

**Análise da filosofia construção enxuta em um empreendimento no município de
Juazeiro do Norte, Estado do Ceará, Brasil**

**Analysis of lean construction philosophy in a development in the municipality of
Juazeiro do Norte, Ceará State, Brazil**

**Análisis de la filosofía de construcción magra en un desarrollo en el municipio de
Juazeiro do Norte, Estado del Ceará, Brasil**

Recebido: 20/04/2020 | Revisado: 29/04/2020 | Aceito: 01/05/2020 | Publicado: 03/05/2020

João Marcos Pereira de Morais

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8097-9607>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: joaomarcostecnologo@gmail.com

Jefferson Heráclito Alves de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9682-7069>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: heraclito.prof@gmail.com

Bruno Barbosa de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1279-1431>

Universidade Regional do Cariri, Brasil

E-mail: bruno.barbosa@urca.br

Eliezio Nascimento Barboza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8100-9389>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: eliezio1999@outlook.com

Eduarda Morais da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9463-8280>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: eduardamoraisengenharia@gmail.com

Resumo

A principal causa de ineficiência em um canteiro de obra está diretamente relacionada à falta de planejamento e organização em relação a todo o conjunto. Diante desse cenário, as empresas de construção civil vêm inovando seus conceitos gerenciais em seu modo de edificar, com adaptações de filosofias nascidas em outros ramos de produção, como a “Produção Enxuta”, adaptadas à construção e assim originando o termo “Construção Enxuta”. Uma construtora se mostra mais forte competitivamente a partir do momento que proporciona mais eficiência, economia e agilidade no seu sistema produtivo. Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo apresentar a filosofia da Construção Enxuta sendo executada em um empreendimento na cidade de Juazeiro do Norte a partir de um estudo de caso, analisando os aspectos de planejamento por meio da utilização das ferramentas da construção enxuta que são capazes de evitar desperdícios e retrabalhos, além de redução de custos. A realização desse trabalho é fundamentada, inicialmente, em uma revisão bibliográfica sobre o tema e posteriormente um estudo de caso. A empresa apresentou dificuldades e limitações ao introduzir novas práticas ao canteiro de obra, porém algumas inovações no que se refere às precauções com retrabalho ou qualquer anomalia que venha gerar prejuízo físico financeiro na obra apresentaram grande relevância na construção civil da região. Conclui-se que a empresa apresentou dificuldades e limitações ao introduzir novas práticas ao canteiro de obra, motivado pela necessidade de mão de obra qualificada.

Palavras-chave: Construção enxuta; Produção enxuta; Ferramentas e Planejamento.

Abstract

The main cause of inefficiency in a construction site is directly related to the lack of planning and organization in relation to the whole set. Faced with this scenario, civil construction companies have been innovating their managerial concepts in their way of building, with adaptations of philosophies born in other branches of production, such as "Lean Production", adapted to the construction and thus originating the term "Lean Construction". A construction company is stronger competitively from the moment it provides more efficiency, economy and agility in its production system. In this context, this study aims to present the philosophy of Lean Construction being executed in a project in the city of Juazeiro do Norte from a case study, analyzing the aspects of planning through the use of lean construction tools that are able to avoid waste and rework, in addition to reducing costs. The accomplishment of this work is based, initially, on a bibliographic review on the subject and later a case study. The company presented difficulties and limitations when introducing new practices to the

construction site, but some innovations with regard to precautions with rework or any anomaly that will generate financial physical damage in the work presented great relevance in the construction of the region. It is concluded that the company presented difficulties and limitations when introducing new practices to the construction site, motivated by the need for skilled labor.

Keywords: Lean construction; Lean production; Tools and Planning.

Resumen

La principal causa de ineficiencia en una obra de construcción está directamente relacionada con la falta de planificación y organización en relación con todo el conjunto. Ante este escenario, las empresas de construcción civil han estado innovando sus conceptos gerenciales en su forma de construcción, con adaptaciones de filosofías nacidas en otras ramas de producción, como "Lean Production", adaptadas a la construcción y originando así el término "Lean Construction". Una empresa de construcción es más fuerte competitivamente desde el momento en que proporciona más eficiencia, economía y agilidad en su sistema de producción. En este contexto, este estudio pretende presentar la filosofía de Lean Construction que se ejecuta en un proyecto en la ciudad de Juazeiro do Norte a partir de un caso de estudio, analizando los aspectos de la planificación mediante el uso de herramientas de construcción magra que son capaces de evitar residuos y reelaboraciones, además de reducir costes. La realización de este trabajo se basa, inicialmente, en una revisión bibliográfica sobre el tema y más tarde en un estudio de caso. La empresa presentó dificultades y limitaciones a la hora de introducir nuevas prácticas en la obra, pero algunas innovaciones con respecto a las precauciones con reelaboración o cualquier anomalía que generarán daños físicos financieros en la obra presentaron gran relevancia en la construcción de la región. Se concluye que la empresa presentaba dificultades y limitaciones a la hora de introducir nuevas prácticas en la obra, motivadas por la necesidad de mano de obra calificada.

Palabras clave: Construcción magra; Producción lean; Herramientas y Planificación.

