

FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION PARA REDUÇÃO DE PERDAS DE CONCRETO USINADO APLICADA EM UMA OBRA NA CIDADE DE PAULISTA - PE

LEAN CONSTRUCTION PHILOSOPHY TO REDUCE MACHINED CONCRET LOSSES APLLIED IN A JOB IN THE CITY OF PAULISTA - PE

Carlos Alberto de Araujo Junior

eng.araujocarlos@gmail.com

Ronaldo Faustino da Silva

ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br

RESUMO

Com o crescente desenvolvimento tecnológico e vasta amplitude metodológica construtiva, o ramo da construção civil vem apresentando elevado crescimento mercadológico, resultando disto, a alta na competitividade e conseqüente geração de resíduos oriundas de falhas no processo executivo. Assim, práticas de gestão administrativas e metodologias construtivas surgem para auxiliar na preservação ambiental e promoção da produtividade/competitividade empresarial. A filosofia Lean nada mais é que, usar a partir de metodologias, princípios e técnicas operacionais para a redução de desperdício de custos, aumento da qualidade do produto e a maximização do valor entregue ao cliente, primando pela otimização de recursos, evitando falhas e um maior foco no público. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a partir de um estudo de caso, iniciativas mercadológicas que podem ser aplicadas ao setor da construção civil na busca pela redução de perdas, bem como analisar de forma sucinta a geração e desperdício de resíduos oriundos do concreto usinado, em uma obra localizada na cidade de Paulista/PE. A estratégia metodologica adotada consistiu em apresentar a integração e benefícios da Filosofia Lean na construção civil a partir de uma revisão de literatura e de um estudo de caso. Como resultado, obteve-se que, a implementação da Filosofia Lean em obras de pequeno porte, traz melhorias significativas no que tange a redução de desperdícios de concreto usinado nos processos executivos, redução de custos (multas e indenizações ambientais), aumento da produtividade e soluções de aproveitamento do concreto usinado.

Palavras-chave: Análise. Desperdício. Planejamento. Controle.

ABSTRACT

With the growing technological development and vast constructive methodological breadth, the civil construction branch has been showing high market growth, resulting in high competitiveness and consequent generation of waste arising from failures in the executive process. Thus, administrative management practices and constructive methodologies emerge to help preserve the environment and promote business productivity/competitiveness. The Lean philosophy is nothing more than using methodologies, principles and operational techniques to reduce wasted costs, increase product quality and maximize the value delivered to the customer, striving for resource optimization, avoiding failures and a greater focus on the public. In this sense, the present work aims to present, from a case study, marketing initiatives that can be applied to the civil construction sector in the search for loss reduction, as well as to briefly analyze the generation and waste of waste from the machined concrete, in a work located in the city of Paulista/PE. The methodological strategy adopted consisted of presenting the integration and benefits of the Lean Philosophy in civil construction based on a literature review and a case study. As a result, it was found that the implementation of the Lean Philosophy in small works brings significant improvements in terms of reducing used concrete waste in executive processes, reducing costs (fines and environmental compensation), increasing productivity and solutions for the use of ready-mixed concrete.

Keywords: Analysis. Waste. Planning. Control.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento de cidades e elevada taxa de expansão populacional e demográfica, a geração de resíduos da construção civil vem se tornando uma problemática predominante preocupante para o cenário ambiental. Isso se deve a fatores como, construções mal planejadas; déficits em projetos; gargalos em execução de obras; ausência de fiscalização pelos órgãos competentes; ineficiência de ações ambientais e inexistência de políticas educacionais, ambientais e gerenciais nas obras.

Mediante contexto, e levando-se em consideração a atual situação do país, é importante implantar ações e

políticas ambientais no que tange a geração de resíduos, investigando suas causas e identificando as etapas da obra mais propícias à sua geração.

O Brasil gera aproximadamente 84 milhões de metros cúbicos de resíduos de construção civil e demolição por ano, de acordo com informações da ABRECON. Segundo o Panorama da ABRELPE (2019, ano-base 2018), cerca de 45 milhões de toneladas de RCC foram coletados pelos municípios em 2018, com destaque para a região Sudeste, que corresponde a mais de 50% desse total.

Para Silva e Neto (2020), as taxas de geração de resíduos de país para país podem variar, dependendo dos métodos construtivos, sistemas de gestão e políticas públicas. Logo, é

necessário atuar desde a concepção até a fase de implantação de um empreendimento para tentar evitar ou reduzir a geração de resíduos. Também é muito importante conhecer os índices de geração de resíduos para definir estratégias de gestão.

No Brasil, o principal sistema construtivo utilizado na construção civil é a alvenaria. Porém, os impactos ambientais dessa prática não podem ser ignorados, principalmente pela quantidade de resíduos gerados nos canteiros de obras. Os problemas não se restringem apenas às questões ambientais, mas também à baixa produtividade e qualidade dos empreendimentos, quando comparados a outros países com sistemas construtivos mais industrializados, caracterizados por alta produtividade e controle de processos (SERA; CABRAL, 2020).

De acordo com Radchenko e Petrochenko (2016) o armazenamento e o manuseio são as principais causas de desperdícios, onde a maioria dos problemas relativos a resíduos na construção estão relacionados a falhas no sistema de gestão e não necessariamente com a qualificação dos trabalhadores. Outrossim, o desperdício geralmente é causado por uma combinação de eventos, e não isoladamente. Nesse sentido, os resíduos na indústria da construção civil têm sido objeto de vários projetos de pesquisa em todo o mundo nos últimos anos.

Um dos métodos eficazes para redução dos resíduos na indústria da construção é a aplicação da abordagem enxuta. Braglia, Dallasega e Marrazzini (2020) pontuam que é necessário sistematizar um conjunto de estratégias e ferramentas para obter sucesso e eficiência. Quando não se faz um processo de planejamento e gerenciamento eficaz

acarreta erros, problemas com mão de obra, falta de materiais, altos custos e transtornos ao cliente.

Nessa conjuntura, é possível aderir como meio operacional a filosofia Lean Construction a fim de ajustar tais problemáticas. Com primórdio no Sistema Toyota de Produção, desenvolvido na indústria automobilística o Lean vem revolucionando os métodos de produção em vários segmentos e tem sido uma ferramenta para as construtoras com o intuito de alcançar melhores resultados de custos, evitar desperdícios e melhorias nos prazos na construção civil.

