



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE ENGENHARIAS

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

ELÓI ROMÃO DOS SANTOS SOUZA

IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS METODOLÓGICAS *LEAN CONSTRUCTION*

NA EXECUÇÃO DE OBRA NO MUNICÍPIO DE TIBAU/RN

MOSSORÓ/RN

2023

ELÓI ROMÃO DOS SANTOS SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS METODOLÓGICAS *LEAN CONSTRUCTION*
NA EXECUÇÃO DE OBRA NO MUNICÍPIO DE TIBAU/RN**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFERSA, campus Mossoró, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador(a): Prof. Dra. Sâmea Valensca Alves Barros

MOSSORÓ/RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S719i Souza, Elói Romão dos Santos.
Identificação de práticas metodológicas Lean
Construction na execução de obra no município de
Tibau/RN / Elói Romão dos Santos Souza. - 2023.
51 f. : il.

Orientadora: Samea Valensca Alves Barros.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2023.

1. Construção Enxuta. 2. Gerenciamento de obra.
3. Valor agregado. I. Barros, Samea Valensca
Alves, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ELÓI ROMÃO DOS SANTOS SOUZA

**IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS METODOLÓGICAS *LEAN CONSTRUCTION*
NA EXECUÇÃO DE OBRA NO MUNICÍPIO DE TIBAU/RN**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFRSA, campus Mossoró, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Defendido em 16 / 05 / 2023

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente
SAMEA VALENSCA ALVES BARROS
Data: 19/05/2023 07:59:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Sâmea Valensca Alves Barros (UFRSA)
Presidente



Documento assinado digitalmente
MARIA ARIDENISE MACENA FONTENELLE
Data: 19/05/2023 10:49:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Maria Aridenise Macena Fontenelle (UFRSA)



Documento assinado digitalmente
MARILIA PEREIRA DE OLIVEIRA
Data: 20/05/2023 14:15:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Marília Pereira de Oliveira (UFRSA)
Membro Examinador

Aos meus pais, Rejane Maria e Eliemar Xavier, que enxergaram o meu futuro primeiro que eu, que traçaram o melhor caminho para que eu pudesse trilhar e que investiram na minha educação na certeza dos bons frutos que seriam colhidos. Hoje, eles veem um filho se tornar Engenheiro Civil; dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por proporcionar esse momento na minha vida, por plantar sonhos no meu coração e me dar sabedoria para realizá-los, por se fazer presente por meio de pessoas que me incentivam e me ajudam a evoluir pessoal e profissionalmente e por me mostrar que vale a pena.

Aos meus pais, Rejane Maria e Eliemar Xavier, por me permitirem ir em busca dos meus sonhos e acreditarem tanto quanto eu em cada novo projeto da minha vida. À minha irmã, Eloá Raquel, por enxergar em mim uma fonte de inspiração e me motivar a persistir.

À minha dupla da Universidade, Gisley Almeida, por ter firmado essa parceria comigo, pelos conselhos, ajuda e ter feito esse árduo caminho ser menos complicado.

A Gilmário Costa, por todo apoio, pelo incentivo, por acreditar em mim, por me encorajar e por me fazer enxergar meu potencial nos momentos de incertezas. Uma peça fundamental na minha formação.

Ao meu amigo e irmão, João Pablo, por partilhar comigo muitos sonhos, pela amizade tão fiel, por torcer por mim e por vibrar cada conquista minha como se fosse dele (que também é). Faz parte da minha história.

Aos meus amigos que compartilharam comigo todo esse tempo nessa jornada. Aos que, independente da distância, estiveram ao meu lado, em especial: Fernanda Laríssa, Maria Helena Costa e Maria Helena Lima.

À minha orientadora, Prof^a Sâmea Valensca, por ter me aceitado como orientando e por toda contribuição na pesquisa. Estendo aqui meus agradecimentos à Prof^a Maria Aridenise, por ter me apresentado o tema da pesquisa, por ter acreditado no meu potencial e por todo auxílio no meu desenvolvimento acadêmico.

Aos profissionais que participaram da minha evolução profissional, aos engenheiros e mestres que nunca hesitaram em dividir comigo suas experiências. Em especial, ao meu amigo e Engenheiro Civil, Savio Couras, que esteve comigo nos meus primeiros passos dentro de uma obra, por toda paciência, cuidado e suporte que foi dado a mim.

Com isso, fica o meu muito obrigado a todos que contribuíram nas várias esferas da minha vida.

“É justo que muito custe aquilo que muito vale.”
Santa Teresa D’Ávila

RESUMO

A Construção Civil vem sofrendo avanços nos últimos anos, inclusive nas metodologias empregadas no gerenciamento de obras, destacando-se nas práticas metodológicas *Lean Construction*, as quais promovem a redução dos processos que não agregam valor, dos desperdícios e dos custos de construção, levando a uma gestão eficiente. A metodologia *Lean Construction* se originou a partir da adaptação dos conceitos estabelecidos pelo Sistema Toyota de Produção (STP). Este estudo de caso teve como objetivo identificar aspectos empregados na execução de uma obra no município de Tibau/RN que se enquadram na metodologia *Lean Construction*. As ferramentas metodológicas empregadas foram a aplicação de questionário e de *checklist*, ademais ocorreu a utilização de registros fotográficos para auxiliar na análise dos dados coletados através dos instrumentos mencionados. A empresa do ramo da construção civil, com sede no município de Mossoró/RN e obras na cidade de Tibau/RN, na construção de condomínio residencial horizontal de alto padrão, apresentou 69,2% de suas ações caracterizadas como práticas *Lean Construction*. Porém, não podendo ser classificada como adotante da metodologia *Lean Construction* integralmente por necessitar adotar as demais práticas que fazem parte dos princípios desta metodologia, a exemplo do uso de ferramentas tecnológicas para facilitar o entendimento dos seus colaboradores na execução de suas atividades e assim evitar o retrabalho. A empresa apresenta potencial para melhorar ainda mais seu processo construtivo desenvolvendo as práticas metodológicas que não foram observadas na realização do empreendimento analisado, proporcionando um gerenciamento ainda mais eficiente e eficaz que irá se refletir em maior lucratividade, maior satisfação de seus clientes e produto final com maior valor agregado.

Palavras-chave: Construção Enxuta. Gerenciamento de obra. Valor agregado.

ABSTRACT

Civil Construction has undergone advances in recent years, including the methodologies employed in the management of works, with emphasis on Lean Construction methodological practices, which promote the reduction of processes that do not add value, waste and construction costs, leading to efficient management. The Lean Construction methodology originated from the adaptation of the concepts established by the Toyota Production System (TPS). This case study aimed to identify aspects used in the execution of a work in the municipality of Tibau/RN that fit the Lean Construction methodology. The methodological tools employed were the application of a questionnaire and a checklist, in addition to the use of photographic records to assist in the analysis of the data collected through the aforementioned instruments. The civil construction company headquartered in the city of Mossoró/RN and works in the city of Tibau/RN in the construction of a high standard horizontal residential condominium presented 69.2% of its actions characterized as Lean Construction practices. However, it cannot be classified as an adopter of the Lean Construction methodology entirely because it needs to adopt the other practices that are part of the principles of this methodology, such as the use of technological tools to facilitate the understanding of its employees in the execution of their activities and thus avoid the rework. The company has the potential to further improve its construction process by developing methodological practices that were not observed in the execution of the analyzed project, providing an even more efficient and effective management that will be reflected in greater profitability, greater satisfaction of its customers and a final product with higher added value.

Keywords: Lean Construction. Work management. Added value.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Casa do Sistema Toyota de Produção	20
Figura 2: Fluxograma de execução	30
Figura 3: Localização do município de Tibau/RN	32
Figura 4: Vista satélite da obra	33
Figura 5a: Via de acesso da área comum	35
Figura 5b: Via de acesso entre as unidades que após concluída será só de uma das unidades	35
Figura 6: Nível a laser utilizado em marcação de piso, revestimentos e bancadas	36
Figura 7a: Retroescavadeira de grande porte pertencente à empresa	37
Figura 7b: Distribuição de argamassas nos postos de trabalho.	37
Figura 8: Corpos de prova de concreto identificados	38
Figura 9a: Esquadria de vidro e alumínio branco	40
Figura 9b: Fachadas padronizadas	40
Figura 10: <i>Checklist</i> de conferência da instalação de contramarcos	41
Figura 11a: Lona sobre piso porcelanato aplicado	43
Figura 11b: Lona sobre bancadas de granito assentadas	43
Figura 12: Gráfico das práticas que caracterizam a metodologia <i>Lean Construction</i>	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Produção Convencional X Produção Enxuta	22
Quadro 2: Princípios e objetivos do <i>Lean Construction</i>	26
Quadro 3: Vantagens da aplicação do <i>Lean Construction</i>	27
Quadro 4: Resultados do programa “ <i>Lean</i> na Construção”	29