1. Introdução

A indústria da construção civil é um dos setores mais importante da economia brasileira. Esse setor atualmente tem passado por grandes inovações em gestões de produção e processos construtivos, porém ainda deixa a desejar em quesitos como redução de custos e

praticidade. Conforme Venturini (2015), os altos custos de produção e desperdícios gerados na obra são passados aos clientes, não se torna aterrorizador ao construtor.

Koskela (1992) deu origem as adaptações do sistema de produção enxuta na construção civil, desde então não cessaram as buscas de aperfeiçoamento para um melhor desempenho desde a elaboração de projetos até a prática da indústria construtiva. No Brasil, vários pesquisadores já estudaram sobre o tema, tais como (Formoso, Bernardes, Oliveira, Oliveira & Pasa, 1999; Bernardes, 2003) assim como autores internacionais (Koskela, 1992; Ballarde & Howell, 1997), são algumas das mentes que têm desenvolvido um grande referencial teórico que contribui para facilitar o uso da ferramenta no meio acadêmico e também prático (Junqueira, 2006).

Desse modo, o que se espera ao se utilizar a metodologia e técnicas da construção enxuta é a tentativa de reduzir gastos e manter o planejado de data de finalização da obra. Essa economia não se dá apenas no âmbito do desperdício dos materiais, mas também na identificação de atividades que não geram valor e causam desperdício da mão de obra e tempo de transporte de materiais.

Utilizam-se ferramentas de fácil entendimento e visualização para que não somente o engenheiro da obra, mas até um servente possa ajudar a identificar uma possível necessidade de compra de materiais, por exemplo. A construção enxuta tende a ser simples, de fácil entendimento e de uma quebra de paradigmas em relação à retrabalho em obra (Arantes, 2008).

Uma grande dificuldade apresentada por essa metodologia é a necessidade de um planejamento detalhado e uma mão de obra qualificada, visto a necessidade de evitar retrabalho e atrasos. Filippi & Melhado (2015) verificaram em uma análise feita com 32 empreendimentos as 14 maiores causas de atrasos em obra.

Dentre os empreendimentos analisados, os quatro problemas mais recorrentes foram: gestão das equipes no canteiro, interferência dos subempreiteiros, atrasos nos trabalhos de subempreiteiros/terceirizados e escassez de mão de obra.

A maioria das empresas brasileiras não apresenta qualificação da equipe de colaboradores de maneira satisfatória, essa realidade é reforçada quando se trata do semiárido nordestino.

O analfabetismo contribui para a não qualificação profissional, dificultando a inserção de mão de obra até mesmo em atividades informais da construção civil, que por muito tempo absorveu os trabalhadores não-qualificados (Helfand & Levine, 2005).

É nesse contexto que o presente artigo se insere, com objetivo apresentar a filosofia da

Construção Enxuta sendo executada em um empreendimento na cidade de Juazeiro do Norte a partir de um estudo de caso.

