XII SIBRAGEC
SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO
MACEIÓ - AL

# ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS DE CONSTRUÇÃO ENXUTA EM MICROEMPRESA[1]

**FERREIRA, Tamiris Capellaro (1); SOUZA, Lucas Zanotta de (2); SERRA, Sheyla Mara Baptista (3); PALIARI, José Carlos (4)**

(1) Universidade Federal de São Carlos, tamiris.capellaro@gmail.com (2) Universidade Federal de São Carlos, lucaszanotta@live.com (3) Universidade Federal de São Carlos, sheylabs@ufscar.br (4) Universidade Federal de São Carlos, jpaliari@ufscar.br

## RESUMO

*A construção enxuta apresenta oportunidade de melhoria na gestão de empresas e canteiros de obras, promovendo redução das perdas e ganhos na produção. As empresas podem aplicar os princípios de gestão enxuta de forma gradativa conseguindo benefícios significativos, independentemente do porte organizacional. A análise do grau de aplicação dos princípios da construção enxuta pode ser baseada em modelo de maturidade. O método escolhido segue os 11 princípios de construção enxuta e consiste na aplicação de questionário com diferentes stakeholders: diretoria, engenharia, operário, fornecedor, projetista e cliente. Para a avaliação, realizou-se um estudo de caso em uma microempresa atuante na realização de obras residenciais e comerciais simples. A empresa apresentou um nível de maturidade em construção enxuta de 55%. Foi verificado que o principal impacto na avaliação foi decorrente do uso de técnicas tradicionais para gestão e execução. Os resultados da avaliação realizada podem auxiliar os gestores na tomada de decisão, buscando maior engajamento para implementação dos princípios da construção enxuta, uma vez que se conseguiu identificar problemas e mostrar potencialidades de aplicação destes princípios para a microempresa.*

***Palavras-chave:*** *Avaliação, Modelo de Maturidade, Construção Enxuta, Construção Civil, Microempresa.*

**ABSTRACT**

*Lean construction presents an opportunity to improve the management of companies and construction sites, promoting a reduction in losses and gains in production. Companies can gradually apply lean management principles, achieving significant benefits, regardless of organizational size. The analysis of the degree of application of the lean construction principles can be based on a maturity model. The method chosen follows the 11 principles of lean construction and consists of applying a questionnaire with different stakeholders: manager, engineering, worker, supplier, designer and customer. For the evaluation, a case study was carried out in a microenterprise active in carrying out simple residential and commercial works. The company had a 55% lean construction maturity level. It was found that the main impact on the evaluation was due to the use of traditional techniques for management and execution. The evaluation results can assist managers in decision making, seeking greater engagement to implement the principles of lean construction, since it is possible to identify problems and show potentialities for applying these principles in microenterprise.*

***Keywords:*** *Evaluation, Maturity Model, Lean Construction, Industry Construction, Microenterprise.*

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil é um importante setor da indústria brasileira, uma vez que tem grande impacto na economia, na sociedade e no ambiente (JOHN; SILVA; AGOPYAN, 2001;

[1] FERREIRA, T. C.; SOUZA, L. Z. de; SERRA, S. M. B.; PALIARI, J. C. Análise da aplicação da construção enxuta em microempresa. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 12., 2021, Maceió, Alagoas. **Anais**[...] Porto Alegre: ANTAC, 2021. p.1-8. Disponível em: https://eventos.antac.org.br/index.php/sibragec/article/view/482. Acesso em: 2 out. 2021.

IPEA, 2012). No entanto, a Indústria da Construção Civil (ICC) apresenta baixa produtividade e grande quantidade de perdas. Hussin *et al*. (2013) relataram que 70% dos empreendimentos de construção são afetados por excedentes de tempo, com 14% do valor consumido por excedentes de custo e 10% dos materiais acabando como resíduos.