A construção enxuta é o resultado da introdução de uma nova forma de gestão da produção. Embora a construção enxuta ainda esteja em evolução, os princípios, técnicas e ferramentas genéricas da construção enxuta já podem ser aplicados. A redução do desperdício para melhorar o desempenho é um dos conceitos básicos do pensamento enxuto.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a partir de um estudo de caso, iniciativas mercadológicas que podem ser aplicadas ao setor da construção civil na busca pela redução de perdas por meio do pensamento enxuto, bem como analisar de forma sucinta a geração e desperdício de resíduos oriundos do concreto usinado, em um empreendimento da Vila do Frio, localizada na cidade de Paulista/PE

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DESPERDÍCIOS DE INSUMOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O desperdício de material é a diferença entre o valor dos materiais entregues e aceitos no local e aqueles

usados adequadamente, conforme especificado e medido com precisão no trabalho, após a dedução da economia de custos de materiais substituídos transferidos para outro local em que custos e tempo desnecessários podem ser aumentados pelo desperdício de material.

Muitos autores definiram o termo desperdício, resíduos de construção, conforme expresso por Jin, Yuan & Chen (2019) que é qualquer material além do material terrestre que precisa ser transportado para outro local para os canteiros de obras ou usando dentro do próprio canteiro de obras para fins de aterro, incineração, reciclagem, reutilização ou compostagem ao invés do propósito específico pretendido do projeto devido ao excesso de mudança de material, não uso ou não conformidade com as especificações ou ser um subproduto do processo de construção.

O desperdício de material de construção também pode ser definido como a diferença entre o valor dos materiais entregues e aceitos no local e aqueles usados adequadamente, conforme especificado e medido com precisão na obra, após a dedução da economia de custos de materiais substituídos transferidos para outro local em que custos e tempo desnecessários podem ser aumentados pelo desperdício de material (UMAR et al., 2016).

Umar et al., (2016) enfatizou ainda que qualquer substância ou objeto que não seja útil ou não seja útil é um resíduo e está sujeito a uma série de condições. Lachimpadi et al., (2012) afirmam que os resíduos de construção e demolição são um fluxo de resíduos complexo, feito de uma ampla variedade de materiais que estão na forma de entulho de

construção, entulho, terra, concreto, aço, madeira e materiais mistos de limpeza de locais, decorrentes de várias atividades de construção, incluindo escavação ou formação de terrenos, canteiro de obras civis e edifícios, limpeza, atividades de demolição, obras rodoviárias e renovação de edifícios.

Por outro lado, Song & Liang (2011) definiram resíduo como qualquer ineficiência que resulta no uso de equipamentos, mão-de-obra ou capital em quantidades maiores do que as consideradas necessárias para a produção de um edifício. Estudo mais recente de Silva (2018) definiu resíduo como qualquer perda produzida por atividades que geram custos diretos ou indiretos, mas não agregam valor ao produto do ponto de vista do cliente.

Existem muitas maneiras pelas quais as causas do desperdício podem ser identificadas. Souza et al., (2004) identificaram duas áreas de responsabilidade onde a ação pode ser exercida para controlar o desperdício de material, a saber, na fase de projeto e gerenciamento no local. Solomon (2004) afirma que os resíduos podem ser categorizados de acordo com sua origem, ou seja, a fase em que ocorrem as causas raízes dos resíduos. Os resíduos podem resultar do processo que antecede a construção, como fabricação de material, design, fornecimento de material e planejamento, bem como o estágio de construção.

Salgin; Arroyo & Ballard (2016) dividiram o desperdício em dois tipos. O primeiro são os resíduos diretos que são as perdas desses materiais, que foram danificados e posteriormente aproveitados ou que se perderam na construção. O segundo é o desperdício indireto, que foi diferenciado do desperdício direto

porque é uma perda monetária e os materiais não foram perdidos fisicamente.

Xiu & Luo (2014) classificaram as principais causas de resíduos na construção em seis fontes, que são projeto, aquisição, manuseio de materiais, operação, residual e outras. Observa-se que a produção de resíduos em canteiros de obras é muitas vezes devido ao armazenamento e proteção inadequados, manuseio pobre ou múltiplo, controle deficiente do local, pedido excessivo de material, controle de estoque ruim, falta de treinamento e danos ao material durante a entrega.

Outros pesquisadores categorizaram essas causas em quatro categorias, de acordo com Saggin et al., (2015) aquisição, manuseio, operação e cultura, enquanto Murali et al., (2017) agruparam fatores que geram desperdício de material em design, aquisição, manuseio de material e operação.

Mihic (2020) classificou o desperdício de materiais em projetos de construção civil em 9 grupos. São design e documentações, gestão e práticas do local, aquisição, manuseio de materiais, armazenamento, transporte, operação e condições ambientais e outras. Nesse sentido, as causas de desperdício e perda de materiais podem ser classificadas em seis categorias.

- Desenho e documentação;
- Compras;
- Gestão de materiais;
- Operação;
- Residual;

2.2 CONCRETO E PROCESSO DE CONCRETAGEM

O concreto é um material de construção endurecido criado pela

combinação de um agregado mineral quimicamente inerte (geralmente areia, cascalho ou pedra triturada), um aglutinante (cimento natural ou sintético), aditivos químicos e água. Embora as pessoas usem comumente a palavra "cimento" como sinônimo de concreto, os termos na verdade denotam substâncias diferentes: cimento, que engloba uma ampla variedade de pós de moagem fina que endurecem quando misturados com água, representa apenas um dos vários componentes na modernidade concreto. À medida que o concreto seca, ele adquire uma consistência de pedra que o torna ideal para a construção de estradas, pontes, sistemas de abastecimento de água e esgoto, fábricas, aeroportos, ferrovias, hidrovias, sistemas de transporte em massa e outras estruturas (SANDES, 2008).

O cimento é considerado um material quebradiço; em outras palavras, ele se quebra facilmente. Assim, muitos aditivos têm sido desenvolvidos para aumentar a resistência à tração do concreto. Uma maneira é combinar materiais poliméricos, como álcool polivinílico, poliácridamida ou hidroxipropilmetilcelulose com o cimento, produzindo o que às vezes é conhecido como cimento livre de macro-defeitos. Outro método envolve a adição de fibras de aço inoxidável, vidro ou carbono. Essas fibras podem ser curtas, em forma de fio, folha, tecido ou não tecido. Normalmente, essa fibra representa apenas cerca de um por cento do volume do concreto reforçado com fibra (MELO, 2016).