2. Metodologia

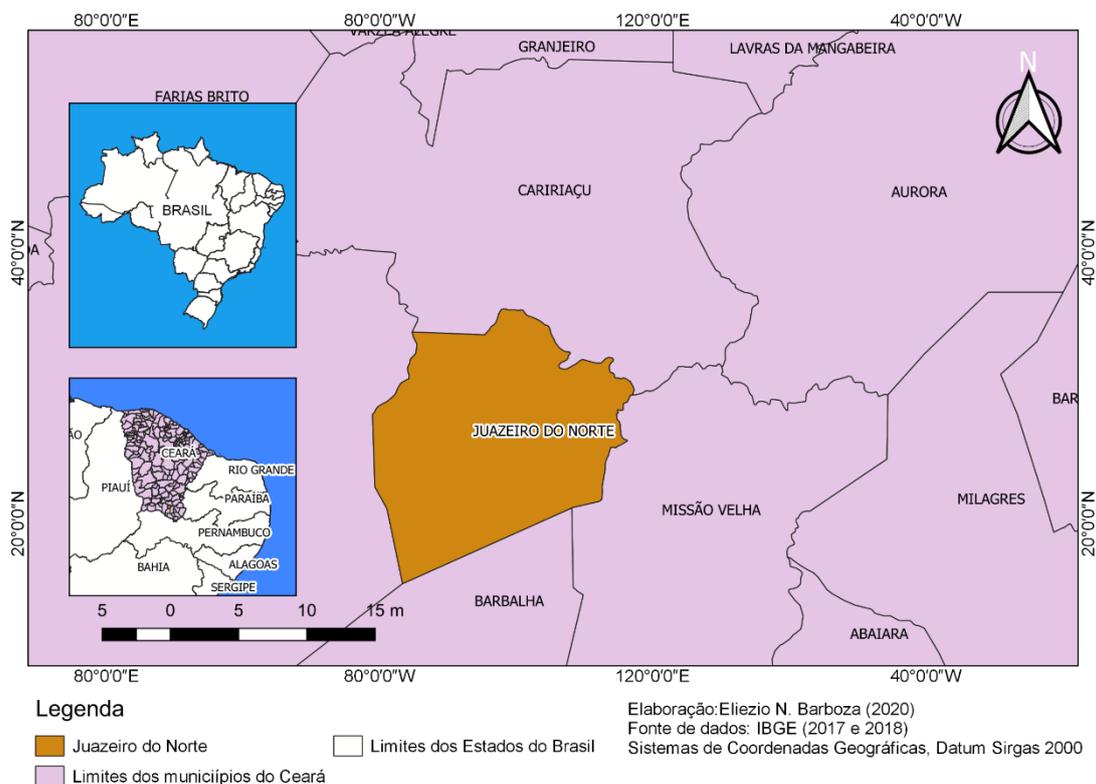
2.1. Tipo de pesquisa

Essa pesquisa se caracteriza uma investigação qualitativa como apresentada por Pereira et al. (2018), visto que o objetivo não é mensurar numericamente os resultados, e sim, identificar as melhorias no processo, as vantagens da implementação da filosofia da construção enxuta, além de se configurar como uma pesquisa exploratória com o estudo de caso de um empreendimento específico.

2.2. Descrição da área de estudo

O presente trabalho foi desenvolvido no município de Juazeiro do Norte (Figura 1).

Figura 1: Localização do município de Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil.



Fonte: Autores, 2020.

A Cidade está localizada na Região Metropolitana do Cariri, Sul do Estado do Ceará entre as coordenadas geográficas: 7°12'47" S e 39°18'55" W. Foi analisada a aplicação da ferramenta da Construção Enxuta em uma obra de grande porte, composta por um edifício residencial multifamiliar.

O empreendimento (Figura 2) possui duas torres de 22 pavimentos tipos e apartamentos com 73m² (setenta e três metros quadrados) e 83m² (oitenta e três metros quadrados).

Figura 2: Imagem ilustrativa da obra do estudo de caso.



Fonte: Ferraz Engenharia, 2020.

Observa-se na figura a imagem das torres com seus 22 pavimentos.

2.3. Procedimentos metodológicos

A realização desse trabalho é fundamentada inicialmente em uma revisão bibliográfica sobre o tema construção por meio de materiais acadêmicos, como artigos, livros e publicações relacionados ao tema, com objetivo de absorver o máximo de informações necessárias para desenvolver o trabalho. Segundo Andrade & Martins (2005), os primeiros passos para se realizar uma pesquisa ou revisão bibliográfica é a formulação do problema a ser estudado, para então avaliar todo material bibliográfico disponível, sendo que o tema deve conter relevância tanto teórica como prática.

O conteúdo do referencial teórico é iniciado com os conceitos da filosofia de construção enxuta e pensamentos críticos dos autores e apresenta as ferramentas utilizadas nessa filosofia. Essas informações serão úteis para melhor entendimento acerca das questões abordadas e apresentadas no estudo de caso sobre as técnicas construtivas em questão.

Nesse sentido, faz-se necessário adequar também o trabalho como um estudo de caso, pois segundo Ibidem (2005), essa metodologia de estudo pode ser feita de diferentes formas e com diversos propósitos, como exemplo, explorar, descrever e aplicar situações que acontecem na prática, trazendo para um contexto de pesquisa científica.

Foram realizadas visitas técnicas durante a execução do empreendimento. Nessas visitas foram realizadas anotações sobre a organização e a aplicação da filosofia *Lean*, abordando as principais características.

Foram realizadas as análises da filosofia *Lean* através de registro de diário de obra, observações *in loco*, por meio de registros fotográficos os aspectos mais importantes da funcionalidade e organização da obra, com finalidade de avaliar a forma de organização da obra, a fim de ilustrar e fixar melhor o entendimento sobre como a metodologia da construção enxuta estava sendo empregada dentro desse empreendimento.

3. Filosofia da Construção Enxuta

Em decorrência da crise gerada posteriormente à segunda guerra mundial, foi necessário que as indústrias buscassem alguma fonte alternativa para sair do holocausto, e foi no Japão que se instalou uma má fase generalizada na economia. Diante dessa situação, logo foi preciso achar uma saída para que as empresas continuassem ativas no mercado. Nesse meio tempo foi desenvolvida na *Toyota*, indústria automobilística do Japão, o Sistema *Toyota* de Produção, que durante o período da crise do petróleo em 1970, teve que mostrar seu potencial e provar que seu método era eficaz e a partir daí, serviu para impulsionar todas as demais indústrias do país (Venturini, 2015).

A fim de minimizar gastos, reduzir o tempo trabalhado, acelerar o processo construtivo e dar uma real melhoria no planejamento e gestão de obras, na década de 90, Koskela (1992) deu origem e fundamento à filosofia *Lean Construction* ou Construção Enxuta, fundamentada a partir do pensamento *Lean Production* e adaptada às necessidades da construção civil, (Lorenzon & Martins, 2006).

Venturini (2015) afirma que o conceito da filosofia utiliza como base a existência do desperdício em qualquer setor de uma organização e que é preciso incentivar a utilização,

cada vez menos de insumo, sempre buscando otimizar a produção. Não esquecendo que as empresas precisam ser flexíveis, reduzir os esforços humanos, recursos, espaço, tempo e atender com eficiência as necessidades dos clientes.