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social
CIFE	<i>Center for Integrated Facility Engineering</i>
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
EPP	Empresa de Pequeno Porte
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ME	Microempresa
MRV	Mário, Rubens e Vega
NBR	Norma Brasileira
RN	Rio Grande do Norte
TPS	<i>Toyota Production System</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

©	Copyright
Cm	Centímetro
m ²	Metro quadrado
km ²	Quilômetro quadrado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	17
2.1	Objetivo Geral	17
2.2	Objetivos Específicos	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Gestão na Construção Civil	18
3.2	Sistema Toyota de Produção	19
3.2.1	A origem do Sistema Toyota que levou ao surgimento do <i>Lean Production</i>	19
3.2.2	<i>Lean Production</i> (Produção Enxuta)	21
3.3	Construção Enxuta	21
3.3.1	Aplicação da filosofia <i>Lean</i> na Construção	21
3.3.2	Princípios do <i>Lean Construction</i>	23
3.4	Benefícios do <i>Lean</i> na Construção Civil	27
3.5	<i>Lean Construction</i> no Brasil	28
4	METODOLOGIA	30
5	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	32
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6.1	Canteiro de obra	34
6.2	Gerenciamento da execução da obra	37
6.2	Práticas adotadas pela empresa no processo construtivo da obra	43
7	CONCLUSÕES	45
8	REFERÊNCIAS	46
	ANEXOS	

1. INTRODUÇÃO

A atual conjuntura da indústria da construção vem intensificando mudanças no setor construtivo quando se trata de gestão e controle de processos. São inúmeras técnicas construtivas e materiais que exigem estar devidamente gerenciados para obter resultado satisfatório e de alta qualidade alcançada. Carvalho & Azevedo (2013) afirmam que esse setor integra atividades com diferentes níveis de complexidade, envolvendo uma ampla diversidade de produtos e processos tecnológicos vinculados a diferentes tipos de demandas que necessitam sair dos processos manuais; do cenário de pouco investimento em tecnologia e treinamento e passar a inovar para aumentar seus índices de produtividade em comparação a outros setores econômicos.

Nessa perspectiva, percebe-se que é imprescindível a aplicação de metodologias de controle e gerenciamento com o objetivo de minimizar custos dos empreendimentos, otimizar a produtividade das construtoras e resultar em obras com padrão de qualidade que causem a satisfação de seus clientes. De acordo com Filho (2014), o planejamento é um composto de análises indispensáveis para que se tenha capacidade de tomar decisões acertadas e executar transformações para que se possa cumprir o cronograma. Ressalta, ainda, que tais análises consistem numa metodologia que vai desde as decisões que foram tomadas até as ações necessárias para alcançar o primeiro estágio do empreendimento e transformá-lo no estágio final almejado.

Na indústria da construção, a demanda de edificações modernas, clientes com exigências elevadas e as novas tecnologias que surgem rapidamente fizeram as construtoras perceber o quão é importante investir em um sistema gerencial atrelado a uma metodologia. MATTOS (2019) lista os principais indicadores que são vistos através da adoção de metodologias de gerenciamento, que são: o prazo, o custo, o lucro, o retorno sobre o investimento e o fluxo de caixa.

A implementação da metodologia *Lean Construction*, também denominada Construção Enxuta, oferece resultados imediatos e satisfatórios, devido as melhorias que a metodologia oferece, como a redução de desperdícios levando a obras sustentáveis e com prazos de entrega mais rápido (havendo um cuidado com o cumprimento do prazo estabelecido). Enfim, leva ao planejamento e controle, logo, o canteiro de obras e o processo de produção tornam-se organizados e produtores.

Logo, quando se fala na redução de desperdícios ou perdas no *Lean Construction*, tem-se que considerar não apenas perdas materiais, mas também considerar as perdas de atividades que não agregam valor e diminuem a probabilidade de atingir a satisfação dos clientes (ANDRADE et. al, 2022).

O presente trabalho buscou identificar práticas da metodologia *Lean Construction* por meio da aplicação de questionário, *checklist* e registros fotográficos (autorizados pela empresa) com os profissionais de construtora responsável por obra residencial multifamiliar de alto padrão no município de Tibau/RN.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- ✓ Verificar aspectos empregados na execução de uma obra no município de Tibau/RN que se enquadram na metodologia *Lean Construction*.

2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Realizar pesquisa bibliográfica descritiva sobre o tema abordado nesta pesquisa.
- ✓ Definir os aspectos que se caracterizam como práticas *Lean Construction*.
- ✓ Acompanhar o processo construtivo de uma obra no município de Tibau/RN para identificar os aspectos usados pela empresa que se caracterizam como práticas *Lean Construction*.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Gestão na Construção Civil

Planejar é garantir respostas rápidas e tomadas de decisões certas por meio de monitoramento da evolução do empreendimento e do eventual redirecionamento estratégico (MATTOS, 2019). Ribeiro & Gomes (2016) corroboram com essa definição quando afirmam que planejamento é a forma de estipular objetivos e, por extensão, o gerenciamento é a maneira de realizá-los. Ambos estão conectados para um perfeito desenvolvimento do ciclo construtivo.

Uma gestão de obra bem-sucedida consegue detectar problemas e possíveis atrasos antecipadamente, e assim, solucioná-los da forma mais rápida possível, não alterando o cronograma realizado (RIBEIRO & GOMES, 2016). Gerenciar uma obra, por sua vez, significa administrar, simultaneamente, todas as etapas produtivas e burocráticas da construção. Envolve a administração de tempo, recursos e equipe para que haja o cumprimento do cronograma de obra e a previsão financeira dados no orçamento (MAGALHÃES et. al, 2022).

Com base na NBR 15575-1/2013, a adoção de métodos gerenciais se faz necessário para a implantação da edificação, analisando as características do local, os possíveis riscos de construções e prever as interações entre construções vizinhas. Ainda de acordo com a Norma, os sistemas do projeto em construção devem ser adequadamente planejados, possibilitando os meios que favoreçam as inspeções prediais e as condições de manutenção.

Braga (2016) destaca que o gerenciamento do canteiro de obras é a materialização de todo planejamento do projeto, e consiste em perceber que os materiais devem ser previamente adquiridos e armazenados; a mão de obra deve ser treinada; os resíduos descartados; promover a adequação dos prazos e a redução dos custos sem nunca perder a qualidade.

Ribeiro & Gomes (2016) destacam que gerenciar um empreendimento não é uma tarefa simples e de fácil execução, mas os resultados obtidos por meio da aplicação de técnicas de planejamento aquecem e empolgam o planejador. Suas ações devem ser precisas, bem como flexíveis em determinadas situações. A estratégia dessa importante ferramenta é adotar o diálogo, detectar problemas, aderir a novas ideias e dominar todo o conjunto da obra, além de conhecer os fundamentos teóricos.

Posto isto, torna-se compreendida a necessidade e a importância de um sistema gerencial atrelada a uma metodologia no setor construtivo para que seus processos ocorram de

modo a garantir o alto padrão desejado. À vista disso, o *Lean Construction* surge com práticas metodológicas aplicáveis aos canteiros de obra com o objetivo de auxiliar no controle e gerenciamento das construções.

3.2 Sistema Toyota de Produção

3.2.1 A origem do Sistema Toyota que levou ao surgimento do *Lean Production*

Ghinato (1996) destaca que o Sistema Toyota de Produção (Toyota Production System – TPS) foi desenvolvido para fornecer a melhor qualidade, o menor custo e o tempo de execução mais curto possível, por meio da eliminação de valores que não agregam o resultado final (seja produto ou trabalho padronizado). Logo, Ghinato (1996) afirma que o TPS corresponde a uma cultura organizacional cujo objetivo é resolver problemas nos mais diversos ambientes e situações, surgindo na década de 50, a partir de uma análise realizada sobre os meios de produção por dois engenheiros (Eiji Toyoda e Taiichi Ohno).

Segundo Ghinato (1996), Ohno percebeu que o diferencial produtivo não estava atrelado a nenhum tipo de mão-de-obra especial, mas sim por meio de uma parte de trabalho inútil que seus conterrâneos deveriam estar realizando. Nessa perspectiva, a única forma de se igualar à alta produtividade em questão seria através da eliminação completa de perdas. A partir disso, os princípios do TPS sofreram modificação passando a adotar produção com desperdício zero, prezando a qualidade dos produtos finais, conseguindo mais resultados com uma quantidade menor de matéria-prima e com qualidade superior, aumentando a eficiência da linha de produção. Características essas que passaram a integrar a metodologia *Lean Production* que nasce dos princípios do TPS.

Segundo Ohno (1997), o TPS foi desenvolvido a partir de uma necessidade, visto que, devido o período pós-guerra enfrentado, o mercado se viu na necessidade de tornar necessária a produção de pequenas quantidades de muitas variedades de produtos sob condições de baixa demanda, sendo este o destino da indústria automobilística japonesa na época.