Existem diferentes tipos de concreto e sua classificação é determinada de acordo com seu método de instalação. Um das classificações do concreto pronto ou pré-misturado consiste em um material

coletado e misturado em uma planta central antes de ser entregue em um local. Como esse tipo de concreto às vezes é transportado em um caminhão agitador, também é conhecido como concreto misto em trânsito. O concreto com mistura retrátil é parcialmente misturado na planta central e sua mistura é então concluída a caminho do local (SANDES, 2008).

Os agregados também podem ser classificados de acordo com o tipo de rocha em que consistem: basalto, sílex e granito, entre outros. Já a pozolana, uma adição, é considerado um material silicioso e aluminoso frequentemente derivado de cinzas vulcânicas. Reagindo quimicamente com o calcário e a umidade, forma os hidratos de silicato de cálcio que são à base do cimento. A pozolana é comumente adicionada à pasta de cimento Portland para aumentar sua densificação. Um tipo de mineral vulcânico, um silicato de alumínio, foi combinado com minerais siliciosos para formar um composto que reduz o peso e melhora a ligação entre as superfícies de concreto e aço. Suas aplicações incluem perfis de concreto pré-moldado e pavimentação de asfalto / concreto para rodovias.

2.3 LEAN CONSTRUCTION

O Lean consiste basicamente em separar o desperdício do valor; remover atividades de valor agregado dos fluxos de valor e eliminar o desperdício um padrão contínuo. Os resíduos mais comuns são transporte, atividades ou processos desnecessários, manuseio de materiais ou pacientes, inventário, defeitos ou falhas, atrasos e superprodução (GOHR; RÉGIS; SANTOS, 2018).

Segundo Mourtzis, Papathanasiou e Fotia (2016) a origem

do gerenciamento enxuto começa com a indústria automotiva. Henry Ford iniciou o caminho para a eficiência e o gerenciamento enxuto com o Modelo T no início dos anos 20. A linha de montagem e os processos de produção que adotam o uso eficiente da tecnologia, com redução de custos com estratégias de inventário "Just in Time" e um compromisso incansável com a inovação inspiraram empresas em muitos setores (NETO et al., 2018).

Segundo Neto et al. (2018) as definições citadas com mais frequência na literatura sugerem que o Lean é "um sistema sociotécnico integrado cujo objetivo principal é eliminar o desperdício, reduzindo ou minimizando simultaneamente o fornecedor, o cliente e a variabilidade interna".

Tabela 1 - Principais Vantagens e Desvantagens da metodologia Lean.

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Diminuição no custo	O Problema do Inventário
Interações aprimoradas do cliente	Dificuldade com as mudanças
Utilização de " <i>push and pull</i> "	Alto custo de implementação
Maior qualidade Cultura de melhoria	A Tentação de Super estruturar
Aumento e melhoria no setor de gestão de pessoas	

Fonte: (PERALTA & FORCELLINI, 2015).

De acordo com Almeida & Picchi (2018) tem evidências que sugerem que a implementação do Lean difere entre os setores (D'ANDREAMATTEO et al., 2015, p. 1204). A Tabela 1 apresenta as vantagens e desvantagens da metodologia lean.

De outros os problemas resolvidos como resíduos também são

interações entre empresas ou áreas; falta de comunicação e uso indevido de recursos. A maioria dos benefícios de comunicação está associada à redução direta e indireta de custos, liberar capacidade e pessoal (MORAROS; LEMSTRA; NWANKWO, 2016).

Para Womack, Jones e Roos (1998), o lean é uma maneira de fazer mais com menos e ao mesmo tempo oferecer aos clientes exatamente o que eles querem. Isso significa usar menos esforço humano, equipamentos, tempo e espaço para aumentar o valor e minimizar o desperdício simultaneamente.

Existem cinco princípios gerais do pensamento enxuto de acordo com Pompeu e Rabaioli (2014) que são:

I. Especifique o valor do ponto de vista do cliente final por família de produtos.

II. Identifique todas as etapas no fluxo de valor para cada família de produtos.

III. Eliminando, sempre que possível, as etapas que não criam valor.

IV. À medida que o fluxo é introduzido, permita que os clientes extraiam valor da próxima atividade upstream e conforme o valor é especificado, os fluxos de valor são identificados, as etapas desperdiçadas são removidas e os fluxos e puxada.

V. Inicie o processo novamente até que um estado de perfeição seja alcançado.

Com base nos princípios apresentados verifica-se que o sistema de manufatura enxuta é um conjunto de ferramentas / técnicas para identificar e remover os resíduos (MOSTAFA; DUMRAK; SOLTAN, 2013).

A indústria da construção civil, apesar de ser milenar está sempre em constante evolução, porém, alguns

problemas desde se seus primórdios vem sendo perpetuados como: condições de trabalho pouco eficientes, grande quantidade de desperdício de material e mão de obra, qualidade insuficiente e a análise dos problemas de forma individualizada, gerando soluções únicas não planejando o todo e sim as partes, dessa forma, não gerando um fluxo de trabalho prospero com um processo de produção eficiente (KOSKELA, 1992).

Koskela (1992) adaptou o Lean Production à construção civil, formatando assim o Lean Construction como uma nova metodologia na gestão. O Lean possui uma característica, no qual, seus princípios são um pouco imprecisos levando a várias interpretações, porém, o conceito de forma geral está direcionado para melhoria contínua, eliminação de desperdício, organização na ordem de serviço e equipe e cooperação na cadeia de abastecimento (Green, 1999).

Koskela (1992) identificou onze princípios para o Lean Construction, que servem para a aplicação da metodologia Lean:

I. Reduzir e eliminar as atividades que não acrescentam valor ao cliente

As atividades desnecessárias são todas aquelas que não agregam valor ao produto sob ótica do cliente, evitando desperdício, dessa forma, devem ser eliminadas do processo.

De acordo com Omogbai & Salonitis (2017) a perda por defeito no produto e retrabalho, ocorre quando o produto final entregue ao cliente não esteja de modo satisfatório, gerando retrabalho e desgaste com o cliente e em desperdício no uso da mão de obra e materiais.

A perda por superprodução verifica-se quando um produto é fabricado em quantidade superior ao necessária acarretando no desperdício de material e tempo de mão de obra, como exemplo a produção de massa para reboco em excesso para o dia, a produção de argamassa de assentamento de porcelanato maior que o necessário (MARKSBERRY & RAMMOHAN, 2011).

