padrão por não estarem totalmente incorporados no processo de produção.

Em segunda análise, foi observado melhor desempenho da aplicação dos princípios da construção enxuta no “nível de escritório” das empresas quando comparado ao “nível de



canteiro de obra”, conforme Tabela 9. Isso evidencia a maior facilidade de implantação onde há mão de obra mais qualificada e pronta para absorver novos conceitos; como também a necessidade de dar maior atenção ao canteiro de obra, para que os colaboradores entendam seu papel dentro da empresa e os processos de qual fazem parte.

**Tabela 9.**

*Desempenho das Empresas Pesquisadas*

Desempenho	Empresa 01	Empresa 02	Empresa 03
Escritório	89%	64%	82%
Canteiro de Obra	82%	52%	77%

**Fonte:** Os autores.

Ahmed *et al.* (2020) identificaram 41 desafios para a aplicação de LC, a maioria na implementação no “nível de canteiro de obra”, destacando a falta de habilidades, treinamento e conhecimento das práticas da LC. Nesse sentido, é necessário incentivar a adoção da LC por meio da comunicação de seus benefícios, que pode ser por meio de conferências e seminários relacionados à redução de tempo e custo (Bajjou e Chafi, 2018; Hinojosa *et al.*, 2022). Por outro lado, é fundamental identificar as barreiras que dificultam a implementação da LC, principalmente aquelas que incluem pessoas: falta de conhecimento, resistência à mudança, recursos humanos mal treinados e compromisso da gerência (Bajjou e Chafi, 2018; Ahmed *et al.*, 2020).

O maior desempenho da Empresa 01 em praticamente todos os princípios, quando comparado as demais empresas, se deve ao envolvimento e postura da alta administração em acreditar que a filosofia *lean* não é apenas uma alternativa para ganhos da qualidade ou eliminação de desperdícios, mas sim a oportunidade de obter um diferencial competitivo através de uma nova cultura empresarial que a levará a um patamar superior frente as demais empresas. Nesse mesmo sentido, Xing *et al.* (2021) também destacam outras melhorias da implementação da LC: qualidade, produtividade, segurança, comunicação e colaboração, aspectos que maximizam o valor dos projetos de construção.

Como produto do estudo, identificou-se as melhores práticas, assim chamadas por serem consideradas de maior impacto positivo para a implantação da filosofia da construção enxuta, conforme Tabela 10. O reconhecimento destas práticas foi alcançado a partir da observação dos principais benefícios gerados nas empresas analisadas.

Tabela 10.

Melhores Práticas Identificadas

Princípios	Melhores práticas	Benefícios	Dificuldades
Reduzir a parcela de atividades que não agregam valor	Mapeamento do fluxo de valor (MFV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajuda a identificar os desperdícios e suas origens;</li> <li>- Facilita a visualização e a compreensão para o mais baixo nível hierárquico;</li> <li>- Ajuda a visualizar além dos processos individuais, o fluxo de valor por meio de departamentos e processos;</li> <li>- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de materiais do sistema;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deve ser implementado apenas onde acarretará benefícios para a organização;</li> <li>- Responsabilidade da alta administração;</li> <li>- Identificar as informações estritamente necessárias.</li> </ul>
Considerações das necessidades dos clientes	<u>Cliente Externo</u> - Pesquisa de mercado com <i>feedback</i> formalizado a todos que compõem a cadeia de valor	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produto com maior valor agregado;</li> <li>- Fornecedores e produtores focados no que realmente oferece valor ao cliente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Criar questões diretas e simples de responder, contudo rica em informações;</li> <li>- Estabelecer uma rotina para discutir estas informações com os fornecedores.</li> </ul>
	<u>Cliente Interno</u> - Definir o que é valor para o cliente interno em cada uma das atividades.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evita retrabalho e processamento que não agrega valor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estabelecer a importância da atividade de cada funcionário, sobre seu cliente interno.</li> </ul>
Reduzir a variabilidade	Procedimento padronizados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Torna os métodos de produção consistentes e mais fáceis de serem entendidos;</li> <li>- Ajuda na formação de novos funcionários.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A padronização de métodos tende a se tornar um rico material informativo em desuso no cotidiano da obra.</li> </ul>
Reduzir o tempo de ciclo	Células de produção	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduz tempos de espera, gargalos, transportes e estoque em processo;</li> <li>- Pode ser aplicado em diversos setores, não só na produção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantar em consideração a produtividade que é peculiar a cada funcionário, para não desalinhar a programação.</li> </ul>
Simplificar e minimizar o número de passos e partes	Utilização de kits e elementos pré-fabricados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduzem desperdício;</li> <li>- Minimizam custos;</li> <li>- Facilitam controle de qualidade.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manter uma logística eficiente para a entrega destes materiais.</li> </ul>
Aumentar a flexibilidade de saída	Projetos e materiais que forneçam a flexibilização ou customização da obra no tempo mais tarde possível	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agregam forte valor ao produto perante o cliente, tornando-o único;</li> <li>- Reduzem custos de setup.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agregar a flexibilidade com um baixo custo e alta produtividade.</li> </ul>
Aumentar a transparência no processo	Gestão visual e Implantação do 5S	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Torna as informações mais acessíveis;</li> <li>- Facilita a execução dos processos;</li> <li>- Facilita a identificação de erros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muitas vezes considerada dispensável;</li> <li>- Tornar a transparência um atributo inerente a qualquer atividade.</li> </ul>
Focar o controle no processo global	Integração do planejamento de curto, médio e longo prazo voltado aos objetivos globais da empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduz incertezas no processo de produção;</li> <li>- Melhora o gerenciamento;</li> <li>- Facilita o controle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rotinizar as reuniões para discutir o avanço e reavaliação de cada planejamento.</li> </ul>

