

REVOLUCIONANDO A CONSTRUÇÃO CIVIL EM SOBRAL/CE: OS DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION

LEANDRO GOMES
FACULDADE LUCIANO FEIJÃO

PAULO ROBSON PARENTE LINHARES
UNIVERSIDADE ESTADUAL VALE DO ACARAÚ - UEVA

JOSÉ DE CARLOS BATISTA

ALMIRCÉLIO SAMPAIO MARQUES

ROGEANE MORAIS RIBEIRO

Introdução

O Lean Construction, também conhecido como construção enxuta é uma metodologia baseada nas premissas do Sistema Toyota de Produção (STP). Essa filosofia está em crescente aplicação nos canteiros de obras, sua aplicação consiste na identificação e redução dos desperdícios do processo construtivo, consequentemente aumentando a qualidade do empreendimento e atribuição de valor para o consumidor final, visto que o valor percebido está ligado a como o cliente enxerga o produto, que deve satisfazer suas necessidades.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo, identificar as oportunidades de melhorias no canteiro de obra de uma instituição de ensino superior privada, na cidade de Sobral/CE, a partir dos princípios do Lean Construction. O uso da filosofia Lean Construction como ferramenta de gerenciamento de obras, busca por meio da aplicação dos onze princípios Lean, eliminar os desperdícios, otimizar os custos e evidenciar o valor agregado para o cliente final.

Fundamentação Teórica

No final dos anos 40, o Japão vivenciava uma grave crise provocada por sua participação na Segunda Guerra Mundial, ocasionando um cenário financeiro preocupante para as indústrias Japonesas (RODRIGUES, 2015). De acordo com Venturini (2015) nesse período foi desenvolvido na Toyota, indústria automobilística japonesa, o Sistema Toyota de Produção – STP, que foi posto à prova durante a crise do petróleo na década de 70, obtendo com isso o reconhecimento de sua eficiência e vindo a servir de base para as mais diversas indústrias e setores.

Metodologia

A classificação do estudo quanto ao método remete à abordagem qualitativa e caráter exploratório. Para a elaboração inicial do estudo, recorreu-se a uma revisão bibliográfica da literatura especializada nacional e internacional, a fim de selecionar textos e outros materiais que fundamentasse satisfatoriamente o referencial teórico da pesquisa. Foram utilizados artigos de eventos e periódicos, livros e sites da internet dentre os quais foram pesquisados “Google Acadêmico”, “SciELO” e “Google Books”, com o propósito de buscar materiais variados para melhor embasar o tema do presente trabalho.

Análise dos Resultados

Para possíveis melhorias é sugerido a adequação do layout, implementação do sistema de gestão da qualidade, padronização das principais atividades construtivas da obra, utilização de softwares de gestão e controle de obra, mudança do método construtivo, gerenciamento diário de forma integrada, utilização do Drywall, criação de um painel de indicadores de desempenho de pessoas, implantação de um sistema de gestão de suprimentos, implementação de um programa de melhoria contínua, implantação de um sistema de registros de ponto dos colaboradores e a criação de um programa de avaliação de mercado.

Conclusão

O presente trabalho teve como objetivo identificar as oportunidades de melhorias no canteiro de obra de uma instituição de ensino superior privada, na cidade de Sobral/CE, a partir dos princípios do Lean Construction. Diante do exposto fica evidente o atingimento do objetivo da pesquisa, evidenciado pelas análises individuais de cada princípio onde foi descrito situações presente na obra e proposto oportunidades de melhoria para garantir a aplicabilidade do princípio e consequentemente alavancar a produtividade da obra.

Referências Bibliográficas

RODRIGUES, M. V. Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing. Elsevier Brasil, 2015. VENTURINI, J. S. Proposta de Ações Baseadas nos 11 princípios Lean Construction para Implantação em um canteiro de obras de Santa Maria. 82 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Rio Grande do Sul, 2015.

Palavras Chave

Lean Construction, Princípios Lean, Construção civil

Agradecimento a órgão de fomento

Agradecimento à Faculdade Luciano Feijão.

REVOLUCIONANDO A CONSTRUÇÃO CIVIL EM SOBRAL/CE: OS DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION

1 INTRODUÇÃO

O *Lean Construction*, também conhecido como construção enxuta é uma metodologia baseada nas premissas do Sistema Toyota de Produção (STP). Essa filosofia está em crescente aplicação nos canteiros de obras, sua aplicação consiste na identificação e redução dos desperdícios do processo construtivo, consequentemente aumentando a qualidade do empreendimento e atribuição de valor para o consumidor final, visto que o valor percebido está ligado a como o cliente enxerga o produto, que deve satisfazer suas necessidades.

Koskela et al. (2002) definem construção enxuta como “uma maneira de projetar sistemas de produção para minimizar os desperdícios de materiais, tempo e esforço para gerar a maior quantidade possível de valor”. Valente e Aires (2018) afirma que o *Lean Construction* traz como principal conceito o modelo de processos que passam a considerar que não apenas as atividades de conversão são essenciais aos processos de produção, mas também as atividades de fluxo que acontecem naturalmente e são definidas pela movimentação dos operários no canteiro de obras e tempo de espera por materiais nos postos de trabalho.

De acordo com Sousa (2019) a filosofia *Lean*, leva as empresas a apostar naquilo que é mais importante, os colaboradores, a mudança de comportamentos, mentalidades e culturas. De acordo com Tzortzopoulos, Kagioglou e Koskela (2020) pode-se dizer que a aplicação da mentalidade enxuta na indústria da construção civil, tem como objetivo principal eliminar os desperdícios e maximizar o valor. Neste contexto, o *Lean Construction* pode ser usado como uma ferramenta no gerenciamento de obras.