A perda por tempo de espera quando um material ou equipamento fica parado por falta de recursos necessários para realização de alguma atividade (BRAGANÇA & COSTA, 2015).

II. Aumentar o valor do produto com base nas necessidades do cliente

O conceito de valor deve ser analisado de acordo com a visão do cliente, aumentar o valor é atender as características e requisitos do cliente, elevando o seu nível de interesse. Como existem diversas empresas prestando serviços semelhantes, o mercado é dotado de alto índices de competitividade, dessa forma, é indispensável aumentar o valor do seu produto para o cliente, identificando pelo que o cliente clama, e possuir o diferencial atrativo no mercado (KUREK et al., 2013).

III. Reduzir a variabilidade

É importante aumentar a confiabilidade do produto, não atendendo as especificações corretas, resulta em problemas para empresa. O processo de reduzir a variabilidade pode ser definido como reduzir as alterações que ocorrem durante a produção, como tempo de produção, qualidade e método de aplicação (MELO & DESCHAMPS, 2017).

Reduzindo a variabilidade na produção, se reduz a execução de atividades que não geram valor ao cliente, como desperdício por defeito no produto e retrabalho. Portanto para identificar a existência do problema é necessário que os parâmetros de mensuração atingido na produção, sejam quantificados através de métricas, essa mensuração pode ocorrer através de controle interno ou externo (MELO & DESCHAMPS, 2017).

IV. Reduzir o tempo de ciclo (lead time).

O Lead time consiste no tempo necessário para que um produto passe por todas as fases do seu processamento, ou seja, o tempo que o cliente faz a solicitação até a entrega do bem acabado. O lead time possui dentro dele, vários ciclos, no qual, é o tempo necessário para realizar tarefas de produção parciais dentro de um global. Algumas práticas podem auxiliar na redução desse tempo de ciclo (PERETTI; GARCIA & GASPAR, 2016).

V. Simplificação através da redução do número de passos de um processo ou componentes de um produto

A filosofia Lean tem como foco principal a redução dos desperdícios, resultando na melhor qualidade do produto final entregue ao cliente, aumentando seu valor e diminuindo o lead time. Dessa forma, para reduzir o lead time se faz necessário a redução de etapas em um processo de produção (PESTANA & GAMBATESE, 2016).

Desse modo, eliminando a perda por processamento excessivo e a perda por movimentação

desnecessária conseguimos reduzir o número de tarefas que não agregam valor. Cabe ressaltar que aplicação dos 11 princípios Lean não ocorre de forma independente e sim de forma simultânea e inter-relacionadas (PESTANA & GAMBATESE, 2016).

VI. Aumentar flexibilidade de saída do produto

É o aperfeiçoamento das características do produto entregue ao cliente, possibilitando personalizações e customização, sem gerar grandes custos para produção, apenas com o intuito de gerar valor para uma maior parcela do mercado, tornando a empresa mais atrativa (KUREK et al., 2013).

VII. Aumentar a transparência do processo

Na construção civil, a aplicação do princípio da transparência representa uma mudança substancial na forma de gerenciar, pois busca transformar processos tradicionalmente silenciosos em processos que comunicam de forma ativa. A forma como a informação é transmitida é uma das grandes diferenças desse princípio (REZENDE et al., 2012).

Na comunicação tradicional a informação é transmitida, no entanto, segundo o princípio da transparência, nada é transmitido, o campo da informação e respectivo acesso são criados de forma que a informação possa ser obtida de maneira rápida, sem necessidade de perguntas. O ambiente de trabalho deve ser autoexplicativo e ordenado facilitando a melhoria contínua (RADCHENKO & PETROCHENKO, 2016).

Alguns exemplos de transparência: Utilização de controle

visuais: A construção civil tem a tendência de se valer da produção “empurrada” se valendo a partir das tarefas a montante do processo. Na produção “puxada” a demanda seria dada pelo cliente final, porém, seria criado dentro do processo outra camada de cliente e prestador, exemplificando, o pedreiro rebocador seria cliente do pedreiro de alvenaria, dessa forma, o controle visual, passa a ser vital para o fluxo de trabalho e a diminuição de retrabalho. Outra forma de controle visual, é a instalação de um painel de alvenaria exposto na entrada da obra, como amostra dos padrões de referência do nível de execução exigidos pela empresa (MELO & RAMMOHAN, 2017).

Como a construção é caracterizada pelo alto nível de rotatividade na mão de obra, o princípio da transparência deve ser adotado da forma mais prática possível, tornando-se cada vez mais necessário o seu domínio (MELO & RAMMOHAN, 2017).

VIII. Focar o controle no processo global

Para Cordeiro Gonçalves & Poznyakov (2021) a filosofia Lean não é aplicada de maneira aleatória, mais de forma que precisa ser planejada pela equipe antes da aplicação, na sequência deve realizar o monitoramento dos resultados, agindo sempre que necessário para evitar queda na produção após a implantação das melhorias. Não se deve focar apenas no controle dos resultados, mais sim no controle de todas as etapas do processo. Dessa forma, segmentando atividades em pequenas tarefas, de forma que os defeitos sejam identificados de forma rápida.

Se uma empresa planejou o reboco de uma casa em 8 semanas, e nas primeiras duas semanas só foram executados 15%, ainda haverá 6 semanas para tomar ações buscando retomar ao cronograma, elevando o ritmo de produção (WANG & ZHANG, 2018).

IX. Introduzir a melhoria contínua no processo

Quando se fala em melhoria contínua se fala em praticar o Kaizen, principal pilar da filosofia Lean. O termo Kaizen significa melhoria em japonês, no qual deve ser implantado de forma pequena para no futuro resultar em grandes impactos, devendo ocorrer de forma cíclica buscando a melhoria contínua e tornando o processo cada vez melhor (WANG & ZHANG, 2018).

De acordo com Sá et al., (2020) essa aplicação em pequenos passos, foca em melhorias que consomem o menor esforço possível, pois projetos muito grandes são geralmente mais complexos, propícios a erros, e demorados, desmotivando a aplicação em virtude da grande espera para atingir resultados. Assim a quebra em pequenas ações de melhorias, resulta na simplicidade, reduzindo a chances de erros, e obtendo resultados em curto prazo, propiciando a equipe atingir metas estabelecidas e aumentando o engajamento.