Tendo em vista a ineficácia habitual da ICC, a construção enxuta, assim como o uso de tecnologia, pré-fabricação e padronização, é considerada como uma maneira eficaz de aumentar a produtividade do setor (ERIKSSON, 2010; NAHMENS; IKUMA, 2012). A construção enxuta pode ajudar a nivelar o fluxo de produção e informação, minimizando a variação, o desperdício de material, de tempo e de recursos humanos, de forma a melhorar a qualidade da coordenação e produção (SALEM *et al.* 2006).

Em seus princípios gerais, a abordagem da construção enxuta se baseia nas estratégias de desenvolvimento das cadeias produtivas envolvidas, visando aumentar a qualidade e a produtividade, reduzir desperdícios e custos, garantindo também processos mais eficientes e seguros, juntamente com a melhor satisfação do cliente (LAURIA; AZZALIN, 2019). A abordagem *Lean* é baseada no foco na redução de desperdícios de produção e na melhor utilização de recursos e tem origem do Sistema Toyota de Produção denominado também como Sistema de Produção Enxuta (WOMACK; JONES, 1998).

Koskela (1992) propôs a aplicação da Produção Enxuta no setor de construção, lançando as bases para o nascimento do *Lean Construction* ou Construção Enxuta (LAURIA; AZZALIN, 2019). Koskela (1992) fez uma adaptação dos conceitos de fluxo e criação de valor, que estavam presentes no Sistema Toyota de Produção, e estabeleceu os onze princípios da Construção Enxuta (Quadro 1), que continuam válidos até os dias atuais.

**Quadro 1- Onze princípios propostos por Koskela (1992)**

| Nº | Princípio / objetivo |
|---|---|
| 1º | Redução de atividades que não agregam valor – sendo que as formas de conseguir este princípio são: a) reduzir ou eliminar perdas na inspeção, movimentação e espera (não agregam valor para o cliente); b) aumentar a informação sobre a medição de desempenho das atividades realizadas em canteiro; c) reduzir ou eliminar as atividades que embora sejam decorrentes do processo produtivo não agregam valor ao produto (acidentes, transportes de uma conversão para outra, defeitos, etc). |
| 2º | Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente (externo ou interno). |
| 3º | Reduzir variabilidades. |
| 4º | Reduzir o tempo de ciclo. |
| 5º | Simplificar e minimizar o número de passos e partes. |
| 6º | Melhorar a flexibilidade do produto. |
| 7º | Melhorar a transparência do processo. |
| 8º | Focar no controle do processo global. |
| 9º | Introduzir melhoria contínua do processo. |
| 10º | Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões. |
| 11º | Tomar referências de ponta (*benchmark*). |

Fonte: Koskela (1992).

A fim de auxiliar as empresas que pretendem utilizar ou medir a implementação das práticas enxutas, alguns autores desenvolveram trabalhos para obter os parâmetros de desempenho ou os níveis de maturidade alcançados. Para Ávila (2015), a maturidade empresarial está associada à forma de gestão do conhecimento obtido e como a empresa vai se organizar para transformar o conhecimento em resultados. Podem ser adotados modelos mensuradores da maturidade para avaliar uma gama de fatores considerados estratégicos, como conformidade dos processos internos, satisfação do cliente, avaliação dos riscos, aprendizado e gestão de mudanças, entre outros (RODEGHERI; SERRA, 2020). Uma empresa com maior maturidade organizacional vai cumprir os planos traçados com maior coerência, investir no aperfeiçoamento dos seus produtos, buscar métodos inovadores, capacitação dos colaboradores e usar um sistema de gestão de informação, mesmo que informal.

Rodegheri e Serra (2020) compararam 12 trabalhos com o objetivo de identificar qual Modelo de Maturidade (MM) é adequado para avaliar a implantação de *Lean Construction* nas pequenas e médias empresas brasileiras de construção. As autoras indicam que o modelo de Carvalho e Scheer (2017) apresenta mais níveis de classificação, tornando a escala MM mais sensível ao pequeno progresso na jornada, o que pode quebrar a resistência e dificuldade de assimilar o comportamento enxuto e gerar maior adesão dos funcionários a ele. A ferramenta criada por Carvalho e Scheer (2017) tem como base o trabalho de Carvalho (2008), que foi utilizado por outros autores em nove publicações diferentes, entre 2008 e 2016, em 35 estudos de caso para medir o desempenho dos esforços das construtoras quanto à aplicação da filosofia da Construção Enxuta (CARVALHO; SCHEER, 2017).