Do ponto de vista de Kagioglou e Koskela (2020) o mais preocupante, contudo, é constatar que as empresas de construção civil se mantêm nos métodos convencionais de gestão de obra. Não é exagero afirmar que a cultura conservadora das empresas potencializa a ineficiência do setor construtivo. A partir desses aspectos, o estudo busca responder a seguinte lacuna, quais os desafios encontrados para a implantação dos princípios da filosofia *Lean Construction* em empresas construtoras?

Diante do exposto, esse trabalho tem como objetivo, identificar as oportunidades de melhorias no canteiro de obra de uma instituição de ensino superior privada, na cidade de Sobral/CE, a partir dos princípios do *Lean Construction*.

O uso da filosofia *Lean Construction* como ferramenta de gerenciamento de obras, busca por meio da aplicação dos onze princípios Lean, eliminar os desperdícios, otimizar os custos e evidenciar o valor agregado para o cliente final. Sabe-se que a aplicação dessa mentalidade aumenta a produtividade nos canteiros de obra, porém as empresas construtoras oferecem resistência na implantação do *Lean Construction*, em muitos casos por não saber como usar tal metodologia em seus processos construtivos (SANTANA et al., 2022).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Origem do *Lean Thinking*: Sistema Toyota

No final dos anos 40, o Japão vivenciava uma grave crise provocada por sua participação na Segunda Guerra Mundial, ocasionando um cenário financeiro preocupante para as indústrias Japonesas (RODRIGUES, 2015). De acordo com Venturini (2015) nesse período foi desenvolvido na *Toyota*, indústria automobilística japonesa, o Sistema *Toyota* de Produção – *STP*, que foi posto à prova durante a crise do petróleo na década de 70, obtendo com isso o

reconhecimento de sua eficiência e vindo a servir de base para as mais diversas indústrias e setores.

Neste contexto, nasce a produção enxuta, surgindo a partir da década de 50, momento em que o Eiji Toyoda fez uma prospecção de três meses na fábrica da Ford, no complexo industrial de *River Rouge, Detroit*, nos Estados Unidos (VICENZI; ANTONI, 2016). O sistema desenvolvido por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda teve como base o Sistema *Ford* de Produção. O Fordismo, como é conhecido também, utilizava o método de produção em massa, grandes máquinas, grandes estoques, inúmeros setores e departamentos, porém, qualidade em segundo plano e altas taxas de produtos defeituosos (ROLDÃO, 2017).

Entretanto, o sistema contribuiu com algumas inovações para a indústria como a alteração na organização do trabalho na manufatura. Dentre elas podem ser citadas a padronização do produto final, a intercambialidade de peças e a linha de montagem, onde uma correia transportava o produto até o operador (DETREGIACHI FILHO; MARTINS; HERRERA, 2017). De acordo com, Valente e Aires (2018) as indústrias japonesas não dispoem dos mesmos recursos tecnológicos que as indústrias americanas, buscaram através de melhorias dos seus processos identificar e eliminar os desperdícios, aos quais foram denominados de Sistema Toyota de produção ou *Lean Production*.

2.1.1 Sistema de Produção Enxuta: *Lean Production*

Segundo Pacheco (2014) o conceito da filosofia *Lean*, (enxuta) parte do princípio de que em todos os processos de uma organização há desperdício, das atividades mais simples as mais complexas. E, ter a mentalidade enxuta é direcionar a empresa para fazer cada vez mais produtos, com menos recursos. Preocupando-se sempre com as necessidades dos clientes, buscando entregar realmente o que eles desejam é no tempo que precisam, tornando as empresas mais flexíveis e capazes de corresponder efetivamente às expectativas dos consumidores. E, ainda conseguir desenvolver, produzir e distribuir produtos com menos esforço humano, espaço, recursos, tempo e despesas globais (POMPEU; RABAIOLI, 2014).

Arslankaya e Atay (2015) relatam que Taiichi Ohno um dos executivos da *Toyota*, idealizou a filosofia juntamente com Eiji Toyoda, dando início às atividades agrupando trabalhadores em equipes que eram responsáveis por um conjunto de etapas de montagem. Após a realização das atividades as equipes, reservavam periodicamente um horário para que os grupos pudessem sugerir melhorias ao processo. Essa prática de sugestões para aperfeiçoamento coletivo e gradual dos processos foi denominado Círculo de Controle da Qualidade (CCQ), que no idioma japonês lê-se *Kaizen*.

Passos et al. (2018), também descreve o segundo pilar o sistema *jidoka*, conhecido como automação do sistema de produção. Nesse sistema fica condicionado que o operador ou a máquina tem a autonomia de parar o processo produtivo toda a vez que for detectada alguma anormalidade na produção, a fim de resolver o problema encontrado e impedir produtos defeituosos.

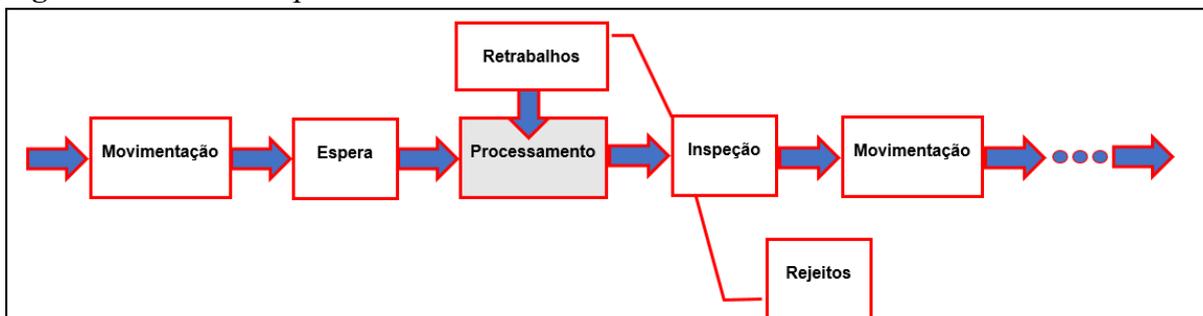
2.2 Sistema de Construção Enxuta: *Lean Construction* e seus princípios

Para Magalhães, Mello e Bandeira (2017), o modelo de gestão convencional usado nas empresas construtoras, costuma definir a produção como um conjunto de atividades de conversão que transforma insumos (materiais e informação) em produtos intermediários (etapas da execução como alvenaria e revestimentos) ou final (edificação). No entanto, o modelo de gestão conservador apresenta algumas deficiências. No modelo tradicional o processo de conversão é visto como um todo, ou seja, não há distinção das atividades que não agregam valor como transporte, espera por material, retrabalhos, etc. Com isso, estima-se que 67% do tempo

gasto pelos trabalhadores em um canteiro de obras estão nas atividades que não agregam valor para o projeto (OLIVEIRA, 2016).