Os dois pilares fundamentais que são imprescindíveis para atingir o objetivo principal no TPS, que consistem em garantir um produto final de alta qualidade, são: *Just-in-time* e *Jidoka* (ANICETO; SIQUEIRA; NUNES, 2016).

A Figura 1 ilustra como os princípios desse sistema estão estruturados.

Figura 1: Casa do Sistema Toyota de Produção.



Fonte: Sousa (2019).

O *Just-in-time*, quando traduzido para o português tem-se algo como no “tempo certo”, logo é o pilar que se busca produzir apenas o que é necessário, quando necessário, no prazo necessário e na quantidade necessária. Contribuindo para a eliminação de estoques e no fluxo constante de processos (CORREIA, 2018).

Já o *Jidoka*, de acordo com Correia (2018), é o pilar que permite que o operário tenha autonomia suficiente para parar os processos em situações necessárias. Dessa forma, é reduzido o desperdício por meio dos defeitos, otimizado o processo e garantida a qualidade almejada.

Monte (2017) afirma que a adoção e adaptação dos princípios e pilares do TPS passaram a compor uma nova concepção de metodologia de produção denominada de *Lean Production* (produção enxuta), que aumenta a segurança dos colaboradores das organizações que adotam esta metodologia de produção. A mesma objetiva envolver e integrar não só o trabalho feito à mão, mas todas as partes da organização.

3.2.2 *Lean Production* (Produção Enxuta)

O mundo foi marcado na década de 90 pelo surgimento da metodologia produtiva denominada de Produção Enxuta, *Lean Production*. Esse sistema produtivo utiliza menores quantidades de tudo quando comparado com a produção em massa, por isso é considerado “lean” (WOMACK, et al., 1998). Nesse sentido, o autor destaca ainda que se economiza nos esforços empregados pelos operários, no espaço utilizado para fabricação e nos desperdícios envolvidos no processo, reduzindo o investimento em ferramentas, levando a resultados com menos defeitos (maior qualidade).

Correia (2018) acrescenta que esse sistema não utiliza o seu porte máximo como acontece no fordismo. O *Lean Production* segue as necessidades do mercado, tornando-se adequado a ele, flexibilizando a produção. Nos momentos que surgem demandas maiores, trabalhadores temporários são contratados para atendê-las (GHINATO, 1996).

Apesar de ter surgido aplicado à indústria automobilística, a filosofia enxuta do TPS ramifica-se em diversas áreas de produção, sendo uma delas a Construção Civil, que redefine a maneira de gerenciar projetos e execuções de edificações, posteriormente chamada de *Lean Construction* (LIMA, 2016).

Freitag (2015) destaca a importância de compreender tal abordagem na construção civil, principalmente, a maneira como pode ser aplicada ao planejamento e ao gerenciamento de obras. Nesta perspectiva, percebe-se que a filosofia de produção enxuta tem sido aplicada na indústria construtiva para reduzir o desperdício, aumentar a eficiência, e tem se mostrado ser eficaz para enfrentar os desafios do ramo.

3.3 Construção Enxuta

3.3.1 Aplicação da filosofia *Lean* na Construção

Souza (2019) destaca que o Sistema Toyota de Produção obteve sua consagração em escala global. O investigador finlandês Lauri Koskela, no ano de 1992, desenvolveu um relatório técnico propondo a aplicação desta nova filosofia para a construção civil, intitulado de “*Application of the new production philosophy in the construction industry*” (Koskela, 1992) publicado pelo *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE), nos Estados Unidos.

A Construção Enxuta, do inglês *Lean Construction*, é conceituada por Koskela (1992) como uma filosofia de produção enxuta orientada e adaptada à indústria da construção civil e suas particularidades. Corroborando com esta conceituação Carvalho (2013) coloca que *Lean Construction* envolve desde a maximização do valor e minimização de desperdícios, estes que são objetivos do sistema de produção enxuta, até a aplicação de técnicas específicas.

O *Lean Construction* trouxe uma mudança conceitual que leva a considerar as atividades de fluxo também pertencentes ao processo de produção, além das atividades de conversão. Essas atividades acontecem naturalmente e são caracterizadas pela movimentação dos funcionários nos canteiros de obras, a espera pela chegada do material nos devidos locais de trabalho, retrabalhos e manutenção (FIGUEIRA, 2016).

O Quadro 1 compara os dois conceitos de produção baseados em Koskela (1992).

Quadro 1 - Produção Convencional X Produção Enxuta.

FILOSOFIA DE PRODUÇÃO CONVENCIONAL	FILOSOFIA DE PRODUÇÃO ENXUTA
• Produção consiste em conversão; • Todas as atividades agregam valor.	• Produção consiste em conversão e fluxos; • Existem atividades que agregam e atividades que não agregam valor.
• Custos das atividades.	• Custo, tempo e valor de fluxos.
• Implemento de eficiência pela implantação de novas atividades.	• Eliminação ou redução de atividades que não agregam valor; • Incremento de eficiência em atividades que agregam valor; • Melhorias contínuas e novas tecnologias

Fonte: Koskela (1992).

Segundo Figueira (2016), essa metodologia para ser aplicada à construção civil deve focar em dois aspectos principais, que são a produtividade e a qualidade da construção. Além disso, na eliminação do desperdício, contrariamente aos métodos tradicionais utilizados. Logo, verifica-se na literatura citada ao longo deste resgate teórico, e dos trabalhos desenvolvidos por Bezerra (2021) e Tavares (2020) que os principais processos e ferramentas que *Lean Construction* deve apresentar são:

1. Melhor gestão dos projetos: Através de *softwares* de modelagem de informações de construção (BIM) que permitam um maior controle e proporcionam uma construção de maior qualidade e satisfação.

2. Gerar resultados otimizados: Através de melhora da performance de suas equipes que permite alcançar a produtividade da entrega dos projetos de capital e infraestrutura.
3. Criação de valor em todo o ciclo de vida dos investimentos e o ganho de escala, alcançando resultados que as tornam ainda mais competitivas.
4. Reduz o desperdício de materiais, tempo (prazos) e esforço durante todo processo construtivo, gerando redução de custo e obras sustentáveis.
5. Utilização de programação visual para orientar equipes de campo relatando evitando o retrabalho.

3.3.2 Princípios do *Lean Construction*

Koskela (1992) afirma que além dos conceitos básicos de Construção Enxuta, existem princípios também necessários para a gestão dos processos. Para ele, esses têm sua devida importância tal quais as ferramentas de trabalho. Em seu estudo, estabeleceu princípios dessa filosofia, sendo eles: redução das parcelas de atividades que não agregam valor ao processo; aumentar o valor do produto; reduzir a variabilidade do processo; reduzir o tempo de ciclo; simplificar e minimizar o número de passos ou partes; aumentar a flexibilidade de saída do produto; aumentar a transparência do processo; foco do controle no processo global; introdução da melhoria contínua do processo; manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões, e aplicar o *benchmarking*.

Venturini (2016) assegura que os processos podem ser melhorados não somente com o aumento da eficiência das atividades de conversão e de fluxo, mas também através da eliminação de algumas dessas atividades. Isso é possível por meio de mapeamento dos processos, onde o fluxo é representado e as atividades que não agregam valor podem ser identificadas e devidamente eliminadas. Destacando a importância desse princípio como orientador da metodologia *Lean Construction*, uma vez que aperfeiçoa o processo e otimiza os movimentos necessários para o fluxo.

Monte (2017) destaca que se deve mapear todas as atividades existentes no processo com a finalidade de identificar as necessidades dos clientes em cada etapa da obra para assim entregar a obra atendendo aos anseios e necessidades do cliente. Nesse sentido, Arantes (2008) relata que a padronização dos procedimentos e atividades internas da obra é o primeiro passo para conseguir iniciar a redução das variabilidades, e assim garantir alta qualidade, com observância no padrão construtivo da obra e atender as necessidades do cliente.

Arantes (2008) e Monte (2017) destacam, ainda, que algumas variedades são mais fáceis de serem possivelmente reduzidas no processo e menciona os tipos existentes, como variabilidade da matéria-prima (dimensões e características, por exemplo), do próprio processo (equipamentos utilizados e o tempo para a execução), na demanda (necessidades dos clientes). As razões que justificam a necessidade da redução das variabilidades, segundo Arantes (2008), são: obra padronizada que satisfaz e faz o cliente visualizar esse princípio da metodologia *Lean Construction*, e eliminar a parcela de atividades que não acrescentam valor e o tempo necessário para a execução da obra (evitar o retrabalho).