3.1. Ferramentas

Algumas técnicas e ferramentas foram criadas com o intuito de amenizar desperdícios e dar dinamicidade ao conjunto da obra, como exemplo o *Andon*, *kanban*, *kaizen*, *5S*, *poka-yoke*, *just in time* e *jidoka* (autonomação), que serão melhor abordadas em tópicos específicos. As técnicas citadas devem ser executadas por equipes com mão de obra especializada. Quando a equipe não é especializada, como considera Arantes (2008), os operários podem ser submetidos a treinamentos e repetições das atividades até chegar à melhoria da prática, a fim de que sua função seja desempenhada de forma a mitigar erros e como resultado obter a diminuição de retrabalho e tempo.

3.1.1. Kanban

A ferramenta *kanban* é um sistema de cartão ou etiqueta que se fundamenta no provimento ao posto de trabalho apenas do material que será necessário ser fornecido por outro setor a quem solicitou (Ghinato, 2000).

Slack, Chambers & Johnston (2009) afirmam que originário da língua japonesa, o termo *kanban*, as vezes chamados de “correia invisível” significa cartão ou sinal, funciona no controle a transferência de material de um estágio a outro de determinada operação. Barros (2005) corrobora afirmando que o *Kanban* consiste em sobrepor ao fluxo físico dos materiais um fluxo inverso de informações. Abastecendo e produzindo de acordo com o que for solicitado, caracterizado como um cartão que serve de ponte para um setor cliente alertar imediatamente a seu setor fornecedor que mais materiais devem ser enviados, forçando assim a um aumento na produção a partir da demanda.

Segundo Santos (2014), as principais vantagens do sistema *Kanban* sobre as suas aplicações são: permite a visualização das dificuldades apresentadas pela fábrica; facilita o acesso às informações, referentes aos problemas de fábrica (avarias, peças defeituosas, etc.), entre os postos de trabalho; desenvolve um elo entre os pontos de trabalho, visto que cada posto possui independência e melhora significativamente o serviço aos clientes, o que normalmente, se traduz numa diminuição no prazo de entrega.

3.1.2 Kaizen

A palavra *Kaizen* é de origem japonesa, tem o significado de melhoria contínua. Diferente do *Kanban*, essa ferramenta não significa um objeto ou material, entretanto, tem serventia de indicar pequenas melhorias no processo de produção construtivo quando aplicado à construção civil.

Para Barros (2005), *Kaizen* significa melhorias sucessivas no desempenho de determinada função, sua essência é direta, pois tem significado de melhoramento, aprimoramento de todos, incluindo patrão e empregado.

O aprendizado contínuo proporciona redução de custos para todos os agentes (Gonçalves, 2009). Os fornecedores e clientes devem ter capacidade de aperfeiçoamento de técnicas e expansão dos efeitos de melhoria dentro do fluxo.

O *Kaizen* propõe uma metodologia de melhoria contínua, onde a auto avaliação se faz necessária. Barros (2005) afirma que o *Kaizen* é direcionado tanto para pessoas como para processos, pois ela significa que não importa quantas vezes uma pessoa desenvolva certa função, se com o passar dos tempos não houver uma aproximação da perfeição a mesma será sujeita a uma péssima avaliação, correndo risco de não alcançar seu reconhecimento no campo de trabalho.

3.1.3 Jidoka

Santos (2014) afirma que a ferramenta *Jidoka* (automação), faz-se semelhante, em questão de estrutura com o método *kaizen*, sua filosofia baseia-se em dar autonomia para que cada funcionário possa reparar sua própria falha.

A automação aplicada à construção tem como principal benefício a autonomia individual que permite a cada trabalhador identificar quais os desperdícios efetuados na sua tarefa e corrigi-los através da paragem de trabalhos e comunicação a todos os intervenientes (Pinto, 2008).

Para Gonçalves (2009) o pensamento *Jidoka* se aplica não só na construção civil, mas, em todo ramo de produção. Entretanto, para que esse método funcione existe a necessidade que seja utilizada uma equipe ou mão de obra capacitada, uma vez que evita que outros funcionários da parte técnica se preocupem com a supervisão da produção, dando assim celeridade no processo construtivo.

3.1.4 Ferramenta “5S”

Os 5S são uma ferramenta que tem o papel de impor rigor, organização e disciplina no posto de trabalho, o termo 5S provém das letras iniciais das etapas do método, que são cinco, senso de utilização (*Seiri*), Senso de ordenação (*Seiton*), Senso de limpeza (*Seisou*), Senso de saúde (*Seiketsu*), Senso de autodisciplina (*Shitsuke*) (Arantes, 2008).

Seiri significa classificar (senso de utilização), distinguir os materiais e classifica-los em necessários e desnecessários, utilizando uma identificação para depois descarta-los (Imai, 2000). *Seiton* – Arrumar (senso de ordenação), esse método funciona de forma que dá seguimento ao Seiri. É preciso arrumar os objetos, materiais e informações úteis, de forma funcional, possibilitando de uma forma que possibilite um fácil acesso ao material ou ferramenta desejada, assim reduz o tempo de procura por material e adianta o processo de produção.