X. Manter o equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões

Pode-se melhorar o fluxo de um processo através da ferramenta conhecida como linha de balanço, cuja utilização deve ser feita em conjunto com o gráfico Gantt. A linha de balanço tem sua estrutura montada

em torno da localidade da atividade, facilitando a visualização do fluxo nos ambientes afim de evitar a sobreposição de atividades no mesmo local, e permite a visualização da existência do tempo de espera, permitindo melhor ajuste entre as tarefas (SALEM et al., 2006).

A eficiência máxima em todas as tarefas não é a garantia de máxima eficiência no canteiro, mais sim a consideração do fluxo com as atividades correlacionadas, pois a avaliação do cronograma e a programação de tarefas deve levar em consideração o todo.

XI. Fazer benchmarking

O benchmarking consiste em buscar em outras empresas líder no mercado nacional e internacional boas práticas, em seus produtos, serviços e atitudes, a fim de estabelecer metas de melhorias dentro da empresa (WANG, 2012).

Pode-se também utilizar a cooperação mútua, na pesquisa de informação de empresas concorrentes. Outra forma de realizar o benchmarking, é a contratação de uma consultoria de Lean para melhorar os resultados empresariais (WANG, 2012).

Fica evidente que utilizado do benchmarking pode se melhorar os resultados obtidos pela empresa, no aumento de valor da marca e na melhoria de processos.

2.4 FERAMENTAS DE APLICAÇÃO LEAN CONSTRUCTION

O Kaizen é conhecido como uma filosofia de melhoria continua sendo utilizado por empresas que procuram uma mudança na dinâmica. Essa melhoria contínua é obtida trazendo a responsabilidade para os

operários de identificar possíveis melhorias nos processos, saindo do modelo tradicional hierárquico entre quem formula o processo e quem executa, excluindo da formula a cultura de considerar possíveis desperdícios normal.

Dessa forma, proporcionando a melhoria na qualidade, reduzindo custos, aumentando o engajamento dos funcionários e conseqüentemente a satisfação do cliente. Segundo Filho & Pires (2017) os cinco princípios do kaizen são:

1. Criar valor para o cliente;
2. Envolver as pessoas;
3. Eliminar o desperdício;
4. Ir para o gembu;
5. Gestão visual.

Uma Gemba é uma técnica utilizada para observar o desenvolvimento das pessoas em seu local real de trabalho, onde através da observação do desempenho, da maneira como ela interage com o ambiente de trabalho e através da interação com essa pessoa, você consegue entender a funcionalidade podendo melhorar o ambiente e o processo produtivo (DAL FORNO et al., 2014). Esta ferramenta é ótima para que se identifiquem os problemas e posteriormente procurem e se questionem as soluções.

Esse método descrito por Filho & Pires (2017) tem um papel importante na compreensão e comunicação da informação que permite aos colaboradores transmitir o dia a dia laborais.

O 5S é uma forma sistemática de gerenciamento visual, utilizando tudo, desde fita adesiva até manuais de operações. Não se trata apenas de limpeza ou organização; também se trata de maximizar a eficiência e o lucro. O 5S é uma estrutura que enfatiza o uso de uma mentalidade e ferramentas específicas para criar

eficiência e valor. Envolve observar, analisar, colaborar e procurar resíduos e também envolve a prática de remover resíduos (OMOGBAI; SALONITIS, 2017).

De acordo com Filip e Marascu Klein (2015) o sistema 5S É uma das ferramentas mais requisitadas para a utilização, para criar um local de trabalho adequado para o controle visual e para tornar enxuta a produção. Correspondem ao significado de cinco palavras japonesas, que relatam as atividades do ambiente de trabalho, para gerenciar visualmente a produção lean.

O sistema Kanban desenvolvido por Taiichi Ohno, um dos engenheiros mais jovens da Toyota, recebeu a tarefa de aumentar a produtividade da empresa, o objetivo era usar o conceito Just-in-time. Em 1953, durante uma viagem aos Estados Unidos, o engenheiro notou como os clientes pegavam os produtos das prateleiras no supermercado: somente o que era necessário no momento e na quantidade necessária. Em seu retorno ao Japão, Ohno desenvolveu o Kanban, uma técnica que utiliza cartões de informação para controlar a produção de acordo com a necessidade.

Dessa forma, propicia assim que a produção tenha o menor inventário possível a cada momento, produzindo apenas quando é necessário, o que melhora a produtividade e ao mesmo tempo reduz o desperdício (SUNDAR; BALAJI & SATHEESHKUMAR, 2014)). Shingo (1996), enumera as principais características do quadro Kanban:

1. Melhoria contínua e total do sistema de produção;
2. Controle visual e com precisão do fluxo de materiais;

3. Simplificação do trabalho administrativo, atribuindo autonomia a Gemba;
4. Comunicação de forma rápida e organizada.

- III. Estudo experimental sobre a viabilidade do emprego do da sobra do concreto usinado em atividades que o canteiro de obras tenha a necessidade de utilização, evitando assim, o desperdício do mesmo.

3 METODOLOGIA

3.1 Área de Estudos

Trata-se de um estudo experimental com abordagem qualitativa e quantitativa sobre a temática geração de resíduos na construção civil, com foco no desperdício do concreto usinado, buscando dessa formar mitigar sua geração de forma a reaproveitar o respectivo desperdício em atividades do próprio canteiro de obra.

3.2 Local, Fontes e Instrumentos para Coleta de Dados

O estudo foi executado no canteiro de obras de um empreendimento minha casa minha vida tipo 3, localizado em Paulista-PE, que tem um terreno ocupado de 28.972,30m², e área construída de 36.288,0000 m², fica dividido em 18 torres com 08 pavimentos (térreo + 07 pavimentos), onde há 4 apartamentos por pavimento.

O mesmo estará ramificado em etapas, são elas:

- I. Estudo Bibliográfico de trabalhos publicados nas bases de dados como Scielo, Google acadêmico, Biblioteca nacional, dentre outros – Referência em Planejamento e Controle da Produção, Orçamento e Geração de Resíduos Sólidos na Construção Civil;
- II. Levantamento de dados colhidos no local com o objetivo de identificar o volume de concreto desperdiçado.

3.3 Variáveis

- Viabilidade técnica e econômica para o emprego de mão de obra visando o controle diário do insumo através da cubagem do material e do aproveitamento do concreto usinado.
- Atividades do canteiro que necessitem do emprego do concreto usinado;
- Necessidade de produção de peças pré-moldadas.