As novas tecnologias na conversão acarretam menor variabilidade e, assim, benefícios no fluxo, existem diferentes potencialidades para os fluxos e para as conversões, mas estas diferenças devem ser balanceadas para que ocorram poucas variabilidades. Pondera também que, para aplicação desse princípio, é necessário primeiramente eliminar perdas nas atividades de transporte, inspeção e estoque de um determinado processo e, somente após essa etapa, avaliar a possibilidade de introduzir uma inovação tecnológica (MONTE, 2017).

Koskela (1992) define o tempo de ciclo como sendo a somatória dos períodos necessários para execução da obra, em outras palavras, o ciclo de vida. Monte (2017) ressalta que o tempo é a unidade de medida para a medição de fluxos de processos e que, quanto mais o tempo for reduzido, mais rápido o produto final será entregue ao cliente.

O processo de simplificação corresponde ao princípio que está ligado na forma de redução de passos existentes em um fluxo. À medida que quanto mais passos envolvidos em um processo de produção, maior tende ser o número de atividades de movimentação. Por isso, tem-se que a redução do número de passos leva à eliminação de atividades que não agregam no valor final do produto (KOSKELA, 1992).

Aumento da flexibilidade da produção é o princípio que procura minimizar o tamanho dos lotes; reduzir o tempo de preparação e troca de ferramentas e equipamentos; desenvolver o processo de forma a possibilitar a adequação do produto aos requisitos do cliente o mais tarde possível e utilizar equipes polivalentes (BORGES, 2015).

De acordo com Koskela (1992), a transparência do processo é outro princípio, este se torna maior quando é possível reduzir a possibilidade de ocorrência de erros na produção. Em consonância, Monte (2017) defende que a implantação da transparência tende a expor os pontos falhos existentes no processo produtivo. Assim, o trabalho é facilitado, além de possibilitar a redução do desperdício de materiais e de atividades que não agregam valor.

Cita-se como exemplo de aplicação do princípio da transparência no canteiro o custo da alvenaria que pode ser significativamente reduzido, se houver um esforço de

desenvolvimento integrado com o fornecedor de blocos, no sentido de introduzir a paletização, que consiste em uma prática de agrupar o material em cima de um palete com a finalidade de concentrar a carga para ser mais fácil o seu transporte (ARANTES, 2008).

Já a melhoria contínua do processo é um princípio que pode ser alcançada a medida que os demais vão sendo cumpridos, ou seja, os esforços para a minimização do desperdício e o aumento do valor do produto devem acontecer de maneira sucedente na construtora, sendo requisitos, de acordo com Monte (2017), o trabalho em equipe e a gestão participativa. Arantes (2008) acrescenta que se alcança este princípio promovendo o monitoramento de todo o processo com a utilização de planilhas de conferência e verificação de erros mais frequentes.

A definição de *benchmarking* como processo de aprendizagem a partir das práticas adotadas em outras empresas similares, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento ou aspecto específico da produção, tornou-se um princípio que foi incorporado à metodologia *Lean Construction*, pois busca a melhoria contínua em seus setores. Passando a ser usado como uma referência motivacional para traçar metas, melhorias das atividades em direção à competitividade e crescimento da empresa (VENTURINI, 2015).

A seguir, o Quadro 2 apresenta, resumidamente, os princípios da filosofia *Lean Construction* bem como seus pontos principais.

Quadro 2 - Princípios e objetivos do *Lean Construction*.

PRINCÍPIO	OBJETIVOS
Redução de atividades que não agregam valor	Buscar eliminar ou reduzir as atividades que não acrescentam valor ao processo após identificá-las
Aumentar o valor do produto	Identificar as necessidades dos clientes em cada etapa da obra para assim atender aos seus anseios
Reduzir a variabilidade do processo	Buscar padronizar ao máximo todo o processo produtivo, a fim de diminuir as variabilidades das atividades
Reduzir o tempo de ciclo	Aprimora a sincronização dos fluxos existentes por meio de programações, diminuindo o tempo de deslocamento dos materiais no canteiro
Simplificar e minimizar o número de passos ou partes	Reduzir a quantidade de componentes presentes em determinado produto e a quantidade de passos presentes em um determinado fluxo
Aumentar a flexibilidade de saída do produto	Adequar o produto final à forma desejada pelo cliente sem custos adicionais
Aumentar a transparência do processo	Expor os pontos falhos existentes no processo produtivo e possibilitar a redução do desperdício de materiais
Foco do controle no processo global	Focar o controle de toda a cadeia produtiva da obra
Introdução da melhoria contínua do processo	Estabelecer metas e repassá-las a todos os envolvidos, além de incentivá-los à prática de boas técnicas
Manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões	Introduzir novas tecnologias para que se tenha uma melhoria contínua no fluxo, após reduzir desperdícios e otimizar o valor do produto
Aplicar a <i>benchmarking</i>	Identificar os líderes do ramo e as técnicas utilizadas para o sucesso da empresa

Fonte: Adaptado de Koskela (1992).

3.4 Benefícios do *Lean* na Construção Civil

Sousa (2019) ressalta que a implantação da metodologia *Lean* na Construção proporciona benefícios que vão além da eliminação de valores que não agregam no resultado final da produção, até a procura de uma melhoria no ambiente de trabalho e de todos aqueles que estão inseridos nele, melhorando o funcionamento das equipes organizacionais. Levando a empreendimentos de maior qualidade, consequentemente a satisfação do cliente.

Nesse sentido, o pensamento enxuto configura uma metodologia que visa a mudança em todos os aspectos, inclusive comportamental, incentivando aos envolvidos no processo produtivo a buscarem melhorias nas técnicas utilizadas e na ordenação da produção. Ademais, no ambiente de trabalho, a filosofia *Lean* traz às empresas que a adotam benefícios como: redução de tempo de produção; alta qualidade do produto final; eliminação de desperdícios; organização no ambiente de trabalho e melhor aproveitamento do espaço (ALVES, 2022).

O Quadro 3 apresenta as vantagens na implementação da metodologia *Lean Construction* em um canteiro de obras.

Quadro 3 - Vantagens da aplicação do *Lean Construction*.

Tempo de produção	Otimização do tempo e redução do prazo de entrega
Qualidade do produto final	Padrão de produção e aumento da qualidade
Custos e desperdícios	Redução de produções excessivas, retrabalhos e gastos elevados com materiais de construção
Organização no ambiente	<i>Layout</i> adequado do canteiro de obras
Aproveitamento do espaço	Organização do almoxarifado, redução de estoques e organização de produção
Participação dos envolvidos	Ciência de metas e objetivos que devem ser alcançados por todos

Fonte: Adaptado de Alves (2022).

3.5 *Lean Construction* no Brasil

A metodologia da Construção Enxuta vem ganhando espaço no setor construtivo brasileiro. No âmbito nacional, a aplicação dessa metodologia acontece de forma lenta e gradual, mas gera resultados satisfatórios a quem se submete aos seus fundamentos. Atualmente, existe o programa “Lean na Construção - Grupo de aplicação prática”, criado a partir de uma parceria entre o Centro de Tecnologia de Edificações (CTE) e o *Lean Institute* Brasil (JARDIM; PASSOTO; MARIZ, 2021).

De acordo com os autores, no ano de 2021, cinco grandes empresas do setor participaram do programa em questão e obtiveram resultados bem expressivos. Ganhos financeiros significativos, aumento de produtividade resultante do trabalho padronizado, redução de horas extras, liberações de recursos, redução nos tempos improdutivos, com consequente redução do prazo de entrega da obra foram alcançados através do *Lean Construction*.

A empresa ForCasa expôs que com a adoção da metodologia *Lean* gerou uma otimização na corporação, ganhos, além do melhoramento da comunicação entre os setores produtivos e deixando os funcionários mais ativos quanto ao processo produtivo, que passaram a identificar e resolver os problemas que surgiam nas etapas de produção.

De fato, a gestão visual orienta a todos os colaboradores na execução de suas tarefas e é um meio de obter informações. Ademais, por essa ferramenta é possível identificar possíveis erros mais rapidamente e corrigi-los o quanto antes, aumentando a eficiência da produção (SOUSA, 2019).

A Construtora MRV apresentou como resultado quase meio milhão de economia, além de uma redução expressiva no prazo de entrega da obra. Esses benefícios, juntamente com uma melhor organização do canteiro e determinação clara de metas e objetivos foram derivados da metodologia *Lean* (JARDIM; PASSOTO; MARIZ, 2021).

A partir da apresentação dos resultados alcançados pelas corporações com o emprego da metodologia *Lean Construction* por Jardim, Passoto & Mariz (2021), verifica-se os benefícios trazidos ao setor da construção civil (Quadro 4) são progressivos e criam um círculo virtuoso de engajamento interno por conta dos resultados rapidamente visíveis.

Quadro 4 - Resultados do programa “Lean na Construção”.