Seisou significa limpar (senso de limpeza), segundo Arantes (2008) limpar as máquinas, ferramentas e locais de trabalho. Permite uma verificação do estado dos equipamentos e locais procedendo-se a reparações quando necessário. A falta de limpeza na obra pode acarretar em falta de dinamicidade.

Seiketsu significa sistematizar (senso de saúde) essa fase se torna uma consequência positiva da anterior. É preciso propiciar o ao bem-estar próprio e coletivo, tentando melhorar o clima organizacional, zelando pela qualidade das relações no trabalho (Imai, 2000). *Shitsuke* significa padronizar (senso de autodisciplina) é o ato de manter a disciplina imposta pela empresa, desenvolvendo um método para envolver os operários no programa 5S sem que desatentem aos padrões estabelecidos. Para Imai (2000), é preciso incorporar essas ações em todas as suas atividades diárias para torná-las essenciais ao seu trabalho, promovendo assim a autodisciplina.

3.1.5 Poka- Yoke

Segundo Arantes (2008), todos os seres humanos estão sujeito a falhas e a ferramenta do *poka-yoke* é um sistema de detectar erros e avisá-los para que sejam combatidos antes que um prejuízo maior possa acontecer, ou seja, essa ferramenta é usada para dar autonomia ao funcionário que logo ao ver uma anomalia seja de qual for o gênero possa imediatamente impedir sua execução irregular com objetivo de evitar desperdícios e não atrasar no processo construtivo ou produtivo.

De acordo com Pinto (2012), essa técnica tem a principal função de evitar duplicidade de trabalho que de certa forma é um tipo de desperdício, esses desperdícios são ainda maiores na construção civil, pois muitas vezes um erro ou anomalia só é observado depois que se inicia a sua utilização.

3.1.6 Just In Time

O método *Just In Time* (JIT) traduzido para o português significa na hora certa. O termo teve origem, segundo Gonçalves (2009), por volta da década de 70 e foi desenvolvido no Japão na *Toyota Motor Company*, pois na época era procurado um sistema que barrasse atrasos e coordenasse a produção de veículos. No que se refere à construção civil, esta se baseia no pensamento de “puxar” a produção utilizando somente o necessário, na hora certa, e na quantidade certa, também nessa filosofia apresenta organização quanto à gestão de qualidade, administração de materiais, organização de trabalho e gestão de recursos humanos.

Para Barros (2005) afirma que o sistema *JIT* tem como objetivo fundamental a melhoria contínua do processo produtivo. A perseguição desses objetivos dá-se através de um mecanismo de redução dos estoques, o qual tendem a camuflar problemas. Dessa forma, entendeu-se que essa técnica de sistematização se fundamenta a partir da aplicação da junção de outros métodos já citados, como exemplo o *kaizen* que se faz mais prático o uso de ganhos contínuos no aprimoramento de certa função.

Para Dennis (2009), a técnica *Just in Time* representa um dos pilares da filosofia de construção enxuta, pois seu objetivo é a contribuição para a melhora contínua do processo construtivo e produtivo, assim como o *Jidoka*, que como já expresso significa automação, formam os pilares fundamentais de sustentação dessa metodologia.

3.1.7 Andon

O *Andon*, se traduzido do japonês para o português, tem o significado de “lanterna” e, de acordo com Valente (2011), o sistema *Andon* possui indicadores luminosos de *LED* (*Light-Emitting Diode*) com cores, verde, amarelo e vermelho, fica localizado geralmente na sala técnica, acima da linha de balanço, serve para o próprio operário indicar como anda o processo construtivo ou produtivo, o *LED* verde, serve para mostrar que o operário iniciou suas atividades no seu devido pavimento, o *LED* de cor amarela, indica que o operário está prevendo que alguma parada vai acontecer, por falta de material, ou ferramenta, o *LED*

vermelho, mostra que está acontecendo uma parada definitiva na produção ocorreu, e que está precisando de suporte para retomar as atividades.

Segundo Greenfield (2009) esse sistema se originou no sistema de produção da *Toyota*, onde no início era apenas um sinal luminoso, utilizado para solicitar assistência do posto de trabalho, porém essa ferramenta cresceu ligada a outras filosofias da construção enxuta, atualmente, trabalha-se concomitantemente com outras ferramentas, por exemplo, a *Jidoka* (autonomação), e o *poka-yoke* como uma forma de ajuda mútua.

Uma das grandes vantagens do sistema *Andon* é a detecção rápida do problema para que possa ser sanado imediatamente ao aviso, nisso é enfatizada a melhoria contínua da obra, além de estabelecer um vínculo mais próximo em relação a patrão e empregado, harmonizando mais assim o ambiente de trabalho.

3.1.8 Linha De Balanço

A linha de balanço (LDB) foi criada nos Estados Unidos por Goodyear Tire e Rubber em 1941 e chegou ao Brasil por volta das décadas de 70 e 80, é de suma importância no planejamento e gestão de obras com considerada repetições de atividades ao longo do seu projeto, que serão desenvolvidas rapidamente por um extenso momento na obra, no Brasil, as planilhas são desenvolvidas geralmente no Microsoft Excel (Souza, Becker Volta & Magalhães, 2014).