Este trabalho tem como objetivo fazer uma avaliação do grau de maturidade na implantação dos onze princípios da construção enxuta em uma microempresa da indústria da construção, tomando como base o uso do modelo proposto por Carvalho (2008) e revisto por Carvalho e Scheer (2017), que o denominaram ferramenta *DOLC (Degree of Lean Construction)*. Uma limitação do estudo diz respeito à dificuldade de encontrar empresas dispostas a participar da pesquisa, que ocorreu durante a pandemia de COVID-19. Neste cenário, apenas uma empresa se dispôs a participar da pesquisa.

## 2 MÉTODO

Foi realizada uma análise exploratória, qualitativa, que teve como estratégia o método de estudo de caso, com aplicação do modelo de maturidade desenvolvido por Carvalho (2008) e revisto por Carvalho e Scheer (2017), a ferramenta *DOLC*. As perguntas elaboradas por Carvalho (2008) estão distribuídas em seis questionários, que devem ser respondidos por diferentes *stakeholders*, ou por pelo menos uma pessoa que represente cada um deles: a) diretoria; b) engenharia; c) operários; d) fornecedores; e) projetistas; f) clientes. A aplicação do questionário entre estes diferentes *stakeholders* tem como objetivo estabelecer uma avaliação setorial das diversas áreas de uma empresa, culminando em uma avaliação geral dela. Segundo Carvalho (2008), os questionários podem ser aplicados em qualquer tipo de empresa atuante na indústria da construção.

Cada um dos seis questionários tem entre 24 e 31 perguntas, totalizando 204 questões de múltipla escolha, que permitem comentários, aplicadas entre todos os *stakeholders* (como exemplo apresentado na Figura 1).

**Figura 1 - Exemplo de pergunta, com escala de classificação variando de 1 a 5 e espaço para comentários**

| ITEM | QUESTIONAMENTOS | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | DIRETORIA | POUCO | | | | MUITO | |
| 1 | **Redução de atividades que não agregam valor** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 1.1 | O que você entende como valor pelo cliente? ( A pontuação deve ser de acordo com a bibliografia) | | | | | | |
| | CONCEITO: Atividades que agregam valor são todas aquelas que transformam materiais, informações e mão de obra em requerimentos solicitados pelos clientes. | | | | | | |

Fonte: Adaptado de Carvalho (2008) e Carvalho e Scheer (2017).

Cada pergunta exige uma resposta por meio de uma nota atribuída em uma faixa de escala de classificação variando de 1 (um) a 5 (cinco), assemelhando-se à escala Likert, em que 1 indica que o princípio avaliado não está presente ou há grandes inconsistências em sua implementação, 2 quer dizer que o princípio está em início de implementação, 3 significa que o princípio está presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação, 4 denota o princípio está totalmente presente e efetivamente implementado, e 5 indica que

o princípio está totalmente presente, efetivamente implementado e exibe melhoramentos na sua execução, nos últimos 12 meses. Foram considerados pesos iguais para todos os princípios e para todas as perguntas.

Após a coleta das respostas aos questionários, para cada um dos 11 princípios, foi feita uma média aritmética dos valores encontrados: cada valor atribuído a cada uma das respostas foi somado e o total foi dividido pela quantidade de perguntas realizadas, conforme equação (1) a seguir, retirada do trabalho de Carvalho (2008). Os resultados foram analisados em termos de percentuais de desempenho, para cada princípio, sendo que quanto maior o valor, melhor será o desempenho da empresa em relação ao princípio de construção enxuta analisado. Com isso, foi possível analisar o desempenho quanto aos princípios sob o ponto de vista de cada um dos envolvidos, e sob a ótica da empresa como um todo. Assim, pode-se identificar possibilidades de melhoria das situações críticas.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \cdots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \qquad (1)$$

Em que, $x_1$, $x_2$, ..., $x_n$ = grau de valoração do ponto de vista de cada entrevistado;

n = número de perguntas realizadas.