Princípios	Melhores práticas	Benefícios	Dificuldades
<b>Introduzir melhoria contínua no processo</b>	Plano de ação formalizado sobre não conformidade	- Identificação e eliminação de causas raízes; - Evita erros acumulados.	- Comprometer a produtividade temporariamente a fim de eliminar causas raízes.
<b>Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões</b>	Treinamento para conscientizar os gestores	- Melhor custo x benefício; - Facilidade na implementação de novas tecnologias.	- Alta administração perceber a importância das melhorias nos fluxos.
<b>Benchmarking</b>	Aplicar as boas práticas e criar referências de ponta.	- Torna a empresa competitiva; - Cria diferenciais competitivos.	- Fortalecer as boas práticas e parcerias.

Fonte: Os autores.

É necessário considerar que o uso dessas práticas identificadas, como qualquer outra ferramenta, deve ser medido e analisado imediatamente para determinar seu desempenho, avaliando em profundidade, se for o caso, o uso de medidas corretivas, conforme recomendado por Aslam *et al.* (2020).

Por fim, vale reafirmar, que o uso destas melhores práticas na implantação da construção enxuta em futuras obras terá resultado pleno caso haja a participação de toda cadeia hierárquica da empresa com objetivos comuns, bem definidos e disseminados pela transparência da gestão.

#### 4 Considerações finais

O presente artigo propôs como objetivo geral a avaliação do estado atual das construtoras frente à filosofia da construção enxuta para posteriormente sugerir as melhores práticas para implantação. Apoiados por um referencial teórico que permitiu identificar e detalhar os princípios e as práticas que norteiam a construção enxuta, foi realizado um estudo de caso múltiplo, onde o autor foi um observador participativo. Desta forma este capítulo retrata as conclusões e assinala as etapas a serem ainda alcançadas.

O questionário desenvolvido mostrou-se eficaz em avaliar não só a utilização das práticas enxutas pelas construtoras, como também o grau de comprometimento destas com a filosofia da construção enxuta. Situação ratificada pelos resultados obtidos, coerentes com outros estudos apresentados.

Em relação à aplicabilidade do questionário os respondentes mostraram-se, de maneira geral, dispostos à participação, citando inclusive exemplos praticados na construtora. Contudo, foi verificado que esta ferramenta deve ser aplicada com posterior validação dos dados, por meio de outras fontes de evidências. A fim de suprir eventuais dúvidas dos respondentes sobre

as diversas perguntas do questionário e, conseqüentemente, se possam extrair informações coerentes com a realidade da empresa.