Retorno de investimento	5 a 10 vezes o valor investido
Redução do custo	Até 4% do orçamento da obra
Produtividade	Até 100% de ganho nos serviços construtivos estudados
Prazo	Redução entre 2 a 3 meses
Satisfação	Aumento da colaboração dos funcionários envolvidos em todo o processo construtivo

Fonte: Jardim, Passoto & Mariz (2021).

Garcia et. al. (2020) relatam a adoção de práticas *Lean* em uma empresa do ramo da construção civil. No caso abordado, destacou-se a padronização da produção. No setor, padronizar o trabalho traz uma definição precisa de sequências no fluxo, bem como a eliminação do tempo improdutivo devido a espera pela chegada de materiais e equipamentos no posto de trabalho (GARCIA et. al, 2020).

Como resultado, os autores apresentaram como benefício um aumento significativo da produtividade nos canteiros da empresa que adotam as práticas *Lean Construcion*, entre 15% e 30%. Garcia et. al. (2020) destacam a importância da consolidação das práticas adotadas, ou seja, é fundamental que a equipe continue aplicando as ferramentas nas próximas empreitadas da empresa, ampliando os ganhos e a produtividade da organização.

4. METODOLOGIA

Este trabalho consistiu em um estudo de caso auxiliado por uma pesquisa bibliográfica exploratória e descritiva. À medida que buscou investigar se uma das construtoras que atua com obras de alto padrão no município de Tibau/RN apresenta aspectos que caracterizam práticas da metodologia *Lean Construction*.

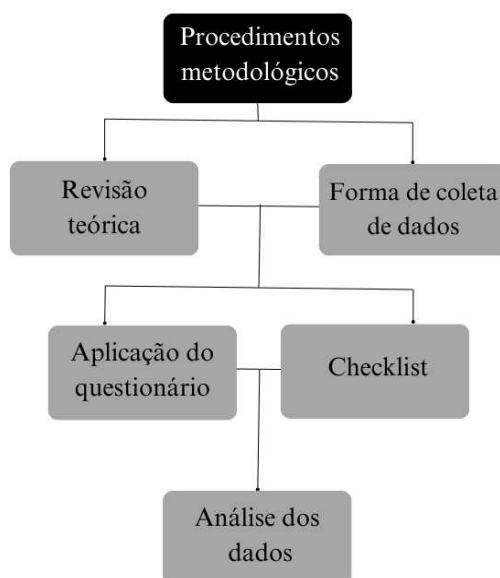
Turrioni & Mello (2012) afirmam que a pesquisa exploratória proporciona uma maior familiaridade com o tema abordado. Tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias. Geralmente possuem como meios técnicos embasamento bibliográfico, entrevistas com pessoas experientes na área e estudos de caso (PRODANOV & FREITAS, 2013).

Prodanov & Freitas (2013) destacam que a pesquisa descritiva tem como objetivo a descrição das características de determinada população. As técnicas utilizadas para a sua realização são padronizadas e envolvem coletas de dados através da aplicação de questionários, *checklist* e observações sistemáticas (GIL, 2008).

O estudo de caso é caracterizado, de acordo com Fonseca (2002), como o estudo de uma corporação bem definida, que objetiva conhecer como é desenvolvido um assunto específico pela entidade que será o universo da pesquisa.

A Figura 2 apresenta os procedimentos metodológicos utilizados na realização deste estudo de caso.

Figura 2: Fluxograma de execução.



Fonte: Autoria própria (2023).

Como foi realizado acompanhamento da execução de uma obra no município de Tibau/RN, para atender a carga horária de estágio curricular necessária para obtenção do título de Engenheiro Civil, optou-se pelo estudo de caso para conciliar o estágio curricular com a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC).

As ferramentas metodológicas utilizadas na coleta de dados para realização do presente trabalho foram: aplicação de questionário apresentado no Anexo I (elaborado pelo autor e aplicado com o Engenheiro Civil responsável pela execução da obra), *checklist* apresentado no Anexo II (elaborado e aplicado pelo autor) e registros fotográficos que identifiquem as práticas.

O questionário foi composto por treze perguntas, que tinham como objetivo levantar informações das atividades desenvolvidas no canteiro da obra, desde o planejamento do *layout* até o processo de entrega do empreendimento, e assim, identificar nelas práticas metodológicas da *Lean Construction*. Enquanto, o *checklist* apresentou treze aspectos que caracterizam a metodologia da Construção Enxuta.

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O universo deste estudo corresponde a uma obra desenvolvida no município de Tibau/RN por uma Empresa que atua no ramo de Empreendimentos e Construções em Mossoró e região, desde a década de 1980, cujo porte da empresa é Demais, por não se caracterizar como Microempresa (ME) e nem Empresa de Pequeno Porte (EPP), segundo critérios do Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Atualmente, além de Mossoró, constroem também em municípios circunvizinhos, como: Areia Branca, Governador Dix-Sept Rosado e Tibau. A empresa possui em seu portfólio mais de 50 obras entregues durante seus anos de atuação no mercado, sendo elas: condomínios residenciais, prédios comerciais, *shoppings*, colégios e residências personalizadas. Em Tibau, a última obra concluída se trata do primeiro *shopping* da cidade, enquanto em Mossoró, ainda em fase de execução, constroem o maior condomínio clube vertical da localidade.

O município de Tibau/RN integra o Polo Costa Branca, que se localiza a 323 quilômetros da capital do Estado do Rio Grande do Norte, Natal, e apenas a 42 quilômetros da segunda maior cidade do Estado, Mossoró (Figura 3). Apresenta área de aproximadamente 169,240 km² e população estimada de 4.140 habitantes (IBGE, 2020).

Figura 3: Localização do município de Tibau/RN.



Fonte: Google Maps (2023).

Em Tibau/RN, a empresa é responsável por quatro obras e para cumprir com sua demanda conta com 145 funcionários distribuídos nelas. Seus colaboradores são profissionais qualificados, que atendem as expectativas da empresa. A equipe de profissionais da empresa é composta por Engenheiro Civil, Almoxarife, Mestre de Obras, Pedreiros, Ajudantes, Encanadores, Eletricistas, Carpinteiros e seus respectivos Auxiliares.

A obra estudada trata-se da construção de condomínio residencial multifamiliar de alto padrão que conterá vinte residências, localizado na Praia das Emanuelas que integra a cidade de Tibau/RN. O terreno possui área de 4.731,69 m², sendo 2.895,15 m² de área construída (Figura 4).

Figura 4: Vista satélite da obra.



Fonte: Google Maps (2023).

É importante ressaltar que das vinte residências, dezessete serão modelo duplex e três modelo triplex, divididos conforme nomenclatura técnica da empresa em: casa tipo 1 com 162,41 m² de área de construção; casa tipo 2 com 131,98 m²; casa tipo 3 com 117,73 m² e casa tipo 4 com 131,96 m². Além disso, contará com espaços de convivência, sendo eles área de lazer composta por piscina, deck e mirante.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A tabulação dos dados coletados com a aplicação do questionário; realização dos registros fotográficos e aplicação do *checklist* levaram a divisão da análise dos dados obtidos em três tópicos: canteiro de obras (*layout*, vias de acesso, distribuição dos materiais e sistemas tecnológicos); gerenciamento da execução da obra (controle de qualidade dos materiais, controle dos equipamentos e máquinas, comunicação entre os funcionários, compatibilização dos projetos, padronização das atividades e acompanhamento da execução dos serviços) e práticas adotadas pela empresa no processo construtivo da obra.

6.1 Canteiro de obra

A organização do canteiro de obras é um dos aspectos necessários para que uma obra possa ser classificada como adotante da metodologia *Lean Construction*. Nesta perspectiva, as quatro primeiras questões foram voltadas para identificar essa prática. A primeira buscou verificar se o *layout* do canteiro de obra foi planejado de forma a permitir que as movimentações no ambiente de trabalho ocorressem sem complicações, e a resposta concedida pelo Engenheiro Civil, responsável pelo gerenciamento e controle da obra, foi que a criação do projeto de *layout* não ocorreu de forma antecipada, o canteiro se adaptou ao espaço cedido pela vizinhança e aos espaços entre as unidades constituintes do empreendimento para cumprir com as necessidades exigidas em cada etapa da construção, ocorrendo mudanças apenas à medida que as atividades foram evoluindo. Este foi um aspecto cuja prática não atendeu a metodologia da Construção Enxuta, uma vez que o *layout* deve ser planejado antes do início da construção a fim de melhorar a dinâmica do canteiro, diminuindo os passos existentes no fluxo e simplificando o processo.

A segunda pergunta foi direcionada à verificação das vias de acesso do canteiro de obras nos aspectos de serem limpas, livres e agradáveis de trabalhar, identificou-se tanto na resposta do responsável técnico quanto nos registros fotográficos (Figura 5a e 5b) que a obra permanece limpa devido à limpeza geral que acontece periodicamente, mais precisamente quando se aproxima os fins de semanas e longos feriados, com o apoio de caminhões e máquinas da própria empresa. Além disso, diariamente os operários são orientados a manter o seu posto de trabalho limpo e organizado.