3.4 Tabulação e Análise dos Dados

A digitação dos dados coletados com os profissionais no canteiro de obras, foram tratados da em planilha do Microsoft Excel. As informações foram apresentadas sob a forma de tabelas. As variáveis contínuas a respeito da cubagem diária do concreto usinado foram analisadas sob a forma de média.

4. RESULTADOS E ANÁLISE

4.1 Volume do material analisado

A partir da análise do volume observado, utilizando-se fôrmas pré-moldadas de Chapim, Shaft 01, Shaft 02, Shaft 03 e Rolete de estacionamento, onde a partir de então foi possível mensurar a quantidade de concreto desperdiçado na obra diariamente e no possível volume que poderia ser reaproveitado (Tabela 01).

Tabela 1: Cubagem de fôrmas

Volume dos pré-moldados utilizados				
Item	Pré-moldado	Volume (m³)	Qtde de fôrmas	Volume (m³)
1	Chapim	0,0064 16		0,1024
2	Shaft 01	0,0088	4	0,0352
3	Shaft 02	0,01225	4	0,049
4	Shaft 03	0,0109	4	0,0436
5	Rolete estac.	0,004 6		0,024

Fonte: (ARAÚJO, 2020)

4.2 Análise dos dados

A partir do estudo, observou-se um desperdício continuado de concreto usinado (Tabela 02), onde podemos destacar que tal desperdício pôde ser canalizado para atividades cotidianas no canteiro de obras, conseguindo assim uma economia.

Dessa forma, como exemplo, pode-se citar a construção da calha através da sobra do concreto usinado (Figura 01), melhorias no acesso ao empreendimento e a fabricação de peças pré-moldadas Shaft's (Figura 02), Chapim (Figura 03) e Rolete de estacionamento.

Podemos salientar ainda que o desperdício com o cocho da bomba hidráulica é algo inevitável, portanto, exige-se o controle e planejamento para o emprego do mesmo (Figura 04).

Figura 01: Execução do serviço de calha



Fonte: (ARAÚJO, 2020)

Figura 2: Fabricação Shafts



Fonte: (ARAÚJO, 2020)

Figura 3: Fabricação de Chapim



Fonte: (ARAÚJO, 2020)

Figura 04: Sobra de concreto no Cocho da bomba hidráulica não aproveitada



Fonte: (ARAÚJO, 2020)

Figura 05: Desperdício de concreto



Fonte: (ARAÚJO, 2020)

Tabela 02 – Locais de emprego do concreto

Desperdício de Concreto Usinado			
Custo do concreto (m³)		R\$ 297,00	
Local		Cocho bomba hidráulica / Sobra caminhão betoneira	
Dia	Local de aplicação	Volume (m³)	Custo
1	Melhoria do acesso ao alojamento	2	R\$ 594,00
2	Calha	2,4	R\$ 712,80
3	Calha	4	R\$1.188,00
4	Calha	3	R\$ 891,00
5	Calha	2	R\$ 594,00
6	Acesso vila	2	R\$ 594,00
7	Desperdiçado	1	R\$ 297,00
8	Desperdiçado	1	R\$ 297,00
9	Acesso vila	0,5	R\$ 148,50
10	Acesso vila	0,5	R\$ 148,50
11	Desperdiçado	0,5	R\$ 148,50
12	Pré-moldado	0,5	R\$ 148,50
13	Pré-moldado	0,5	R\$ 148,50
14	Pré-moldado	0,5	R\$ 148,50
15	Pré-moldado	0,5	R\$ 148,50
16	Shaft radier 03	0,3	R\$ 89,10
17	Shaft radier 03	2	R\$ 594,00
18	Acesso vila do frio	1	R\$ 297,00
19	Pré-moldado	0,1866	R\$ 55,42
20	Calha	0,5	R\$ 148,50
21	Calha	0,5	R\$ 148,50
22	Calha	0,5	R\$ 148,50
23	Calha	0,5	R\$ 148,50
24	Calha	0,5	R\$ 148,50
25	Calha	0,5	R\$ 148,50
26	Calha	0,5	R\$ 148,50
27	Calha	0,5	R\$ 148,50
28	Calha	0,5	R\$ 148,50

29	Calha	0,5	R\$148,50
30	Calha	0,5	R\$148,50

Total	29,3866	R\$ 8.727,82
--------------	----------------	---------------------

Fonte: (ARAÚJO, 2020)

Foi identificado paralelamente ao acompanhamento do desperdício do concreto usinado, um desperdício também do concreto na execução do slump test (Figura 05), em que no momento da retirada da amostra, foi constatado que o volume da amostra estava ultrapassando o volume necessário para a execução do ensaio, ocasionando um desperdício evitável (Tabela 03).

Figura 06: Sobra Slump Test



Fonte: (ARAÚJO, 2020)

Tabela 03 - Desperdício do concreto usinado no Slump Test

Custo (m³)		R\$ 297,00	
Local		Tecomat (slump test)	
Data	Local de aplicação	Volume (m³)	Custo
1	pré-moldado	0,1278	R\$ 37,96
2	piso canteiro	0,1278	R\$ 37,96
3	piso canteiro	0,1278	R\$ 37,96
4	piso canteiro	0,1278	R\$ 37,96
5	piso canteiro	0,1278	R\$ 37,96
6	pré-moldado	0,1278	R\$ 37,96
7	pré-moldado	0,1278	R\$ 37,96
8	pré-moldado	0,1278	R\$ 37,96
9	pré-moldado	0,1278	R\$ 37,96
10	pré-moldado	0,049	R\$ 14,55
11	pré-moldado	0,0436	R\$ 12,95
12	pré-moldado	0,0218	R\$ 6,47

13	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
14	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
15	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
16	pré-moldado	0,0436	R\$	12,95
17	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
18	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
19	pré-moldado	0,1278	R\$	37,96
20	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
21	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
22	pré-moldado	0,0436	R\$	12,95
23	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
24	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
25	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
26	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
27	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
28	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
29	pré-moldado	0,0327	R\$	9,71
30	pré-moldado	0,1278	R\$	37,96

Total	2,0652	R\$ 613,36
--------------	---------------	-------------------

Fonte: (ARAÚJO, 2020)

Tabela 04 - Custo com a geração de resíduos sólidos.