Ao término da avaliação da empresa chega-se a um valor geral percentual de desempenho em relação à Construção Enxuta, que foi classificado por Carvalho (2008) em uma escala que representa o nível de adoção da construção enxuta pela empresa investigada. A escala é composta por quatro níveis e três subníveis, conforme apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2 - Classificação da empresa de acordo com o nível de Construção Enxuta**

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

Fonte: Carvalho (2008).

O resultado encontrado poderá auxiliar a empresa avaliada a buscar novas estratégias, identificar oportunidades de melhoria e conhecer seus pontos fortes e fracos.

A pesquisa foi conduzida junto a microempresa de construção civil que possui a seguinte equipe: o diretor (dono), um engenheiro civil, um arquiteto e quatro operários que atuam em diferentes serviços de execução. Como a empresa possui menos de 20 funcionários foi classificada como microempresa (SEBRAE, 2004). A microempresa está localizada na cidade de Ribeirão Preto-SP, e atua na execução de obras residenciais unifamiliares e comerciais de pequeno porte. A seleção da empresa ocorreu devido à facilidade de contato com os pesquisadores e interesse nos resultados da avaliação da maturidade.

O contato com os entrevistados e correspondente aplicação do questionário ocorreu no mês de julho de 2020. Foram entrevistados inicialmente os funcionários da microempresa, cuja descrição encontra-se no Quadro 3. Em seguida foram entrevistados os clientes, que são um jovem casal, comprando a primeira casa com financiamento bancário; e um dos fornecedores da empresa, proprietário de um depósito de materiais de construção.

**Quadro 3 - Descrição dos funcionários da empresa**

| *Stakeholder* | Tempo de empresa | Formação | Tempo de exercício da profissão | Função |
|---|---|---|---|---|
| Diretor | 33 anos | Administração de empresas | 39 anos | Diretor geral |
| Engenheiro civil | 2 anos | Engenharia civil | 4 anos | Responsável técnico (acompanhamento de obras) |
| Operário | 10 anos | - | 50 anos | Pedreiro |
| Projetista | 4 anos | Arquitetura e Urbanismo | 10 anos | Responsável pelos projetos de arquitetura e trâmites de aprovação na prefeitura |

Fonte: Autores.

## 3 RESULTADOS

A Tabela 1, a seguir, sintetiza os percentuais de desempenho em relação a cada um dos onze princípios de Koskela (1992) após cálculos feitos a partir das respostas dadas por cada um dos *stakeholders*.

**Tabela 1 - Percentuais de desempenho para os onze princípios de construção enxuta**

| Princípios | Diretor | Engenheiro | Operário | Fornecedor | Projetista | Clientes | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| P1 - Redução de atividades que não agregam valor | 90% | 60% | 27% | 20% | 40% | 55% | 49% |
| P2 - Melhorar o valor do produto através das considerações sistemáticas do cliente | 87% | 30% | 80% | 27% | 54% | 80% | 60% |
| P3 - Reduzir variabilidades | 80% | 25% | 67% | 20% | 60% | 47% | 50% |
| P4 - Reduzir o tempo de ciclo | 80% | 53% | 60% | 40% | 40% | 80% | 59% |
| P5 - Simplificar e minimizar o número de passos e partes | 90% | 50% | 30% | 40% | 30% | 73% | 52% |
| P6 - Melhorar a flexibilidade do produto | 70% | 30% | 100% | 60% | 53% | 60% | 62% |
| P7 - Melhorar a transparência do processo | 70% | 53% | 90% | 80% | 80% | 46% | 70% |
| P8 - Focar no controle do processo global | 87% | 80% | 100% | 40% | 50% | 80% | 73% |
| P9 - Introduzir melhoria contínua do processo | 73% | 20% | 67% | 25% | 75% | 50% | 52% |
| P10 - Balancear as melhorias no fluxo com as melhorias das conversões | 80% | 20% | 20% | 20% | 50% | 0% | 32% |
| P11 - Tomar referências de ponta (Benchmark) | 40% | 40% | 20% | 20% | 100% | 60% | 47% |
| **TOTAL** | **77%** | **42%** | **60%** | **36%** | **58%** | **57%** | **55%** |