De acordo com Silveira e Mano (2016) o modelo de processamento proposto pelo *Lean Construction*, assume que um processo consiste em um fluxo de materiais, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento e inspeção, conforme mostrado na figura 3.

Figura 3 - Modelo de processo Lean Construction



Fonte: Adaptado de Koskela (1992)

O modelo de processamento *Lean Construction*, exemplificado na figura 3 é aplicável não só para os processos de produção, física, mas também para gestão, planejamento e controle, suprimentos, projeto, entre outros. Porém no caso de processos gerenciais, ao invés de materiais, ocorre o transporte, espera, processamento e inspeção do fluxo de informação. Como exemplo, pode-se citar os dados de entrada, das necessidades dos clientes e a topografia do terreno que, após sucessivas atividades, são transformadas em projetos, arquitetônico, estrutural, instalações entre outros (OLIVEIRA, 2016).

3 METODOLOGIA

3.1 Delimitação da Pesquisa

A classificação do estudo quanto ao método remete à abordagem qualitativa e caráter exploratório, que segundo Bardin (2011) caracteriza-se em conceitos exploratórios sem a utilização de instrumental estatístico de análise de dados. Para a elaboração inicial do estudo, recorreu-se a uma revisão bibliográfica da literatura especializada nacional e internacional, a fim de selecionar textos e outros materiais que fundamentasse satisfatoriamente o referencial teórico da pesquisa.

Tendo como ponto de partida a pesquisa de novas ideias acerca do uso e aplicação das ferramentas do *Lean Construction* em canteiros de obras, a partir da exploração destas ideias foi possível aprofundar a temática e conhecer as técnicas do *Lean Construction* que trazem melhores resultados se implementadas na execução de empreendimentos de construção civil. Para isso, foram utilizados artigos de eventos e periódicos, livros e sites da *internet* dentre os quais foram pesquisados “Google Acadêmico”, “SciELO” e “Google Books”, com o propósito de buscar materiais variados para melhor embasar o tema do presente trabalho.

3.2 Locus da Pesquisa

A fim da melhor identificação das oportunidades de melhoria no canteiro de obras, acerca da aplicação dos princípios *Lean Construction*, realizou-se um acompanhamento em um empreendimento de uma instituição de ensino superior privada, ala do curso de medicina, localizada na cidade de Sobral – CE, a escolha do empreendimento se deu em função do porte

da obra e da disponibilidade de coleta de informações e aplicação dos princípios *Lean Construction* para obter melhorias no processo construtivo.

A empresa executante da obra do empreendimento em estudo não se utiliza da filosofia *Lean Construction* em seus processos construtivos. Esse empreendimento tem o objetivo de entregar a ala do curso de medicina, sendo um pavimento térreo com salas de aulas e laboratórios, totalizando mais de 2 mil metros quadrados de área construída. O prazo de entrega final da obra foi estabelecido para maio de 2023.

3.3 Coleta dos Dados

A coleta de dados sobre a organização e processo construtivo da obra foi o primeiro passo para se estabelecer uma análise e criar uma avaliação do fluxo das atividades de transformação e transporte da obra. A coleta dessas informações foi realizada por meio de uma entrevista semiestruturada com o engenheiro responsável pela execução da obra e o mestre de obra encarregado pelo canteiro. Após o contato com os responsáveis foi aplicado um questionário de avaliação adaptado a partir dos respectivos autores Amorim et al. (2021) e Santana et al. (2022), com perguntas relacionadas aos onze princípios do *Lean Construction*. Cada pergunta apresenta um peso final para classificar a obra em relação a metodologia *Lean*.

3.4 Processo de Análise dos Dados Coletados

Para definir os níveis de classificação de cada pergunta do questionário foi aplicado a escala *Likert*, conhecida por ser uma escala somativa, é o modelo mais utilizado para mensurar atitudes, preferências e perspectivas. Este método é usado para fornecer uma série de respostas a uma determinada pergunta, as categorias de resposta para essa escala têm um grau de concordância, em comum são cinco níveis (FEIJÓ; VICENTE; PETRI, 2020), apresentados no quadro 2.

Quadro 2 - Níveis de classificação por princípios do *Lean Construction*, no questionário de avaliação

NÍVEIS PARA CLASSIFICAÇÃO DAS RESPOSTAS	
1. Discordo Totalmente	O conceito não está presente ou existe inconsistências em sua implementação
2. Não Concordo	O conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação
3. Neutro	O conceito está presente, mas há pequenas inconsistências em sua implementação
4. Concordo	O conceito está totalmente presente e efetivamente implementado
5. Concordo Totalmente	O conceito está totalmente presente e efetivamente implementado evidenciando melhorias na sua execução nos últimos 12 meses

Fonte: Adaptado de Amorim et al. (2021) e Santana et al. (2022)

Para que todos os princípios *Lean* tivessem a mesma importância no resultado final da pesquisa, foi considerado que todas as perguntas do questionário independente do princípio terão o mesmo peso, visando a melhor análise dos dados coletados, foi usado o *software* editor

de planilhas e gráficos denominado *Excel*. Para uma melhor análise foi escolhido o gráfico em forma de radar, que será apresentado no tópico de análise e discussões dos resultados.