Segundo Kemmer (2006), linha de balanço é basicamente a representação de linhas em um plano cartesiano, que é representa em cada uma dessas linhas o andamento da atividade que está sendo executada e o seu tempo ou prazo para conclusão, assim como ilustra a Figura 3, contribuindo com essas informações.

Figura 3: Organização e coleta seletiva de resíduos.



Fonte: Autores, 2020.

Logo na entrada da obra, é perceptível a organização em relação a limpeza da obra, com tambores na coleta de lixo (Figura 3), devidamente etiquetados quanto a sua destinação, o que segue a linha de pensamento dos, no item *Seisou*, onde faz referência à limpeza do ambiente de trabalho, no caso o canteiro de obras.

4. Resultados e Discussão

4.1 Estudo de caso

O presente trabalho foi realizado em uma obra residencial multifamiliar localizada em Juazeiro do Norte, situada na Região Metropolitana do Cariri, no Sul do Ceará. O empreendimento possui duas torres de 22 pavimentos tipos e 4 apartamentos por andar, apartamentos esses com áreas de 73m² (setenta e três metros quadrados) e 83m² (oitenta e três metros quadrados), e foi analisado durante as fases de alvenaria, instalações elétricas e hidráulicas, que eram desenvolvidas simultaneamente.

Bulhões, Formoso & Avellan (2003) afirmam que a linha de balanço possibilita a fácil visualização do andamento de cada etapa e ressaltam a importância da mesma no proceder da definição do ritmo de cada posto de trabalho, pode estar sanando qualquer erro caso dê interferências com outras equipes de produção.

Ao longo da obra verifica-se a existência de organização em relação aos resíduos sólidos. Como pode ser visto ainda na Figura 4, foram instalados no pavimento térreo, baias de entulho para os resíduos de aço, madeira e material cerâmico, para que possa haver uma coleta seletiva desses materiais e se possível, reciclá-los.

Figura 4: Baias de entulhos.



Fonte: Autores, 2020.

Com essas baias há uma destinação correta para cada tipo de material, sem que cause obstáculos e coloque em risco a integridade física dos operários.

A fim de evitar entulhos e desordem, além de acelerar o processo produtivo, é desenvolvido o sistema de paletização de blocos cerâmicos de alvenarias. Cada pálete contém 50 blocos, que por sua vez, através do sistema *kanban* é solicitado pelo funcionário e posteriormente destinado ao posto de trabalho especificado. Os páletes são conduzidos do seu estoque até a cremalheira por um operário e de lá é enviado para o pavimento solicitado.

Essa prática de estocagem do bloco cerâmico (Figura 5), significa também em controle visual de estoque, pois apesar de estar em um local aberto podem ficar enfileirados entre si, contribuindo assim com a intercessão direta do funcionário quando for notado um volume inferior ao mínimo.

Figura 5: Organização dos blocos em páletes.



Fonte: Autores, 2020.

A condução dos blocos (Figura 6) é feita de forma rápida até a cremalheira, não exige muito esforço físico devido o ambiente ser nivelado e o carrinho de mão ser adaptado ao pálete, desde o encaixe até o seu volume.

Figura 6: Transporte dos blocos em páletes.



Fonte: Autores, 2020.

A fim de evitar retrabalho e má execução das paredes, é feito inicialmente um processo de marcação, esta etapa consiste no posicionamento da primeira fiada de alvenaria (Figura 7) de acordo com as medidas dos eixos (linhas), como previsto em projeto, só depois desse processo inicia-se o levantamento final das alvenarias.

Figura 7: Instalação da primeira fiada de alvenaria.



Fonte: Autores, 2020.

No processo de execução da marcação de alvenarias, utiliza-se materiais simples como uma trena para demarcação das paredes, um prumo para garantir o alinhamento vertical dos blocos, uma régua de nível para manter o nivelamento e uma régua com o intuito de garantir o alinhamento horizontal da primeira fiada.

Esse processo de alinhamento é feito com base nos tijolos mestras (Figura 8) que foram desenvolvidos para dar sentido na marcação. Ao fim desse processo, é realizada a verificação de conformidade por um funcionário do corpo técnico, a fim de conferir a coerência da localização, linearidade, prumo, quantidade de mestras e esquadro da primeira fiada, assim como a locação das portas.

Figura 8: Fabricação e organização dos tijolos mestras.



Fonte: Autores, 2020.

Para conferência de conformidade, há o *check list*, utilizado pelo corpo técnico da obra, não possui apenas informações da marcação de alvenarias, mas também descreve e contém informações sobre outras possíveis irregularidades, por exemplo, em altura de esquadrias e colocação de verga e contra verga, amarração (intertravamento) dos blocos, informações de abertura para encunhamento, que se dá por 30 mm de espessura a mínima da última fiada de bloco até a viga, informações também quanto à instalação elétrica, se na parede já estão embutidos os eletrodutos exigidos no projeto. Na Figura 9 pode-se verificar a melhoria contínua do processo de construção de alvenaria.

Figura 9: Processo de melhoria contínua aplicado na alvenaria.