No que diz respeito caracterização das construtoras em relação a CE, os resultados servem para elucidar a que passo está o desenvolvimento desta filosofia nas principais construtoras da região metropolitana do Recife, sendo apresentado três cenários distintos. No qual a Empresa 01 aparece com um sistema de gestão enxuto bastante estável e pronto para colher ainda mais benefícios, a Empresa 02 com dificuldades em manter a filosofia, limitando-se ao uso de práticas isoladas, e a Empresa 03 apresentando conhecimento enxuto, porém ainda não consolidado.

Por último, foi possível identificar as melhores práticas a fim de sugeri-las em uma posterior implantação, entre estas o mapeamento do fluxo de valor (MFV), formalização e integração dos planejamentos de longo, médio e curto prazo, gestão visual e células de produção. Os resultados do estudo têm uma implicação positiva para o conhecimento teórico e prático da gestão de projetos de construção civil, especificamente a aplicação da LC, que ainda está em desenvolvimento no Brasil. As práticas e princípios da LC utilizados pelas empresas no contexto brasileiro são identificados e compreendidos, demonstrando que sua implementação é possível, gerando benefícios maiores do que eliminar desperdícios e melhorar a gestão, o que também impacta positivamente o meio ambiente.

Pesquisas futuras devem ser realizadas para identificar as causas mais comuns de geração de resíduos e perdas de produtividade nas construtoras brasileiras, o que permitiria definir estratégias específicas de implementação da LC. Além da identificação dos desafios particulares da construção civil brasileira para uma correta aplicação da LC.

Embora os estudos de casos múltiplos tenham sido adotados como estratégia de pesquisa, há uma limitação quanto à aplicação universal dos achados. Um tamanho de amostra maior pode permitir uma análise mais quantitativa para refinar e generalizar melhor os resultados.

## Referências

- Ahmed, S., Hossain, M. M., & Haq, I. (2020). Implementation of lean construction in the construction industry in Bangladesh: awareness, benefits and challenges. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(2), 368-406. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2019-0037>
- Ahlstrom, P. (2004). Lean service operations: translating lean production principles to service operational. *International Journal of Service Technology and Management*, 5, 545-564. <https://doi.org/10.1504/IJSTM.2004.006284>
- Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2020). Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123295. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123295>
- Aziz, R. F., & Hafez, S. M. (2013). Applying lean thinking in construction and performance improvement. *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679-695. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2013.04.008>
- Bajjou, M. S., & Chafi, A. (2018). Lean construction implementation in the Moroccan construction industry: Awareness, benefits and barriers. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 16(4), 533-556. <https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2018-0031>
- Bardin, L. (2006). Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70.
- Barros, E. S. (2005) *Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: um estudo multicaso*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Bastos, A. L. A., da Silva Moura, R., Raiser, G., Draeger, L. C., Scheuer, F. B., & Conti, F. F. (2017). Dificuldades na implementação do lean manufacturing nas empresas do setor têxtil de Santa Catarina. *Revista Produção Industrial & Serviços*, 4(1), 01-12. [https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/rev\\_prod/article/view/52362](https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/rev_prod/article/view/52362)
- Beuren, I. M., Floriani, R., & Hein, N. (2014). Indicadores de inovação nas empresas de construção civil de Santa Catarina que aderiram ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H). *Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, 4(1), 161-178. <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc/article/view/16858>
- BNDES - Banco Nacional do Desenvolvimento. *Tabela de classificação do porte da empresa*. Brasil, 2016. Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Apoio\\_Financeiro/porte.html](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/porte.html)
- Carvalho, B.S. (2008) *Proposta de um modelo de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta*. Curitiba, PR. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná.