Figura 5: (a) Via de acesso da área comum; (b) Via de acesso entre as unidades, que após concluída será só de uma das unidades.



Fonte: Autoria própria (2023).

Dessa forma, a circulação dos colaboradores para o desenvolvimento das atividades acontece sem muitas complicações, sendo livre o acesso inclusive de máquinas que são utilizadas para distribuição de materiais no canteiro, reduzindo o tempo de ciclo. Verificando-se a prática de um dos princípios da *Lean Construction*.

A terceira pergunta buscou verificar se há uso de tecnologias no canteiro que auxiliam na execução das atividades, evitando o retrabalho, de acordo com o responsável técnico, a empresa não costuma se apropriar dos meios tecnológicos, sendo o único equipamento tecnológico pertencente à empresa o nível a laser (Figura 6), utilizado para marcação de nível do piso, revestimentos e assentamentos de bancadas, dando precisamente as medidas necessárias, reduzindo o tempo e descartando possíveis erros caso fosse utilizado a mangueira de nível, método mais usual em obras no geral.

Figura 6: Nível a laser utilizado em marcação de piso, revestimentos e bancadas.



Fonte: Autoria própria (2023).

Na prática deste princípio, percebeu-se a necessidade de que haja busca pela introdução dos recursos tecnológicos existentes para promover um gerenciamento de obra mais eficiente, a fim de facilitar o melhor entendimento dos detalhes construtivos para que os colaboradores os executem com precisão e proporcionar o equilíbrio entre a melhoria do fluxo, um dos princípios da metodologia *Lean Construction* que não foi atendido. Embora, haja a preocupação com a entrega de qualidade aos seus clientes a empresa ainda não faz uso de *tablets*, *iPads* e até celulares que permitem a utilização de plataformas de realidade aumentada como o Augin.

Para finalizar a identificação da organização do canteiro de obras desde a concepção do projeto com a elaboração do *layout* do canteiro até a execução da obra com uso de ferramentas tecnológicas, perguntou-se acerca da distribuição dos materiais no canteiro e a chegada desses nos postos de trabalho. Observa-se nas Figuras 7a e 7b que utilizaram máquinas retroescavadeira pertencentes à empresa para distribuição de argamassas, tijolos e demais insumos necessários para a frente de serviço ser executada.

Figura 7: (a) Retroescavadeira de grande porte pertencente à empresa; (b) Distribuição de argamassas nos postos de trabalho.



Fonte: Autoria própria (2023).

Essa prática permite a redução de atividades que não agregam valor (a saída de colaboradores que poderiam ficar aumentando a produtividade da realização da tarefa para buscar do material) e do tempo de ciclo, diminuindo o tempo de deslocamento dos materiais no canteiro e aumentando, proporcionalmente, a produção. Identificando-se uma prática que caracteriza a metodologia da Construção Enxuta.

6.2 Gerenciamento da execução da obra

Durante todo o ciclo de execução de uma obra é necessário que sejam aplicadas práticas gerenciais em busca do cumprimento do cronograma e dos requisitos de qualidade estabelecidos no projeto. Neste sentido, as demais perguntas do questionário buscaram identificar nas técnicas de gerência adotadas características da metodologia *Lean Construcion*.

A quinta pergunta abordou acerca da conferência da qualidade dos materiais utilizados na construção, o engenheiro citou que compete aos Almoxarifes a realização desse controle,

que consiste em identificar a nota fiscal do produto, sua embalagem, quantidade e qualidade. Caso haja qualquer desconformidade com normas específicas do material, não é autorizado o recebimento. Além disso, há um controle de qualidade rígido do concreto utilizado na execução dos elementos estruturais da obra. Sendo da responsabilidade do Engenheiro Civil e do estagiário a verificação da qualidade do concreto através de ensaio destrutivo, onde os corpos de prova são preparados e identificados, de acordo com as normas técnicas do respectivo ensaio (Figura 8).

Figura 8: Corpos de prova de concreto identificados.



Fonte: Autoria própria (2023).

Tal prática permite que a qualidade do material seja alcançada e priorizada, garantido que eles desempenhem a finalidade a qual foram produzidos, além do resultado de excelência do produto final, permitindo a satisfação do cliente e o aumento do valor do produto, outro dos princípios da *Lean Construction* observados na prática da empresa.

De acordo com as informações obtidas, não há responsáveis para adotar o cuidado de observar quando determinado equipamento precisa de uma revisão e mandá-lo periodicamente a uma manutenção preventiva. Esta prática pode contribuir para aumentar os custos da empresa, à medida que muitas vezes será preciso gastar além da manutenção corretiva, tendo que custear o aluguel dos equipamentos para que a produção não pare. Ademais, não faz parte dos princípios da Construção Enxuta.

A sétima pergunta investigou se a comunicação entre os colaboradores é clara, objetiva e direta, facilitando a obtenção das metas. Com as informações coletadas, observou-se que a definição de metas e o repasse das atividades acontecem diariamente entre o Engenheiro Civil, o Mestre de obras e a equipe direcionada a realização da respectiva tarefa da etapa construtiva a ser cumprida para atingir uma meta. Porém, verificou-se que os projetos arquitetônicos e complementares não estão à vista no canteiro, fazendo com que o profissional tenha que procurar pelo Engenheiro Civil (que tem acesso aos projetos) para visualizar o desenho, conferir medidas e tirar dúvidas. Com isso, surge o tempo improdutivo, à espera que o Engenheiro tenha disponibilidade para ir ao posto de trabalho da equipe e a atividade possa ser executada corretamente. Sendo uma prática que não se caracteriza *Lean Construction*.

A pergunta seguinte questionou se a empresa adota padronização tanto em processos e/ou materiais durante a execução da obra, tendo como resposta que a mesma adota a padronização dos produtos utilizados nas atividades e tarefas que compõem o processo construtivo de todos os seus empreendimentos, assim como nos seus processos de compra de materiais. Tendo como exemplo as esquadrias (portas e janelas) que seguem o padrão de dimensões e material utilizado no processo construtivo das unidades unifamiliares, sendo compostas de vidro e alumínio branco, posicionadas igualmente e de mesmo tamanho para cada cômodo das casas. E as fachadas das 20 residências que receberam o mesmo acabamento com grafiato e pintura na cor branca, como mostrado nas Figuras 9a e 9b.

Figura 9: (a) Esquadria de vidro e alumínio branco; (b) Fachadas padronizadas.



Fonte: Autoria própria (2023).

Além disso, há a padronização nos processos internos da empresa, onde a mesma possui setores específicos para cada etapa do processo construtivo. Essa prática se enquadra nos princípios *Lean Construcion* à medida que a padronização é o melhor caminho para reduzir a variabilidade dos processos, principalmente as de matéria-prima (como as dimensões e características) como também tendem a diminuir as atividades que não agregam valor e o tempo necessário para a execução do produto.

Prosseguindo com o estudo, a nona pergunta buscou saber sobre aplicação de *checklists*, elaboração de diário de campo das atividades e se há a utilização de *softwares* para o acompanhamento dos serviços. Segundo o Engenheiro Civil, há realizações de conferências por meio de *checklists* em cada fase finalizada, como apresentado na Figura 10, o *checklist* utilizado para a verificação do assentamento de contramarcos, que são elementos importantes a serem executados porque garantem a correta vedação e fixação das esquadrias. Ademais, o responsável técnico relatou que semanalmente é realizado um relatório fotográfico com os registros dos serviços realizados durante a semana, permitindo a visualização do acompanhamento da evolução da obra e verificar o ritmo de execução para não atrasar o cronograma porque entrega muito fora da data programada não agrega valor ao produto final. No entanto, o uso de *softwares* para o monitoramento das atividades não acontece.

Figura 10: Checklist de conferência da instalação de contramarcos.

1.0	CONTRA MARCO													
CÓDIGO	DIMENSÕES			LOCAL	CASAS									
	LARGURA	ALTURA	PEITORIL		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
P1	2,80	2,10	-	SALA ESTAR										
				SUITE 01										
P2	1,60	2,10	-	SEMI-SUITE										
				SUITE 2										
				MIRANTE										
				VARANDA GPURMET										
J1	0,60	2,10	-	ESCADA										
J2	1,40	0,50	1,10	COZINHA										
J3	0,60	0,40	1,70	BWC SOCIAL										
				BWC DEP. EMPREGADA										
				BWC SUITE 01										
				BWC SUITE 02										
				BWC SUITE 03										
J4	0,60	1,00	1,10	BWC SEMI SUITE										
				SALA ESTAR										
J5	1,00	1,00	1,10	SUITE 1										
J6	1,60	1,00	1,10	DEP. EMPREGADA										
				SUITE 3										

Fonte: Arquivo da empresa.