Fonte: Autores, 2020.

Pensando em redução de custos e andamento da obra sem retrabalho, na parte de instalações elétricas prediais, é usado um sistema de confecção de moldados de blocos para caixinhas elétricas, onde, na parte do térreo é feita por um operário os blocos de diversas finalidades, para tomada simples, caixinha de tomada dupla e bloco de caixinha de TV, etc. Esses blocos pré-moldados após serem fabricados são organizados, também em páletes, na quantidade certa para suprir cada apartamento, depois são levados até o local que será colocado, elas têm que ser assentadas em meio à alvenaria convencional de bloco cerâmico, tomando cuidado em relação à altura especificada em projeto e quanto a sua localização.

Uma das medidas inteligentes da implantação dentro da empresa foi à disponibilização de kits de ferramentas, contendo todos os materiais necessários à execução da atividade. Este processo consistiu na disponibilização de caixotes de aço como ilustrado na Figura 10, individuais para cada turma, que permanecem no local de trabalho das mesmas, contendo todas as ferramentas necessárias à execução da alvenaria, visando evitar o deslocamento dos funcionários na busca de ferramentas ou insumos no almoxarifado, ganhando, conseqüentemente, tempo e aumentando a produtividade.

Figura 10: Organização e aceleração de processos construtivos.



Fonte: Autores, 2020.

Além desse Kit de ferramentas que a construtora disponibiliza aos seus operários, outros conjuntos também são entregues a eles, trata-se do estojo de todas as conexões hidráulicas que é preciso para cada apartamento, esse método de puxar a produção dá sentido a filosofia *Just in Time*, que permite que não atrase o andamento da produção por falta ou esquecimento de algum insumo.

O empreendimento *Vista Laguna* utiliza muito da ferramenta *kanban* em seu processo construtivo. A Figura 11 mostra que esses cartões podem ser usados em diversas destinações,

por exemplo, em traços de argamassas, páletes de tijolos, pré-moldados, chapisco ou nata de cimento, na obra. Além de servir para puxar a produção, o *Kanban* também tem o sentido de conferência e controle de estoque.

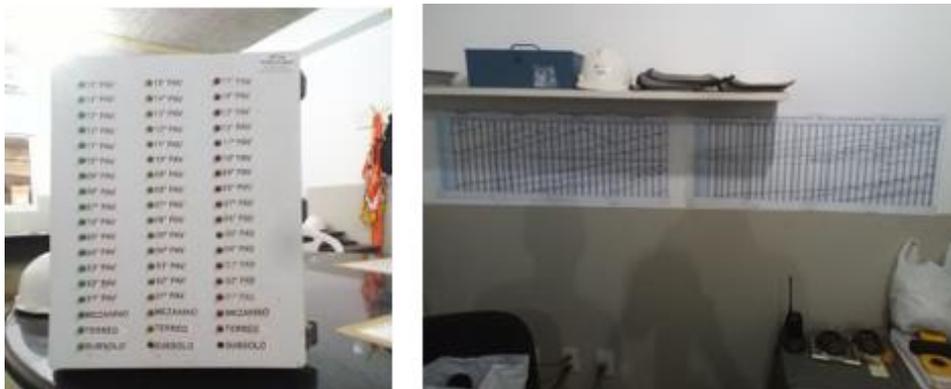
Figura 11: Organização dos *Kanbans*.



Fonte: Autores, 2020.

A empresa em estudo possui o equipamento luminoso da ferramenta *Andon* (Figura 12), porém, encontra-se em estado de total desuso, suas contribuições para a comunicação direta em meio a campo de obra são grandiosas, entretanto, por motivos financeiros ou específicos foi optada sua desinstalação.

Figura 12: Ferramenta *Andon* e Linha de Balanço.



Fonte: Autores, 2020.

Geralmente, para dar dinamicidade aos serviços, esse equipamento da construção enxuta fica localizado acima da linha de balanço para ficar mais fácil sua visualização, todavia, as linhas de balanço estão fixadas com fita colante na mesa central da sala técnica, e também na parede.

5. Considerações Finais

Verificou-se a partir dos resultados analisados que todas as ferramentas e filosofias apresentadas são de grande importância na teoria e se fazem fundamentais na prática. É preciso ratificar as dificuldades em implementar tal filosofia em uma cidade de pequeno porte, no interior do nordeste, visto a dificuldade de encontrar mão de obra qualificada e necessidade de capacitação interna. Nesse estudo houve algumas limitações quanto ao acompanhamento diário na obra, com apenas algumas visitas técnicas ao local. É importante ressaltar que este artigo não teve a intenção de fazer comparativos com outras empresas do ramo, e sim, mostrar um modelo que se esforça para ser referência no mercado, através de uma filosofia que se faz muito exigente, contudo, se seguida à risca todas as suas ferramentas e modelos o sucesso será alcançado, propiciando lucros, prazos de entrega reduzidos e satisfação do cliente.