- Etges, B. M. B. S. (2012). *Protocolo de auditoria do uso de práticas da construção enxuta*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Gil, A.C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6ª ed. São Paulo: Editora Atlas.
- Hinojosa, R. V., Chileno, N. G. C., Rosas, M. H., Campos, A. A., & Rocha, J. H. A. (2022). Implementación de conceptos y herramientas de la filosofía Lean Construction en las empresas constructoras de la Ciudad de Cochabamba–Bolivia. *Avances Investigación en Ingeniería*, 19(2). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.8631>
- Hofacker, A., Oliveira, B. D., Gehbauer, F., Freitas, M. D. C. D., Mendes Júnior, R., Santos, A., & Kirsch, J. (2008). *Rapid lean construction-quality rating model (LCR)*. Manchester – UK.
- Jacoski, C.A. (2016). Proposição de um sistema de gerenciamento de estoque integrado considerando aspectos da mentalidade enxuta. *Revista de Engenharia e Tecnologia*, 7(4), 209-221. <https://revistas.uepg.br/index.php/ret/article/view/11633/209209209608>
- Karim, A., & Arif-Uz-Zaman, K. (2013). A methodology for effective implementation of lean strategies and its performance evaluation in manufacturing organizations. *Business Process Management Journal*, 19(1), 169-196. <https://doi.org/10.1108/14637151311294912>
- Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, California, 1992.
- Koskela, L. (1997). Lean production in construction. In: *Lean Construction*. Alarcon L. (Ed.) Rotterdam: A.A. Balkema.
- Krainer, C. W. M., Krainer, J. A., Iarozinski Neto, A., & Romano, C. A. (2013). Análise do impacto da implantação de sistemas ERP nas características organizacionais das empresas de construção civil. *Ambiente Construído*, 13, 117-135. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000300008>
- Kurek, J. (2005). *Introdução dos princípios da Filosofia de Construção Enxuta no Processo de Produção em uma Construtora em Passo Fundo-RS*. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.
- Lordsleem Jr., A.C. (2010). *Contribuições ao processo de projeto para produção das vedações verticais: análise de escopo e interação estrutura-alvenaria*. Tese (Pós-doutorado em Engenharia de Construção Civil) - Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ohno, K. (2011). The optimal control of just-in-time-based production and distribution systems and performance comparisons with optimized pull systems. *European Journal of Operational Research*, 213(1), 124-133. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2011.03.005>

- Oliveira, E. R. M. (2013). *Metodologia de implantação da construção enxuta: estudo de caso em construtora de porte médio*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Rio Grande do Norte, Natal.
- Picchi, F.A. (2003). Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. *Ambiente Construído*, 3(1), 7-23.
- Pereira, M. D. C., & Oliveira, D. M. (2014). Análise da aplicação da filosofia lean construction em empresas do setor de construção civil da região metropolitana de Belo Horizonte. *Construindo*, 6(2), 7-13.
- Pfaffenzeller, M. S., da Silva, G. G. M. P., de Barros, A. L., Shinji, G., & Salles, M. P. (2015). Lean Thinking na Construção Civil: Estudo da Utilização de ferramentas da filosofia Lean em diferentes fluxos da construção civil. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 7(14), 86-107.  
<https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/3765>
- Rezende, J.S., Domingues, S. M. P. S., Mano, A.P. (2012). Identificação das práticas da filosofia Lean Construction em construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA). *ENGEVISTA*, 14(3), 281-292. <https://doi.org/10.22409/engevista.v14i3.446>
- Robson, C. (1998). *Real world research – a resource for social scientists and practitioner researchers*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Santana, L. (2010). *Investigação de ações relativas a construção enxuta em construtoras goianas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás. Goiania.
- Soares, K. M. D. A., Pinto, M. G. A., Santos, T. B., Santos, D. D. G., & Franca, V. V. (2018). Pesquisa bibliométrica sobre o uso dos termos construção enxuta e matriz de maturidade no período de 2013 a 2018. *Anais do X SIMPROD*.
- Nagano, M. S., Stefanovitz, J. P., & Vick, T. E. (2014). Caracterização de processos e desafios de empresas industriais brasileiras na gestão da inovação. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 16, 163-179. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v16i51.1426>
- Vivan, A.L., Paliari, J.C., Novaes, C.C. (2010). Vantagem Produtiva do Sistema Light Steel Framing: da construção enxuta à racionalização construtiva. XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC, ANTAC, Canela, *Anais...*, Canela, Porto Alegre, 2010.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1997). Lean thinking—banish waste and create wealth in your corporation. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1144-1150.  
<https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2600967>
- Xing, W., Hao, J.L., Qian, L., Tam, V.W., & Sikora, K.S. (2021). Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in

Suzhou, China. *Journal of cleaner production*, 286, 124944.  
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124944>

Yin, R.K. (2015). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.