A pergunta de número dez indagou se a equipe responsável pelos projetos arquitetônicos, hidrossanitários, combate a incêndio e estrutural é a mesma ou constituída por profissionais especializados em cada uma dessas disciplinas. Permitindo verificar que a empresa não projeta seus próprios empreendimentos, no entanto, conta com o apoio dos mais diversos profissionais do ramo para a realização dessa fase que antecede o processo construtivo. O entrevistado explicou que todos os projetos são realizados por empresas especialistas em cada uma das disciplinas. Logo, a parte de concepção arquitetônica até os complementares é terceirizada, isto é, delegada a parceiros confiáveis nas suas respectivas especialidades (Arquitetos, Engenheiros Estruturais, Engenheiros Eletricistas etc.) que atendem às propostas da construtora.

Investigou-se ainda se ocorre a compatibilização dos projetos e qual metodologia é utilizada, caso ocorra. Verificando-se que a empresa ainda não utiliza nenhuma metodologia para a realização da compatibilização do projeto arquitetônico com os complementares. A não utilização de plataformas tecnológicas para auxiliar o processo construtivo corrobora com essa questão da não compatibilização e que a empresa pode rever este aspecto, verificando se é viável no momento passar a adotar para minimizar ainda mais os desperdícios e evitar o retrabalho, maximizando os lucros e diminuindo o prazo de execução. À medida que a falta do trabalho colaborativo entre os projetistas traz, por consequência, custos adicionais na obra, imprevistos no processo construtivo, retrabalhos e atraso no calendário de entrega do empreendimento.

A décima segunda questão foi sobre a realização de *benchmarking* pela empresa, identificou-se que a mesma está sempre analisando o mercado e as empresas que são referência no ramo da construção civil, em busca de melhorias contínuas dos métodos construtivos a serem empregados nos futuros empreendimentos. Uma vez que tanto os gestores das obras (responsáveis por todos os empreendimentos da empresa) quanto os sócios da construtora têm disponibilidade para o conhecimento de produtos novos dos fornecedores, participam efetivamente de reuniões com parceiros, congressos nacionais e feiras da construção civil que apresentam as novidades do mercado. Vale aqui ressaltar que essa prática mercadológica traz benefícios como a redução de custos, aumento da produtividade e ampliação do lucro, uma vez que essa ferramenta permite que a empresa analise seus aspectos, serviços, processos, comunicação e produtos, tornando possível comparar e melhorar seu desempenho, sendo fundamental para a gestão das suas obras.

A décima terceira pergunta apurou a existência de programas de incentivos por parte da construtora aos seus colaboradores a produzirem de forma mais eficiente e eficaz. Verificando-se que os responsáveis técnicos orientam o funcionário a executarem a tarefa com cuidado e a técnica correta, para garantir a entrega com padrão de qualidade. Logo, a forma de manuseio e como manter a integridade dos materiais utilizados é alvo de preocupação e de práticas que garantem alcançar esse objetivo, como a proteção dos revestimentos e de bancadas após assentados (Figuras 11a e 11b).

Figura 11: (a) Lona sobre piso porcelanato aplicado (b) Lona sobre bancadas de granito assentadas.



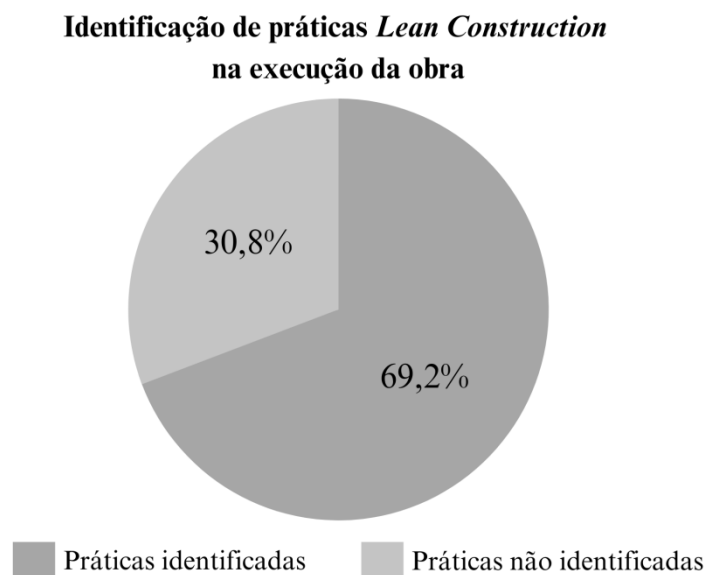
Fonte: Autoria própria (2023).

Essa prática de preservação dos materiais atende ao princípio da introdução da melhoria contínua do processo, uma vez que o incentivo às boas técnicas reduz os custos da obra, evita retrabalhos, perdas de materiais, tempo de produção e custos.

6.3 Práticas adotadas pela empresa no processo construtivo da obra

A Figura 12 a seguir apresenta o percentual de práticas adotadas pela construtora responsável por executar a obra em análise que são identificadas como práticas da metodologia *Lean Construction*, coletadas através da aplicação de *checklist*.

Figura 12: Gráfico das práticas que caracterizam a metodologia *Lean Construction*



Fonte: Autoria própria (2023).

Das práticas adotadas pela empresa durante o processo produtivo do empreendimento, verificou-se através da aplicação do *checklist* das treze práticas que caracterizam a metodologia *Lean Construction*, 69,2% delas (nove) foram adotadas pela empresa na execução do empreendimento analisado. Logo, para que se possa afirmar que a construtora adota a metodologia *Lean Construction* é necessário que a empresa aperfeiçoe ainda mais as ações desenvolvidas no processo construtivo adotado no planejamento e execução de suas obras para assim chegar aos 100% de adoção das práticas dessa metodologia.

De acordo com os dados obtidos, observou-se que alguns princípios da metodologia *Lean Construction* estão presentes nas práticas desenvolvidas pelos responsáveis técnicos e colaboradores da empresa durante o processo construtivo e administrativo. Para que a empresa possa otimizar seu processo produtivo é necessário dar atenção aos princípios ausentes em suas práticas e analisar a possibilidade de passar a adotá-los.

7. CONCLUSÕES

Após a realização do estudo de identificação de práticas metodológicas *Lean Construction* na execução de obra no município de Tibau/RN, é possível concluir:

⌚ A empresa adota algumas práticas da metodologia *Lean Construction*, sendo elas: vias de acesso do canteiro de obras limpas; controle de qualidade dos materiais e insumos utilizados na execução da obra; controle de distribuição de equipamentos na obra; programação para a chegada dos materiais nos postos de trabalho; comunicação com os colaboradores de forma direta, clara e objetiva; *checklists* e diários de obras aplicados no acompanhamento da execução das atividades; realização de *benchmarking* e pesquisa de mercado com empresas do ramo; programas de incentivo aos funcionários e colaboradores.

⌚ Uma prática que merece ser aprimorada pela construtora é a de aumentar a transparência do processo construtivo, no aspecto de facilitar o entendimento dos executores das atividades, pois se identificou que os projetos não ficam disponíveis aos operários, sendo necessário esperar pela disponibilização pelos responsáveis técnicos quando necessitam realizar consulta para sanar dúvidas nos detalhes construtivos. Sugestão para proporcionar uma maior transparência seria a adoção de plataformas de realidade aumentada como o Augin que possibilita visualizar os detalhes construtivos, fazendo uso de *Softwares* compatíveis e deixando no canteiro de obras pontos com *tablets*, *iPads* e/ou celulares que permitem a utilização dessas plataformas.

⌚ Para que a empresa possa agregar mais valor ao seu produto final é importante que a mesma possa analisar a possibilidade de solicitar o trabalho colaborativo entre os escritórios e/ou empresas responsáveis pelos projetos arquitetônicos e complementares que levará a compatibilização dos projetos. Pois, a adoção dessa prática evita a ocorrência de imprevistos durante o processo construtivo, o retrabalho e o atraso no calendário de entrega do empreendimento.

⌚ Verificou-se a importância da adoção de práticas metodológicas *Lean Construction* e utilização de ferramentas tecnológicas no canteiro como forma de tornar o gerenciamento e controle de obra eficiente e eficaz, pois levará a processo construtivo mais ágil e produto final com maior qualidade.

8. REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **O Desempenho das Edificações Habitacionais: NBR 15575-1**. Rio de Janeiro, 2013.

ALVES, V. R. **Análise dos benefícios da filosofia Lean Construction na construção civil**. 2022. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Ritter dos Reis. Canoas, Rio Grande do Sul, 2022.

ANDRADE, P. A. F. L. et. al. **Lean Construction na Construção Civil durante a pandemia: uma revisão sistemática**. Revista ADMPG. v. 12. 2022.