Fonte: Autores.

Nesta tabela são observadas as médias gerais por princípio e a média global da empresa, em relação a todos os princípios, considerando todas as respostas ao questionário: valor que corresponde a 55%. Esse valor significa que a empresa apresenta um nível de maturidade de 55% em construção enxuta, sendo enquadrada, segundo a escala criada por Carvalho (2008) (Quadro 2), no nível C, subnível C de maturidade, que tem como característica o "foco em qualidade, mas com baixo ou nenhum conhecimento em construção enxuta".

A empresa não atende completamente a nenhum dos onze princípios. O 8º princípio apresentou maior percentual de atendimento (73%) enquanto o que a maior deficiência da empresa corresponde ao princípio 10 (37%), indicando uma grande oportunidade de gerir melhor o balanceamento das melhorias no fluxo e das melhorias das conversões.

As respostas que se destacaram durante a entrevista para cada um dos *stakeholders* aparecem nos Quadros 4, 5, 6, 7, 8 e 9 a seguir.

**Quadro 4 - Destaques da entrevista com o diretor**

| Perguntas | Respostas |
|---|---|
| Existe preocupação em reduzir o tempo de ciclo dos empreendimentos? Como? | Sim. Quando preciso que algo seja feito mais rápido, eu aumento o número de funcionários naquela atividade. |
| A empresa realiza controle sobre seu faturamento periodicamente (mensal, trimestral, anual)? | Sim, semanalmente. |

Fonte: Autores.

Sob o ponto de vista do diretor, nota-se que os princípios que apresentam maior desempenho (Tabela 1) são os: P1 (90%) e P5 (90%); já o princípio que teve um menor desempenho foi o P11 (40%), o que representa um ponto de atenção e possibilidade para melhorias em relação ao uso de referências de ponta.

**Quadro 5 - Destaques da entrevista com o engenheiro de obras**

| Perguntas | Respostas |
|---|---|
| Há a preocupação da obra em reduzir as atividades que não agregam valor? Cite exemplos de atividades que não agregavam valor e que foram eliminadas no último ano. | Em alguns aspectos o estoque de materiais é feito em um local definitivo, o que diminui transportes desnecessários na obra. Foi trocada a utilização de alguns materiais como por exemplo uso de argamassa estabilizada para diminuir a quantidades de insumos a ser comprada. |
| Existe a preocupação em traçar um mapeamento do estado atual e projetar um mapeamento do estado futuro do fluxo de trabalho da obra? Por exemplo avaliando o layout atual do canteiro e constantemente estar experimentando novas disposições. | Não, para a realização das obras faz-se o que está sempre mais habituado a fazer. Mudanças sofrem uma certa resistência da mão de obra. |
| Existe a preocupação em posicionar estrategicamente os depósitos de materiais a fim de melhorar o desembarque e o consumo dos mesmos? | Sim, os materiais são dispostos de maneira que seja fácil a sua utilização e depois o transporte e uso. |

Fonte: Autores.

De acordo com o engenheiro de obras, percebe-se que o princípio P8 (80%) apresenta maior desempenho (Tabela 1). Os princípios que tiveram um menor desempenho foram: P3 (25%), P9 (20%) e P10 (20%), o que representa um ponto de atenção e possibilidade para melhorias na redução de variabilidade, em termos de melhoria contínua do processo e de balanceamento das melhorias no fluxo com a melhoria das conversões.