A empresa apresentou dificuldades e limitações ao introduzir novas práticas ao canteiro de obra, porém algumas inovações no que se refere às precauções com retrabalho ou qualquer anomalia que venha gerar prejuízo físico financeiro na obra apresentaram grande relevância na construção civil da região. Entretanto, a empresa apresentou bons resultados em alguns parâmetros, como a organização em relação à limpeza da obra, com presença de tambores na coleta de lixo, devidamente etiquetados quanto à sua destinação, como também a organização em relação aos resíduos sólidos. Verificou-se também a presença de preocupação em relação à fim de evitar entulhos e desordem pela presença de um sistema de paletização de blocos cerâmicos de alvenarias, além da organização, há uma aceleração no processo e também em controle visual de estoque.

Sugere-se para futuros trabalhos uma análise comparativa na produtividade em obras que utilizam o sistema de construção enxuta e em obras que não utilizam a filosofia Lean. Recomenda-se implantação de auditorias *Lean* nas obras de pequeno, médio e grande porte, além do aprimoramento das ferramentas *Lean* em canteiros de obras.

Referências

Andrade, M. M., & de Andrade Martins, J. A. (2005). *Introdução à metodologia do trabalho científico: elaboração de trabalhos na graduação*. Atlas.

Arantes, P. C. F. G. (2008). *Lean Construction: filosofia e metodologias*. Dissertação de Mestrado. Universidade do Porto, Departamento de Engenharia Civil. Portugal, Porto. 108p.

Ballard, G., & Howell, G. (1997). Implementing lean construction: improving downstream performance. *Lean construction*, 111-125.

Barros, E. (2005). *Aplicação da construção enxuta no setor de edificações: Um estudo multicaso* (Doctoral dissertation, Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife).

Bulhões, I. R., Formoso, C. T., & Avellan, T. V. (2003). Gestão dos fluxos físicos e sua integração com o planejamento e controle da produção: caso de uma empresa de Salvador-BA. III SIMBRAGEC. *São Carlos*.

Dennis, P. (2008). *Produção lean simplificada* (2ª ed.). Bookman Editora. 192p.

Ferraz Engenharia. (2020). *Empreendimento*. Acesso em 14 janeiro, em ferrazengenharia.com.br.

Filippi, G. A. D., & Melhado, S. B. (2015). Um estudo sobre as causas de atrasos de obras de empreendimentos imobiliários na região Metropolitana de São Paulo. *Ambiente Construído*, 15(3), 161-173.

Formoso, C. T., Bernardes, M. M., Oliveira, L. F. M. D., Oliveira, K. A. Z. D., & Pasa, M. B. (1999). Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.

Ghinato, P. (2000). Elementos fundamentais do sistema Toyota de produção. *Produção e competitividade: aplicações e inovações. Recife: UFPE*, 31-59.

Gonçalves, W. K. F. (2009). Utilização de técnicas lean e just in time na gestão de empreendimento e obras. *Lisboa. IFT*.

Greenfield, R. D. A. B. (2009). Desenvolvimento de um sistema Andon para sistemas de produção Lean.

Helfand, S. M., & Levine, E. (2005). Changes in Brazilian Rural Poverty and Inequality From 1991 to 2000: The Role of Migration. In *Anais do XLIII Congresso da sociedade brasileira de economia e sociologia rural*.

Imai, M. (2000). *Gemba Kaizen: estratégias e técnicas do kaizen no piso de fábrica*. IMAM.

Junqueira, L. E. L. (2006). Aplicação da lean Construction para redução dos custos de produção da casa 1.0®. *São Paulo*.

Kemmer, S. L. (2006). Análise de diferentes tempos de ciclo na formulação de planos de ataque de edifícios de múltiplos pavimentos.

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

Lorenzon, I. A., & Martins, R. A. (2006). Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction. *Simpósio de Engenharia de Produção SIMPEP, 13*.

Pereira, A.S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Acesso em: 1 maio 2020. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pinto, J. M. F. (2012). *Lean Construction: proposta de metodologia de avaliação de projetos de construção*. Tese de mestrado integrado. Mestrado Integrado em Engenharia Civil - Especialização em Construções Cívicas. Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto.

Santos, J. V. P. (2014). *Uso do kanban em um processo de gestão de demandas de manutenção de software por terceiros para um órgão público federal brasileiro*.

TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia de Software, Universidade de Brasília, Brasília.

Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2009). *Administração da produção* (Vol. 747). São Paulo: Atlas.

Souza, L. V.F., Becker Volta, C., & Araújo Magalhães, I. D. (2014). Aplicação do método da linha de balanço no planejamento e controle de obras com atividades repetitivas. *Seminário Estudantil de Produção Acadêmica*, 13.

Valente, C. P. Acompanhamento e Avaliação Lean em um Canteiro de Obras: Uma Proposta de Auditorias Lean. 2011. 64 p. *Monografia (Engenharia Civil)*, Universidade Federal do Ceará.

Venturini, J. S. (2015). Proposta de Ações Baseadas nos 11 princípios Lean Construction para Implantação em um canteiro de obras de Santa Maria. *Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Rio Grande do Sul*.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

João Marcos Pereira de Moraes – 40%

Jefferson Heráclito Alves de Souza – 15%

Bruno Barbosa de Oliveira – 15%

Eliezio Nascimento Barboza – 15%

Eduarda Moraes da Silva – 15%