ANICETO, G. S; SIQUEIRA, C. M; NUNES, D. L. **A importância do Sistema Toyota de Produção para o desenvolvimento de empresas de segmentos diversos**. In: XX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, XVI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação e VI Encontro de Iniciação à Docência. 2016. São Paulo. Revista Univap, p. 6.

ARANTES, P. C. F. G. **Lean Construction – filosofia e metodologias Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008** - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008.

BORGES, T. M. D. **Princípios da construção enxuta no processo de planejamento de uma construtora de grande porte de Natal (RN)**. 2015. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/ Rio Grande do Norte, 2015.

BEZERRA, L.D. **Análise da implementação da Construção Enxuta: estudo de caso em um empreendimento residencial**. 2021. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2021.

BRAGA, C. S. Q. **Gestão da qualidade aplicada a canteiro de obras**. 2016. 124 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro: Escola Politécnica. Rio de Janeiro, 2016.

CARVALHO, M. T. T.; AZEVEDO, M. B. **Aplicação do Gerenciamento de Tempo conforme o Guia PMBOK em empreendimento habitacional em Brasília**. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas. Bauru, jul. 2013.

CORREIA, J. V. F. B. **Contextualização dos princípios da Construção Enxuta: Aplicação da filosofia enxuta do Sistema Toyota de Produção na indústria da construção civil em exemplos práticos**. Cadernos de Graduação - Engenharia Civil, v. 4, p. 29-38. Aracaju, 2018.

CRUZ, Y. T. U. **Proposta de implementação de gestão da qualidade na construção civil em uma obra de alto padrão e curto prazo em Florianópolis - Programa 5S**. 2018. 104 f.

TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unisul: Universidade do Sul de Santa Catarina. Palhoça, 2018.

FILHO, M. C. **As ferramentas de qualidade no processo produtivo com enfoque no processo enxuto**. 2011. 64 f. Monografia (MBA) - Gestão da manutenção, produção e negócios. Faculdade Pitágoras: Instituto Superior de Tecnologia - ICAP. Conselheiro Lafaiete. Minas Gerais, 2011.

FILIP, F. C., & MARASCU-KLEIN, V. **The 5S lean method as a tool of industrial management performances**. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 95, 2015, p. 7.

FIGUEIRA, D. M. L. S. C. **Lean na Construção: Proposta de Modelo de Avaliação de Maturidade das práticas Lean**. 2016. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Técnico Lisboa: Dissertação de Mestrado. Portugal, 2016.

FILHO, F. C. **Avaliação do custo de uma obra devido à falta de um planejamento adequado**. 2014. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Brasília, UniCEUB, 2014.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FREITAG, A. E. B. **Fatores críticos de sucesso para adoção da gestão “enxuta” pela indústria da construção civil do estado do Rio de Janeiro**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal Fluminense. Niterói. Rio de Janeiro 2015.

GAO, S; LOW, P. **The Toyota way Model: An alternative framework for lean construction**. Total Quality Bussiness Excellence, v.25, n.6, 664-682, 2014b.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção: Mais do que simplesmente Just-in-time**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. edição - São Paulo: Atlas, 2008.

HOWELL, G. **Whatis Lean Construction**. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNACIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, v. 7, 1999, Berkeley.

JARDIM, D.; PASSOTO, J; MARIZ, R. **Construindo melhores resultados com as bases do lean**. Lean Institute Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.lean.org.br/artigos/1292/construindo-melhores-resultados-com-as-bases-do-lean.aspx>. Acesso em: 18 de mar. 2023

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, EUA, CIFE, 1992.

LIMA, Eduardo de Andrade Moura. **Estudo da Contribuição das Metodologias do Lean Construction e do Gerenciamento de Projetos do PMI para o Planejamento e Controle**

da Produção de Obras. 2016. 117 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

MAGALHÃES, M. G. M. et. al. **Gerenciamento de obras: um diagnóstico de conceitos e ferramentas em edificações residenciais unifamiliares na Cidade de Tianguá – CE.** Volume 8. Curitiba: Brazilian Journal of Development, 2022.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** 2 ed. São Paulo: Oficina de textos, 2019.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Rio Grande do Sul: Feevale, 2013.

RIBEIRO, B; GOMES, G. A. M. **Gestão e planejamento de obra em construção unifamiliar no município de Varginha/MG.** Minas Gerais: Centro Universitário do Sul de Minas, 2016, p. 22.

SILVA, M.A.O; CORRÊA, L.R; RUAS, A.X.A. **Gerenciamento de projetos na Construção Civil: tempo, custo e qualidade.** Revista CONSTRUINDO. Belo Horizonte. v. 10. n. 2. p. 1-20. dez. 2018.

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

TAVARES, P.R.F. **Ferramentas de apoio à implementação Lean Construction em projetos.** 2020. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção). Centro Universitário Cristhus. Bragança, São Paulo, 2020.

TONIN, L. A. P; SCHAEFER, C. O. **Diagnóstico e aplicação da Lean Construction em construtora.** Iniciação Científica CESUMAR. v. 15. 2013.

TURRIONI, J.B; MELLO, C.H.P. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção- estratégia, métodos e técnicas para condução de pesquisas qualitativas e quantitativas.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Itajubá, São Paulo, 2012.

VENTURINI, J. S. **Proposta de ações baseadas nos 11 Princípios Lean Construction para implantação em um canteiro de obras de Santa Maria.** 2015. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Santa Maria, 2015.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas - Elimine o desperdício e crie riqueza.** 3 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

ANEXOS

ANEXO I - Questionário aplicado ao Engenheiro Civil responsável pela obra no município de Tibau/RN.

Caro entrevistado, gostaria de contar com a sua colaboração no sentido de responder atentamente às questões. Sua resposta a todas as questões é de fundamental importância para a confiabilidade dos resultados da pesquisa. Esta pesquisa é isenta de identificação, permitindo que a coleta de dados seja confidencial.

- 1) O *layout* do canteiro de obra é planejado de forma a permitir que as movimentações no ambiente de trabalho sejam feitas sem complicações?
- 2) O canteiro de obras é um local que possui suas vias de acesso limpas, livres e agradáveis de trabalhar?
- 3) Há sistemas tecnológicos no canteiro que auxiliam nas atividades?
- 4) Há programação na distribuição de materiais utilizados na execução da obra e chegada desses no devido posto de trabalho?
- 5) Há verificação do controle de qualidade dos materiais utilizados na execução da obra? Por exemplo, verificam a qualidade dos blocos cerâmicos/concreto utilizados na execução da alvenaria, havendo descarte de lote caso se verifique amostra em desconformidade com as normas que especificam as características que devem apresentar.
- 6) Há controle na distribuição de equipamentos e máquinas, bem como devidas manutenções preventivas periódicas?
- 7) A comunicação com os funcionários acontece de forma direta, clara e objetiva, deixando transparentes as metas e objetivos a serem atingidos?
- 8) A empresa adota padronização das suas atividades realizadas no canteiro de obra?
- 9) O acompanhamento de serviços acontece através de *softwares*, aplicação de *checklists* e elaboração de diário de campo das atividades?
- 10) A equipe responsável pelos projetos arquitetônicos, hidrossanitários, combate a incêndio e estrutural é a mesma ou constituída por profissionais especializados em cada uma das disciplinas?
- 11) Há preocupação antes da execução de promover a compatibilização das disciplinas (projetos)? Caso sim, qual a metodologia utilizada?

- 12) A empresa realiza *benchmarking*, pesquisa de mercado e se preocupa com a melhoria contínua dos seus processos?
- 13) Existem programas de incentivos por parte da construtora, incentivando seus operários a produzirem de forma eficiente?

ANEXO II – Checklist utilizado para conferência das práticas metodológicas *Lean Construction* no canteiro.

	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO			
	DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS			
	CURSO: ENGENHARIA CIVIL			
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO			
	CHECKLIST DE ATIVIDADES			
#	Item de verificação	SIM	NÃO	Observações:
1	Planejamento do <i>layout</i> do canteiro de obras.			
2	Vias de acesso do canteiro de obras limpas, livres e agradáveis de se trabalhar.			
3	Sistemas tecnológicos aplicados no canteiro de obras.			
4	Controle de qualidade dos materiais e insumos utilizados na execução da obra.			
5	Controle de distribuição de equipamentos na obra.			
6	Programação para a chegada dos materiais nos postos de trabalho.			
7	Manutenções periódicas nos equipamentos e máquinas.			
8	Comunicação com os colaboradores de forma direta, clara e objetiva.			
9	Softwares, checklists e diários de obras aplicados no acompanhamento da execução das atividades			
10	Compatibilização dos projetos arquitetônicos e complementares.			
11	Realização de benchmarking e pesquisa de mercado com empresas do ramo.			
12	Programas de incentivo aos funcionários e colaboradores.			
13	Realização de treinamento e capacitação dos funcionários e colaboradores.			