No gráfico de radar será apresentado as informações coletadas no questionário de avaliação. A partir das análises individuais de cada princípio é possível verificar o menos utilizado na obra. O gráfico de radar terá 5 cores, cada cor representa um nível na aplicação dos princípios *Lean Construction*, os níveis citados estão descritos no quadro 3. Desta forma, auxiliado pelas cores foi possível identificar os pontos críticos da obra, ou seja, a ausência da aplicação dos princípios *Lean Construction*.

Quadro 3 - Classificação da obra de acordo com o *Lean Construction*

Nível de Avaliação dos onze princípios			%	Nível	Característica	
	100%	81%	Excelente	Aperfeiçoamento em busca pela excelência dos processos construtivos na construção enxuta		
	80%	61%	Avançado	Consciência e aprendizado dos colaboradores envolvidos sobre a filosofia <i>Lean Construction</i>		
	60%	41%	Intermediário	Conhecimento parcial e algumas inconsistênciasna implementação dos onze princípios <i>Lean Construction</i>		
40%	21%	Baixo Intermediário	Conhecimento parcial, mas há inconsistências sobre o <i>Lean Construction</i>			
20%	0%	Baixo	Conhecimento praticamente nulo ou grandes inconsistências sobre o <i>Lean Construction</i>			

Fonte: Adaptado de Santana et al. (2022)

Em complemento com o questionário de avaliação preenchido, realizou-se uma verificação dos princípios *in loco*, diretamente no canteiro da obra, onde foi aplicado o ciclo de Ohno como ferramenta de observação para coleta de dados afim de registrar e analisar a veracidade dos dados obtidos no questionário de avaliação. Assim, tornando possível realizar uma validação apontando os princípios desenvolvidos na obra e identificar as oportunidades de melhorias com base na metodologia *Lean construction*.

4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com os instrumentos de coleta, questionário, entrevistas e observações feitas no canteiro de obra, sobre a aplicabilidade dos onze princípios *Lean Construction*, conforme descrito na metodologia da pesquisa. O questionário foi aplicado com o engenheiro responsável pelo empreendimento e o mestre de obras responsável pela execução, todas as respostas foram validadas através de observações feitas *in loco*.

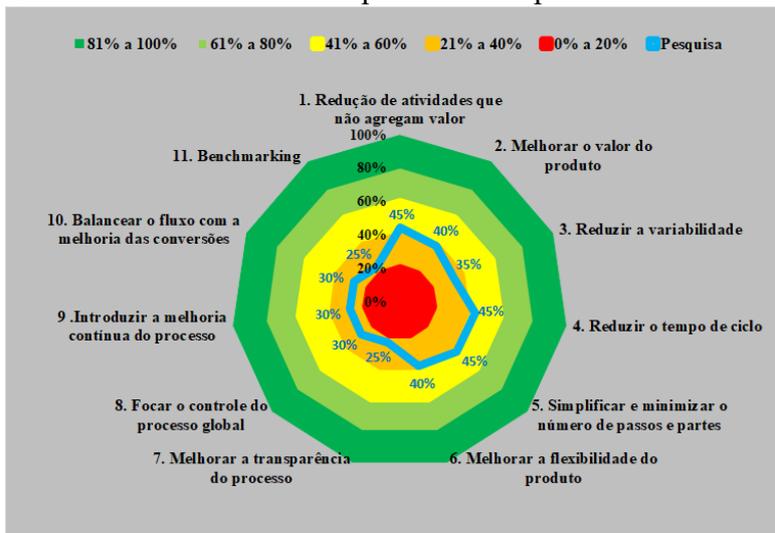
4.1 Análise Geral da Aplicação dos onze princípios *Lean Construction*

Para uma melhor apresentação dos resultados obtidos na aplicação do instrumento de avaliação aplicado no canteiro de obra em estudo, conforme descrito na metodologia foi usado um gráfico de radar, para discriminar cada princípio e seu respectivo percentual obtido na aplicação do conceito em análise, a partir das respostas dadas no questionário e observações do canteiro em estudo, aplicando a fórmula descrita na metodologia (SANTANA et al., 2022). Na análise global a obra em estudo atingiu 35% de resultado em relação a aplicabilidade dos

princípios *Lean*, ou seja, está no nível” baixo intermediário” na aplicabilidade dos princípios *Lean Construction*, vale ressaltar que a empresa executante do empreendimento em estudo não se utiliza da metodologia *Lean construction*, e o resultado obtido é a situação atual da empresa em relação a filosofia *Lean*.

No gráfico 1, está exposto o resultado obtido a partir do instrumento de coleta aplicado no canteiro da obra em estudo, o gráfico mostra o resultado de forma individual de cada princípio, permitindo conhecer a situação de cada conceito aplicado na coleta dos dados, facilitando na geração de ações corretivas para implantação dos princípios *Lean*.

Gráfico 1 - Resultados do questionário aplicado



Fonte: Autoria do autor (2023)

Para um melhor entendimento dos percentuais obtidos em cada princípio e seu respectivo nível de avaliação enquanto a aplicabilidade do princípio na obra consultar o quadro 3 descrito na metodologia. A partir dos resultados da pesquisa ilustrado no gráfico, os princípios com menor percentual de aplicação nessa obra, é “ 7. melhorar a transparência do processo” e “ 11. *Benchmarking*”, ambos no nível baixo intermediário.

4.2 Análise Individual dos princípios *Lean Construction*, Oportunidades de Melhorias

4.2.1 Princípio 1: Redução de Atividades que não Agregam Valor

A situação atual da aplicação do princípio 1, atingiu um percentual de 45% de aplicabilidade, logo a obra se encontra no nível intermediário, ou seja, conhecimento parcial sobre o conceito e inconsistências em sua implantação. Diante do resultado obtido foi possível identificar atividades que não agregam valor, consideradas desnecessárias para o processo construtivo, a partir da observação *in loco*, conforme exposto nos resultados de Oliveira (2016), podemos citar como exemplo a situação abaixo.