Serviço de coleta, tratamento de destino final dos resíduos sólidos gerados pelo desperdício do concreto.			
Peso do concreto fck 30 (ton/m³)		2,4	
Custo do transporte		R\$ 200,00	
Custo do concreto(ton)		R\$ 35,00	
Dia	Volume (m³)	Peso (ton)	Custo
1	0,5	1,2	R\$ 42,00
2	0,5	1,2	R\$ 42,00
3	0,5	1,2	R\$ 42,00
4	0,5	1,2	R\$ 42,00
5	0,5	1,2	R\$ 42,00
6	0,5	1,2	R\$ 42,00
7	0,5	1,2	R\$ 42,00
8	0,5	1,2	R\$ 42,00
9	0,5	1,2	R\$ 42,00
10	0,5	1,2	R\$ 42,00
11	0,5	1,2	R\$ 42,00
12	0,5	1,2	R\$ 42,00
13	0,5	1,2	R\$ 42,00
14	0,5	1,2	R\$ 42,00
15	0,5	1,2	R\$ 42,00
Total			R\$ 630,00

Fonte: (ARAÚJO, 2020)

A partir do estudo, foi constatado que ocorria a contratação

de uma empresa terceirizada para a coleta, tratamento e destinação final da sobra do concreto devido ao seu não aproveitamento em atividade paralela. Dessa forma, a empresa construtora desperdiçava os insumos que poderiam ser reaproveitados, além de arcar os custos devido à contratação da empresa terceirizada (Tabela 04).

Por fim, com a execução das medidas estudadas e o emprego do concreto em atividades diversas no canteiro de obras, pôde-se obter uma economia acerca do desperdício do concreto usinado durante o período de levantamento de dados colhidos no local (Tabela 05).

Tabela 05 - Custo total economizado

LOCAL DE SOBRA	VOLUME DE CONCRETO (M³)	CUSTO TOTAL (R\$)
SLUMP TEST	2,0652	R\$ 613,36
COCHO / SOBRA DO CAMINHÃO BETONEIRA	29,3866	R\$ 8.727,82
RESÍDUO SÓLIDO	7,5	R\$ 630,00
TOTAL	38,9518	R\$ 9.971,18

Fonte: (ARAÚJO, 2020)

5 CONCLUSÕES

O presente estudo buscou evidenciar de forma objetiva, a relevância da temática Filosofia Lean Construction na construção civil, permitindo compreender sua importância perante a produção de resíduos, que integradas a filosofia do pensamento enxuto permitiu galgar benefícios como redução de desperdícios, bem como seu reaproveitamento.

Por meio de revisão bibliográfica e pesquisa de campo, foi possível galgar conhecimentos acerca das Legislações vigentes, as quais norteiam tais atividades nos canteiros de obras, visando evitar a ocorrência de desperdícios de concreto usinado e conseqüentemente a geração de resíduos.

Outrossim, também foi possível obter resultados inerentes as atividades realizadas na construtora, onde foi possível observar que, a mesma sofria com perdas de forma contínua, devido a seu processo construtivo de repetição, pois não havia sido executado um plano específico visando à execução das concretagens.

No entanto constatou-se que, a partir da aplicação da filosofia Lean Construction na Obra construção civil é possível obter diversos benefícios, dentre os quais: cubagem diária o que permitiu a redução da geração de resíduos; aumento da produtividade na execução de peças pré-moldadas; reaproveitamento do concreto usinado desperdiçado em outras atividades da obra; redução/eliminação de geração de resíduos sólidos; redução de custos decorrentes de possíveis multas por poluição ambiental e com processo de recolhimento e descarte de entulhos.

REFERÊNCIAS

- ABRECON. Pesquisa Setorial Abrecon 2020. **Abrecon**, São Paulo, 2020. Disponível em: http://www.mpsp.mp.br/portal/page/portal/documentacao_e_divulgacao/doc_biblioteca/bibli_servicos_produtos/BibliotecaDigital/BibDigitalLivros/TodosOsLivros/Pesquisa-setorial-ABRECON-2020.pdf Acesso em: 20 Jan. 2023.
- ABRELPE e ABIOGAS. Potencial de Produção de Biogás no Brasil, 2019. Disponível em: <https://abiogas.org.br/infograficos-abiogas-abrelpe-rsu/> Acesso em: 20 Jan. 2023
- ADEYERI, Michael K et al. Development of SMEs Coping Model for Operations Advancement in Manufacturing Technology. **Advanced Applications in Manufacturing Engineering**. v.1. pg.169-190, 2019.
- ALMEIDA, E. L. G. de, & PICCHI, F. A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. **Ambiente Construído**, 18(1), 91–109. 2018. doi:10.1590/s1678-86212018000100211.
- BRAGANÇA, Sara; COSTA, Eric. An application of the lean production tool standard work. **Journal Teknologi (Sciences &Engineering)**, V.76. n.1. pg.47–53, 2015.
- BRAGLIA, M., DALLASEGA, P., MARRAZZINI, L. (2020). Overall Construction Productivity: a new lean metric to identify construction losses and analyse their causes in Engineer-to-Order construction supply chains. **Production Planning & Control**, 1–18. doi:10.1080/09537287.2020.1837931.
- CORDEIRO GONÇALVES, Igor Marques; POZNYAKOV, Karolina. Lean Construction: Vantagens da sua implantação na atualidade. **Boletim do Gerenciamento**, [S.l.], v. 26, n. 26, p. 13-23, set. 2021. ISSN 2595-6531. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/583>. Acesso em: 05 Dez. 2021.
- DAL FORNO, A. J. et al. Value stream mapping: a study about the problems and challenges found in the literature from the past 15 years about application of lean tools. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 72, n. 5, p. 779-790, 2014.
- D'ANDREAMATTEO, A et al. Lean in health-care: A comprehensive review. **Health Policy**, v.119, pg. 1197–1209, 2015.
- FILHO, José Américo Alves Salvador Filho. **Blocos de Concreto para Alvenaria em Construções Industrializadas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas). Universidade de São Paulo (USP), São Carlos-SP, 2007.
- FILHO, Manoel Gonçalves; PIRES, Sílvio Roberto Ignácio. Os principais passos adotados na aplicação de Kaizen em fabricante de componentes industriais seriados. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC, v.17, n. 4, p. 1160-1178, 2017.

FILIP, F C; MARASCU-KLEIN, V. The 5S lean method as a tool of industrial management performances. **IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering**, v. 95 pg.012127, 2015.