**Quadro 6 - Destaques da entrevista com o operário**

| Perguntas | Respostas |
|---|---|
| Você possui conhecimento sobre qual a sua produtividade no dia? | Claro! Trabalho com obra faz muitos anos. Tenho prática. |
| Você se considera polivalente, ou seja, capaz de executar várias atividades? | Claro! Pedreiro, encanador, eletricista. |

Fonte: Autores.

A partir da entrevista com o operário, constata-se na Tabela 1 que os princípios que apresentam maior desempenho são os: P6 (100%) e P8 (100%); já os princípios que tiveram um menor desempenho foram os: P10 (20%) e P11 (20%), o que representa um ponto de atenção no processo de balanceamento das melhorias no fluxo com a melhoria das conversões e na adoção de referências de ponta.

**Quadro 7 - Destaques da entrevista com os clientes**

| Perguntas | Respostas |
|---|---|
| Cite pelo menos três itens que você enxerga como valor no produto ofertado? E três itens que considera como valor não agregado? | Laje de concreto no teto, o tamanho do terreno e a localização perto do centro da cidade. Casa pequena, terreno não utilizado, está na esquina. |
| Como você classificaria a flexibilização do produto ofertado? | Muito boa, pois o terreno é grande e possibilita alterações futuras. |

Fonte: Autores.

A partir da entrevista com os clientes, observa-se que os princípios que apresentam maior desempenho (Tabela 1), são os: P2 (80%), P4 (80%) e P8 (80%); já o princípio que teve um menor desempenho foi o P10 (0%), o que representa um ponto de atenção no processo de balanceamento das melhorias no fluxo e das melhorias das conversões.

**Quadro 8 - Destaques da entrevista com o fornecedor**

| Perguntas | Respostas |
|---|---|
| A construtora lhe fornece alguma segurança em relação a continuidade das vendas de seu produto ou serviço? | A execução de casas é bem frequente, então sim. |
| Existe controle sobre índices de desempenho de produtos produzidos e descartados por não atenderem aos padrões de qualidade? | Sempre que o pessoal da obra recebe algo com problema, eles reclamam e a gente troca. |

Fonte: Autores.

A partir da entrevista com o fornecedor e dos dados apresentados na Tabela 1, nota-se que o princípio que apresenta maior desempenho é o P7 (80%); já os princípios que tiveram um menor desempenho foram os: P1 (20%), P3 (20%), P10 (20%) e P11 (20%), o que representa um ponto de atenção e possibilidade para melhorias na redução de atividades que não agregam valor e das variabilidades; no balanceamento das melhorias no fluxo e das melhorias das conversões; e no uso de referências de ponta (*benchmark*).

**Quadro 9 - Destaques da entrevista com o projetista**

| Perguntas | Respostas |
|---|---|
| Como você entende o conceito sobre valor para o cliente da construtora? | Sempre tentamos colocar no projeto coisas que estão em alta e que vão ajudar a vender a casa mais rápido, dentro do orçamento que temos. |
| Quando são identificadas diferenças entre projetado e executado como a projetista se comporta frente a construtora? | A construtora é alertada, mas nem sempre segue as orientações. |

Fonte: Autores.

A partir da entrevista com o projetista e dos dados apresentados na Tabela 1, percebe-se que o princípio que apresenta maior desempenho é o P11 (80%); já o princípio que teve um menor desempenho foi o P5 (30%), o que representa um ponto de atenção e possibilidade para simplificar e minimizar o número de passos e partes.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme relatado pelos profissionais, a empresa não possui uma filosofia da Construção Enxuta implantada, e aparentemente não tem nenhum conhecimento sobre esse assunto. Além disso, os percentuais da avaliação variam significativamente entre os *stakeholders*, tendo como mais elevada a avaliação do diretor e menos elevada a avaliação do fornecedor. O diretor parece querer melhorar a empresa como um todo e os processos, e acredita estar fazendo isto. No entanto, nesta empresa, como acontece em outras do setor, o desempenho poderia ser melhor se os responsáveis conhecessem e utilizassem as ferramentas da Construção Enxuta. Percebeu-se que o baixo nível de maturidade em construção enxuta não se deve apenas ao porte da empresa, mas também à área de atuação (obras residenciais e comerciais simples), com uso de técnicas tradicionais e serviços que não envolvem muita precisão, tecnologia ou controle.