Movimentações e transportes desnecessários: foi observado que o projeto do *layout* para o canteiro da obra foi feito de modo que não atende a distribuição adequada dos materiais para os pontos de aplicação, deste modo muitos materiais como blocos de cimento ficavam alocados em pontos distantes do seu local de utilização, como exemplo podemos citar o ponto de armazenamento dos blocos que ficava de 70 a 100 metros de distância de alguns pontos de aplicação.

Diante do exposto podemos pontuar como possíveis melhorias a adequação do *layout* evoluindo conforme o avanço da obra, e equipamentos de transporte de material, como paletes e pá carregadeira, entre outros.

4.2.2 Princípio 2: Melhorar o Valor do Produto

A situação atual da aplicabilidade do princípio 2, atingiu um percentual de 40% de aplicação, logo a obra se encontra no nível baixo intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação. Diante do resultado obtido foi possível identificar a inexistência de ações e procedimentos que melhoram o valor do produto percebido pelo cliente, a partir da observação *in loco*, em conformidade com os resultados de Fernandes (2020).

Sistema de gestão da qualidade – SGQ: foi observado que a empresa responsável pela execução do empreendimento não tem um sistema de gestão da qualidade implementado em seus processos construtivos, vale ressaltar que é muito importante que se tenha um olhar com relação a qualidade de modo geral, haja vista, que o cliente precisa receber sua obra finalizada com qualidade, sem problemas e imperfeições, melhorando o valor percebido pelo consumidor.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria a implementação do sistema de gestão da qualidade – SGQ. Batistti et al. (2018) relata que a percepção do cliente muda em relação à empresa quando está tem um SGQ implantado, tornando a empresa mais confiável, outro diferencial percebido com o sistema de gestão da qualidade são os problemas ambientais e geração de resíduo pela obra, ficando evidente a importância do SGQ, além de gerenciar os processos e os resíduos da obra, melhora o valor percebido pelo cliente.

4.2.3 Princípio 3: Reduzir a Variabilidade

A situação atual da aplicação do princípio 3, atingiu um percentual de 35% de aplicabilidade, logo a obra se encontra no nível baixo intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação. Diante das observações feitas no canteiro de obra, juntamente com os dados levantados com o instrumento de coleta, partilhando dos resultados do autor Santos (2021), ficou evidente a não padronização das principais atividades executadas.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria a padronização das principais atividades construtivas da obra. Segundo Teixeira (2018) os procedimentos para execução formalizadas das atividades são indispensáveis, sendo necessários que todos os colaboradores tenham conhecimento do processo de execução, padronizar as atividades, facilita muito em relação a variabilidade que pode acontecer no processo construtivo.

4.2.4 Princípio 4: Reduzir o Tempo de Ciclo

A situação atual da aplicabilidade do princípio 4, atingiu um percentual de 45% de aplicação, logo a obra encontra-se no nível intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, com algumas inconsistências em sua implementação. Diante das análises, foi percebido que pouco se mede a produtividade dos colaboradores dentro da obra em estudo, conforme os resultados de Gomes (2017), em muitas situações os colaboradores não eram informados sobre sua meta de produção diária, ficando à mercê de sua própria priorização.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria, a utilização de *softwares* de gestão e controle de obra, garantindo a integração entre todos os níveis de atuação da obra. De acordo com Oliveira (2019) a produtividade no canteiro de obras e a relação entre as entradas de materiais, recursos humanos, equipamento, informações é o processamento,

gerando o produto final, nesse caso a edificação, Oliveira (2019), também relata que a aplicação de *softwares* na análise e controle da produtividade no canteiro de obras, possibilita que o gestor do empreendimento, possa tomar decisões importantes em tempo real, de acordo com a evolução da obra.

Outras possíveis melhorias para reduzir o tempo de ciclo seria a mudança do método construtivo, saindo do método convencional, vedações internas em tijolo cerâmico, para vedações internas em *Drywall*, *Steel frame*, *Lightwall*, EPS entre outros métodos inovadores de construção, cada um desses métodos reduzem o *Lead Time* e melhoram a produtividade no canteiro de obra (SANTOS, 2021).

4.2.5 Princípio 5: Simplificar e Minimizar o Número de Passos e Partes

A situação atual da aplicação do princípio 5, atingiu um percentual de 45% de aplicabilidade, logo a obra encontra-se no nível intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, com algumas inconsistências em sua implementação. Diante das análises e observações feitas *in loco*, conforme os resultados de Sousa (2019), não foi constatado reuniões de alinhamento com equipe sobre os serviços a serem executados na semana, também não foi evidenciado qualquer tipo de gestão visual, como quadros de indicadores e produtividades das equipes.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria o gerenciamento diário de forma integrada. De acordo com Grande et al. (2020) o gerenciamento diário é um processo contínuo que tem como objetivo garantir que as atividades sejam executadas de maneira certa, na hora certa, gerando ideias e discussões integrado, com a gestão visual, reuniões diárias, cadeia de ajuda é a liderança do empreendimento, tornando o processo transparente e robusto.

4.2.6 Princípio 6: Melhorar a Flexibilidade dos Produtos

A situação atual da aplicabilidade do princípio 6, atingiu um percentual de 40% de aplicação, logo a obra encontra-se no nível baixo intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação. Diante das análises e observações *in loco*, partilhando dos resultados de Teixeira (2018), foi evidenciado o modelo de construção convencional, com pouca flexibilidade em seus processos, exemplo alvenaria de vedações em tijolo cerâmico e concreto, importante ressaltar que a exigência do cliente e que o empreendimento seja executado no método convencional.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria, dependendo da necessidade e aceitação do cliente, a utilização do *Drywall* nas vedações internas do empreendimento. De acordo com Silva (2017) uma das vantagens no uso do *Drywall* nas vedações é a flexibilização do projeto onde se usa o sistema de lajes planas, sem vigas, deixando o empreendimento sem limitações na mudança futura dos *layouts*.

4.2.7 Princípio 7: Melhorar a Transparência dos Processos

A situação atual da aplicação do princípio 7, atingiu um percentual de 25% de aplicabilidade, logo a obra encontra-se no nível baixo intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação. Diante das análises e observações, esse princípio teve um dos piores desempenho em relação a sua aplicabilidade no empreendimento em estudo, conforme os resultados de Silva e Mello (2021), durante as visitas ao canteiro não foi evidenciado nenhum indicador de desempenho das atividades realizadas.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria a criação de um painel de indicadores de desempenho de pessoas. Para Seidler, Czarneski e Cerqueira (2018) os

indicadores de desempenho também conhecido como sistema de mensuração, surgiu da necessidade de controle dos recursos, seja pessoal, maquinário ou materiais, permitindo a melhor visão do andamento das atividades da obra, ou seja, a avaliação do desempenho é essencial no auxílio do gerenciamento estratégico do empreendimento, é necessário entender o passado para controlar o presente e planejar o futuro.

4.2.8 Princípio 8: Focar o Controle do Processo Global

A situação atual da aplicabilidade do princípio 8, atingiu um percentual de 30% de aplicação, logo a obra encontra-se no nível baixo intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação. Diante dos dados levantados e observações *in loco*, também apontado nos resultados de Venturini (2015), foi possível constatar que a obra em estudo não trabalha com estoques reduzidos, dado o fato que existia muitos estoques de material espalhados no canteiro, exemplo: blocos de tijolo cerâmico, barras de aço entre outros.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria a implantação de um sistema de gestão de suprimentos. Segundo Fernandes (2022) não é possível falar de gestão de suprimentos na construção civil sem considerar a eficiência da logística dos fornecedores de materiais, nesse sentido o principal objetivo da gestão de suprimento é garantir a integração, fornecedor, logística e cliente, garantido os níveis de matérias em estoque com quantidades mínimas e máximas, dependendo da necessidade dos processos na obra.

4.2.9 Princípio 9: Introduzir a Melhoria Contínua do Processo

A situação atual da aplicação do princípio 9, atingiu um percentual de 30% de aplicabilidade, logo a obra encontra-se no nível baixo intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação. Diante das análises e observações *in loco*, conforme resultados de Fernandes (2020), não foi evidenciado programas que promovesse a melhoria contínua nos processos construtivos, também não foi observado nenhum dispositivo de coleta de sugestões de melhorias pelos colaboradores.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria a implementação de um programa de melhoria contínua. De acordo com Zanotti (2018) melhoria contínua é o processo de inovação de forma sistemática, atingindo todos os processos independente da atividade, podendo ser visto como uma forma de envolver todo os colaboradores no mapeamento das oportunidades em processamento, na construção civil tem inúmeras formas de implementação da melhoria contínua, sendo a mais sustentável o reconhecimento dos colaboradores que buscaram melhorar o seu processo de atuação.

4.2.10 Princípio 10: Balancear o Fluxo com a Melhoria das Conversões

A situação atual da aplicabilidade do princípio 10, atingiu um percentual de 30% de aplicação, logo a obra encontra-se no nível baixo intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação. Diante dos dados levantados e observações *in loco*, foi constatado que a empresa executante não possui um bom controle sobre o fluxo de colaboradores atuantes na obra, situação evidenciada pelo controle de ponto dos colaboradores, sendo feito de forma manual.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria a implantação de um sistema de registros de ponto dos colaboradores. Atualmente o mercado está repleto de novas tecnologias voltadas para o registro e controle de entrada e saída dos colaboradores, esse sistema faz o controle do banco de horas e das horas extras realizadas no canteiro, ainda pode

ser integrado a folha de pagamento, facilitando a gestão do pagamento dos colaboradores (ABREU, 2016).

4.2.11 Princípio 11: *Benchmarking*

A situação atual da aplicação do princípio 7, atingiu um percentual de 25% de aplicabilidade, logo a obra encontra-se no nível baixo intermediário, ou seja, o conceito está parcialmente presente, mas há inconsistências em sua implementação. Diante das análises e observações feitas *in loco*, conforme os resultados de (TEIXEIRA, 2018), foi constatado que a empresa executante do empreendimento não busca em outras empresas construtoras, técnicas, tecnologias e boas práticas que possam ser aplicadas em seus processos construtivos.

Diante do exposto podemos pontuar como possível melhoria a criação de um programa de avaliação de mercado. De acordo com Lima e Oliveira (2018) o *Benchmarking*, pode ser usado de forma sistêmica e estratégica pelas empresas construtoras, a implementação de boas práticas facilita o entendimento de melhorias já implementadas e ajuda na resolução de problemas existentes no processo construtivo, a partir de técnicas e tecnologias existentes.

4.3 Síntese dos Resultados Obtidos na Pesquisa

No quadro 4 apresentamos um resumo dos resultados obtidos na pesquisa, evidenciando as situações analisadas com as entrevistas e observações *in loco*, cada situação foi relacionada com resultados de autores previamente selecionados de acordo com a relevância de suas pesquisas, posteriormente foi proposto melhorias para o processo construtivo.