Assim, a contribuição do trabalho foi o de apontar as oportunidades de melhoria das empresas, sendo que os resultados da avaliação podem auxiliar os gestores na tomada de decisão e na busca pela implementação dos princípios da construção enxuta, uma vez que se consegue identificar problemas e potencialidades de aplicação destes princípios nas empresas. Cabe destacar que, apesar de existirem outros métodos para a análise do grau de aplicação de Construção Enxuta em uma empresa, como é natural na pesquisa científica, decidiu-se por utilizar o método de Carvalho (2008) por sua visão abrangente, com questionário aplicado a diversos *stakeholders*. Além disso, o método foi revisado em

2017 por um trabalho avaliado por pares. Sendo assim, o protocolo de pesquisa se mantém atualizado.

## REFERÊNCIAS


ÁVILA, R. **Como calcular o grau de maturidade com diagnóstico organizacional**. 2015. Disponível em: https://blog.luz.vc/como-fazer/como-calcular-o-grau-de-maturidade-com-diagnostico-organizacional/. Acesso junho de 2021.

CARVALHO, B.S. de **Proposta de uma ferramenta de análise e avaliação das construtoras em relação ao uso da construção enxuta.** 2008. 141f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CARVALHO, B. S.; SCHEER, S. Analysis and Assessment for Lean Construction Adoption: The DOLC Tool. In: **25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.** Heraklion, Greece, 9-12 Jul 2017. pp 429-435. 2017.

ERIKSSON, P. E. Improving construction supply chain collaboration and performance: a lean construction pilot project. **Supply Chain Management:** An International Journal, v. 15, n. 5, p. 394-403, 2010.

HUSSIN, J. M.; RAHMAN, I. A.; MEMON, A. H. The way forward in sustainable construction: issues and challenges. **International Journal of Advances in Applied Sciences**, v. 2, p. 15–24, 2013.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Diagnóstico dos resíduos sólidos da construção civil. **Relatório de Pesquisa.** Brasília, 2012.

JOHN, V. M.; SILVA, V. G. da; AGOPYAN, V. Agenda 21: uma proposta de discussão para o construbusiness brasileiro. In: Encontro Nacional e I Encontro Latino Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis. Canela, RS, 2001. **Anais ...** Porto Alegre: ANTAC/UFRGS, 2001.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, CA: Center for Integrated Facility Engineering, Stanford University, 1992. (Technical Report, n. 72).

LAURIA, M.; AZZALIN, M. Project and maintainability in the era of Industry 4.0. **Journal of Technology for Architecture and Environment**, p. 184-190, 2019.

NAHMENS, I.; IKUMA, L. Effects of lean construction on sustainability of modular homebuilding. **Journal of Architectural Engineering**, v. 18, n. 2, p. 155-163, 2012.

RODEGHERI, P. M.; SERRA, S. M. B. Maturity models to evaluate lean construction in Brazilian projects. **Brazilian Journal of Operations & Production Management**, v. 17, n. 2, p. 1-21, 2020.

SALEM, O.; SOLOMON, J.; GENAIDY, A.; MINKARAH, I. Lean construction: from theory to implementation. **Journal of Management in Engineering**, v. 22, n. 4, p. 168-175, 2006.

SEBRAE. **Fatores condicionantes e taxa de mortalidade de empresas no Brasil**. Relatório de pesquisa. Brasília, 2004.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** 5. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.


## AGRADECIMENTOS


O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.