Quadro 4 - Resumo dos resultados da pesquisa

Princípios <i>Lean Construction</i>	Situação	Autor(s)	Oportunidade de Melhoria	Autor(s)
1- Redução de atividades que não agregam valor	Movimentação e transporte desnecessário.	Oliveira (2016)	Adequação do <i>layout</i> , e equipamentos para auxiliar na movimentação de material.	Teixeira (2018) e Gitaly et al. (2018)
2- Melhorar o valor do produto	Ausência de um sistema de gestão da qualidade - SGQ.	Fernandes (2020)	Implantação do sistema de gestão da qualidade - SGQ.	Batisti et al. (2018)
3- Reduzir a variabilidade	Ausência de padronização das principais atividades.	Santos (2021)	Padronização dos procedimentos e treinamento das equipes.	Teixeira (2018) e Dos Reis (2017)
4- Reduzir o tempo do ciclo	Colaboradores sem conhecimento de suas metas, diárias e semanais.	Gomes (2017)	Utilização de <i>softwares</i> de gestão e controle da obra; Vedações internas em <i>Drywall</i> , ou em qualquer método inovador de construção.	Oliveira (2019) e Santos (2021)
5- Simplificar e minimizar o número de passos e partes	Ausência de reuniões de alinhamento com equipe; Ausência de gestão visual, como quadro de indicadores e produtividade das equipes.	Sousa (2019)	Reuniões diárias curtas, integrando com a gestão visual de forma transparente, permitindo a identificação dos desvios no processo construtivo.	Grande et al. (2020)

6- Melhorar a flexibilidade do produto	Modelo de construção convencional, com pouca flexibilidade em seus processos.	Teixeira (2018)	Utilização do <i>Drywall</i> nas vedações internas juntamente com o sistema de lajes planas, garantindo uma maior flexibilidade do projeto, sem limitações em mudanças futuras.	Silva (2017)
7- Melhorar a transparência do processo	Ausência de indicadores de desempenho das atividades realizadas.	Silva e Mello (2021)	Implantação de um painel de indicadores de desempenho, expondo os resultados da equipe e situação atual da obra.	Seidler, Czameski e Cerqueira (2018)
8- Focar o controle do processo global	Estoques de materiais em excesso, espalhados no canteiro.	Venturini (2015)	Implantação de um sistema de gestão de suprimentos, integrada com as logísticas dos fornecedores.	Fernandes (2020)
9- Introduzir melhoria contínua do processo	Ausência de um programa promovendo a melhoria contínua, nos processos construtivos.	Fernandes (2020)	Implementação de um programa de melhoria contínua, envolvendo todos os colaboradores.	Zanotti (2018)
10- Balancear o fluxo com a melhoria das conversões	Ausência de um controle do fluxo de colaboradores atuantes na obra, (controle de ponto).	Bocetto e Junior (2015)	Implantação de um sistema de controle de ponto dos colaboradores, facilitando a tomada de decisão no momento certo.	Abreu (2016)
11- <i>Benchmarking</i>	Ausência de boas práticas sendo implementadas como melhorias.	Teixeira (2018)	Criação de um programa de avaliação de mercado, permitindo conhecer boas práticas, novas tecnologias e técnicas construtivas.	Lima e Santos (2018)

Fonte: Autoria do autor (2023)

Cada oportunidade de melhoria foi embasada em pesquisas de diferentes autores relacionados com o tema da filosofia *Lean Construction*, cada proposta tem como objetivo sanar uma situação levantada na pesquisa correlacionando com os princípios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo identificar as oportunidades de melhorias no canteiro de obra de uma instituição de ensino superior privada, na cidade de Sobral/CE, a partir dos princípios do *Lean Construction*. Vale ressaltar que a empresa executante do empreendimento se utiliza dos métodos convencionais de construção, por tanto foi necessário a aplicação de um questionário com perguntas voltadas aos princípios *Lean construction*, a ideia foi fazer o diagnóstico da obra com relação a aplicação dos princípios a partir da percepção dos responsáveis pela obra e posteriormente verificada *in loco*, garantindo a veracidade das respostas obtidas, após as análises preliminares chegamos a um resultado abaixo do esperado, em relação a aplicabilidade dos onze princípios da filosofia *Lean Construction*, a obra em estudo está no nível “baixo intermediário”, conforme a métrica apresentada na metodologia.

Diante do exposto no tópico, análise e discussões dos resultados fica evidente o atingimento do objetivo da pesquisa, evidenciado pelas análises individuais de cada princípio onde foi descrito situações presente na obra e proposto oportunidades de melhoria para garantir, a aplicabilidade do princípio e conseqüentemente alavancar a produtividade da obra, reduzindo os desperdícios e evitando custos desnecessários, garantindo a qualidade e valor percebido pelo cliente.

Após as análises dos dados coletados com a aplicação do questionário, torna-se necessário aprofundar-se nas lacunas dos desafios da implantação dos princípios no canteiro da obra em estudo, durante a realização da pesquisa ficou evidente a barreira do conhecimento sobre o *Lean Construction*, tornando necessário pesquisas que relacionem os princípios e suas barreiras.

A principal dificuldade na realização desse estudo, foi o conhecimento dos envolvidos nas pesquisas sobre o *Lean Construction*, em sua grande maioria os profissionais têm um conhecimento limitado sobre o tema, dificultando o entendimento das perguntas usadas no questionário. Desta forma buscou-se exemplificar cada pergunta com situações do dia a dia vivenciadas por eles, facilitando o entendimento e contornando a limitação da pesquisa, possibilitando respostas conscientes e verdadeiras sobre cada princípio.

Como recomendações para trabalhos futuros com relação a filosofia *Lean Construction*, seria um estudo comparativo de acordo com o nível de internalização da filosofia e o método convencional de gestão de obras, outra pesquisa relevante constituiria em medir o impacto da filosofia *Lean Construction* em relação a sustentabilidade nos canteiros de obra. Cada um desses estudos mencionados como sugestão de pesquisas futuras reforçam a importância da aplicabilidade dos conceitos *Lean* nas obras independente do seu porte, pois evidencia os desperdícios possibilitando o controle dos processos construtivos.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. G. S. Sistema de controle de ponto auxiliado por aplicativo Android. 91 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Engenharia da Computação) - Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Brasília, 2016.

AMORIM, L. V. et al. Avaliação da aplicação dos princípios do lean construction: estudo de caso em Fortaleza-CE. **Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção**, v. 12, p. 1-8, 2021.

ARSLANKAYA, S; ATAY, H. Maintenance management and lean manufacturing practices in a firm which produces dairy products. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 207, p. 214-224, 2015.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Ed. Revista e Ampliada, 2011.

BATISTTI, M. et al. Importância da implantação do sistema de gestão da qualidade ISO 9001: 2008 em empresas da construção civil. **In: Engenharia Civil/2595-1823**, v. 2, n. 2, p. 56-70, 2018.

DETRREGIACHI FILHO, E; MARTINS, N. O; HERRERA, V. É. Análise do Sistema Toyota em uma indústria de embalagens plásticas da região de Marília-SP. **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 1, 2017.

FEIJÓ, A. M; VICENTE, E. F. R; PETRI, S. M. O uso das escalas Likert nas pesquisas de contabilidade. **Revista Gestão Organizacional**, v. 13, n. 1, p. 27-41, 2020.

FERNANDES, N. M. G. et al. A melhoria dos processos baseado em princípios Lean numa organização: caso de estudo. **Tese (Doutorado)** - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2020.

FERNANDES, I. B. et al. **Gestão de suprimentos na construção civil**: um estudo de caso de uma obra localizada em Senador Canedo/GO. 2022.

GOMES, W. M. F. **Análise comparativa das ferramentas lean production**: estudo de caso em uma empresa de pré-fabricados de concreto no semiárido potiguar. 2017.

GRANDE, F. et al. A aplicação do gerenciamento diário no processo de planejamento da produção na construção civil. **Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2020.

KOSKELA, L. et al. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford: Stanford university, 1992.

KOSKELA, L. et al. The foundations of lean construction. **Design and construction: Building in value**, v. 291, p. 211-226, 2002.

LIMA, Á. R; OLIVEIRA, A. S. O processo de benchmarking: um estudo em empresas de construção civil no município de João Pessoa. **Escritos Contables y de Administración**, v. 9, n. 2, p. 13-35, 2018.

MAGALHÃES, R. M; MELLO, L. C. B. B; BANDEIRA, R. A. M. Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro. **Gestão & Produção**, v. 25, p. 44-55, 2017.

OLIVEIRA, M. L. et al. Proposta de ações baseadas nos 11 princípios lean construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria–RS. **Revista ESPACIOS**, v. 37, n. 21, 2016.

OLIVEIRA, M. S. Reestruturação de duas linhas de montagem final usando princípios Lean numa empresa de componentes eletrônicos. 215 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia) – Universidade do Minho, 2018.

OLIVEIRA, K. M. Gestão de produtividade na construção civil através da ferramenta controller®: um estudo de caso em São Luís-MA. 62 f. **Monografia** (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

PACHECO, D. A. J. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Production**, v. 24, p. 940-956, 2014.

PASSOS, D. et al. Proposta de utilização da ferramenta Just in Time para o controle de estoque em uma concessionária. **Revista Científica**, v. 1, n. 1, 2018.

POMPEU, A. M; RABAIOLI, V. A filosofia lean manufacturing: seus princípios e ferramentas de implementação. **Multitemas**, 2014.

RODRIGUES, M. V. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing**. Elsevier Brasil, 2015.

ROLDÃO, G. S. Fundamentos da educação sob perspectivas teóricas tayloristas, fordistas e toyotistas para formação no curso de administração. 70 f. **Dissertação** (Mestrado em Educação) – Uberaba, Minas Gerais, 2017.

SANTANA, C. et al. Análise dos onze princípios da Lean Construction no canteiro de obras e propostas de melhorias. **Trabalho de Conclusão de Curso**, Universidade São Judas Tadeu, 2022.
Disponível em:

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/26914/1/TCC%20-%20Lean%20Construction%20-%20Vers%C3%A3o%20Final.pdf>. Acesso em: 03 set. 2023.

SANTOS, E. B. et al. Implantação dos princípios e ferramentas da lean construction: um estudo de caso em um condomínio residencial multifamiliar na cidade de Maringá-PR. **Dissertação** (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

SEIDLER, C; CZARNESKI, F; CERQUEIRA, L. S. A utilização dos indicadores de desempenho de pessoal em uma empresa da construção civil em Rio Grande-RS. **Revista Formadores**, v. 11, n. 5, p. 6-6, 2018.

SILVA, E. N; MELLO, LCBB. Proposta de um sistema de gestão integrando os princípios da construção enxuta (Lean Construction) aos aspectos da gestão da qualidade, segurança, meio ambiente e saúde ocupacional, com o foco nas empresas de pequeno porte da construção civil. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 79384-79414, 2021.

SILVA, RAÍSSA BORGES; PAIVA, THAYNNAN PATRYCK DUARTE ARAÚJO. **A Aplicação do Método Lean Construction na Construção Civil**. 2017.

SILVEIRA, L. P; MANO, A. P. Identificação das práticas de construção enxuta em cinco empresas do sul da Bahia. **Journal of Lean Systems**, v. 1, n. 1, p. 17-30, 2016.

SOUSA, B. B. Melhoria de processos através de ferramentas Lean Construction e outras ferramentas, numa empresa de construção civil. 106 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Industrial) - Universidade do Minho, 2019.

TEIXEIRA, A. P. C. **Aplicação do Lean Construction em canteiro de obras**. 2018.

TZORTZOPOULOS, P; KAGIOGLOU, M; KOSKELA, L. (Ed.). **Lean construction: Core concepts and new frontiers**. Routledge, 2020.

VALENTE, A. C. C; AIRES, V. M. **Gestão de Projetos e Lean Construction: Uma Abordagem Prática e Integrada**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2018.

VICENZI, J. B; ANTONI, V. L. Obtendo produtividade com a aplicação do conceito de produção enxuta: o caso de uma pequena indústria de alimentos. **IX Encontro de Estudos sobre Empreendedorismo e Gestão de Pequenas Empresas**, 2016.

VENTURINI, J. S. Proposta de Ações Baseadas nos 11 princípios Lean Construction para Implantação em um canteiro de obras de Santa Maria. 82 f. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Rio Grande do Sul, 2015.

ZANOTTI, N. L. Padronização de processos produtivos e melhoria contínua como fatores de aumento da produtividade na construção. 113 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, 2018.