GUTTI, Mala Babagana., MUSA, Abdulfatah. **The quantities of materials in one cubic meter of concrete using different mix ratios**. 2019.
DOI:10.31219/osf.io/xcjuq

JIN, R., YUAN, H., & CHEN, Q. Science mapping approach to assisting the review of construction and demolition waste management research published between 2009 and 2018. **Resources, Conservation and Recycling**, 1v.40, 1pg.75–188, 2019.

KUREK, Juliana; PANDOLFO, Luciana Marcondes; PANDOLFO, Adalberto; *et al.* Implantação dos princípios da Construção Enxuta em uma empresa construtora. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 2, n. 1, p. 20–36, 2013.

LACHIMPADI, S. K., PEREIRA, J. J., TAHA, M. R., & MOKHTAR, M. Construction waste minimisation comparing conventional and precast construction (Mixed System and IBS) methods in high-rise buildings: A Malaysia case study. **Resources, Conservation and Recycling**. V. 68. Pg. 96–103, 2021. doi:10.1016/j.resconrec.2012.08.011.

LEOPOLD, Mbereyaho et al. Reuse of Construction and Demolished Concrete Waste in Producing Strong and Affordable Concrete Blocks. **Rwanda Journal of Engineering**, Science, Technology and Environment, Volume 1, Special Issue I, 2018

MARKSBERRY, P.; RAMMOHAN, R.; VU, D. A Systems Study on Standardized Work: a Toyota perspective. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 7, n. 3, p. 287-302, 2011.

MELO, Maury; DESCHAMPS, Fernando. Aplicação da construção enxuta – Uma análise sistemática da literatura Application of Lean Construction – **A Systematic Literature Review**. p. 20, 2017.

MELO, Thalles Ribeiro de. Morfologia e relações cristalográficas em agregados de hematita do quadrilátero Ferrífero/MG. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia). Universidade Federal do Paraná. 2016.

MIHIĆ, Matej. Classification of construction hazards for a universal hazard identification methodology. **Journal of Civil Engineering and Management**. Volume 26 Issue 2: 147–159, 2020. <https://doi.org/10.3846/jcem.2020.11932>.

MĹKVA, Miroslava et al. Standardization - one of the tools of continuous improvement. **Procedia Engineering**, v.149. pg. 329 – 332, 2016.

MORAROS, J., LEMSTRA, M., NWANKWO, C. Lean interventions in healthcare: do they actually work? A systematic literature review. **International Journal for Quality in Health Care**, v. 28 n. 2, 2016.

MOSTAFA, Sherif; DUMRAK, Jantanee; SOLTAN, Hassan. A framework for lean manufacturing implementation. **Production & Manufacturing Research**, v.1:1, pg.44-64, 2013.

MOURTZIS, D; PAPATHANASIOU, P; FOTIA, S. Lean Rules Identification and Classification for Manufacturing Industry. **Procedia CIRP** **50**, pg. 198 – 203, 2016.

MURALI, G.; Muthulakshmi, T.; Nycilin Karunya, N.; Iswarya, R.; Hannah Jennifer, G.; Karthikeyan, K. Impact Response and Strength Reliability of Green High-Performance Fibre Reinforced Concrete Subjected to Freeze-Thaw Cycles in NaCl Solution. *Mater. Sci. Medzg.* 2017, 23, 384–388.

NETO, Annibal Affonso et al. Analysis of the adoption of lean practices in Brazilian companies: an exploratory study. **Systems & Management**. v. 13. pg. 196-208, 2018.

OMOGBAI, Oleghe; SALONITIS, Konstantinos. The implementation of 5S lean tool using system dynamics approach. **Procedia CIRP**, v.60. pg.380 – 385, 2017.

PERALTA, Carla Beatriz da Luz; FORCELLINI, Fernando Antonio. Lean Healthcare: uma análise da literatura. **Produto & Produção**, vol. 16n.2, p.93-113, jun.2015.

PERETTI, Luiz Celso; FARIA, Ana Cristina de; GASPAR, Marcos Antonio; *et al.* Princípios de Construção Enxuta em Empresa de Pequeno Porte em Guarulhos (SP). **Revista Organizações em Contexto**, v. 12, n. 23, p. 261–285, 2016.

PESTANA, Catarina; GAMBATESE, John A. **Lean Practices and Safety Performance**. p. 1710–1719, 2016.

POMPEU; Adriano Marinheiro. RABAIOLI, Volmir. A Filosofia lean manufacturing: seus princípios e ferramentas de implementação. **Revista Multitemas**, Campo Grande, MS, n. 46, p. 77-94, jul./dez. 2014.

RADCHENKO, Artem; PETROCHENKO, Marina. Losses management process on the pre-design stage of construction. **International journal of interdisciplinarity in theory and practice itpb** - NR.: 10, YEAR: 2016 – (ISSN 2344 - 2409).

RÉGIS, Tatyana Karla Oliveira; GOHR, Cláudia Fabiana; SANTOS, Luciano Costa. Implementação do lean healthcare: experiências e lições aprendidas em hospitais brasileiros. **RAE-Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 58, n..1. pg. 30-43, 2018.

REZENDE, Juliana; PELUZIO, Stella; DOMINGUES, Sá; *et al.* Identificação das práticas da filosofia lean construction em construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA). **Engvista**, v. 14, p. 281–292, 2012.

ROMANEL, Fabiano Barreto; FREITAS, Maria do Carmo Duarte. Jogo “Desafiando a Produção”: ensinando a construção enxuta na construção civil. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 0, n. 3, p. 11, 2011.

SÁ, Marcos Vinicius Oliveira de; RIBEIRO, Keven Costa; CARVALHO, Marcela Andrade de; *et al.* LEAN CONSTRUCTION: vantagens de sua aplicação na construção civil. **LEAN CONSTRUCTION: vantagens de sua aplicação na construção civil**, p. 1-388–416, 2020. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/39223>. Acesso em: 20 Fev. 2022.

SAGGIN, A. B., VALENTE, C. P., MOURÃO, C. A. M. A. and Cabral, A. E. B. 2015. Comparing Investments in Sustainability with Cost Reduction from Waste due to Lean Construction. **Proceedings...** In: 23rd Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction. Perth, Australia, July 29-31, pp. 223-232. Disponível em: <http://www.iglc.net/> Acesso em: 28 Jan. 2023.

SALEM, O.; SOLOMON, J.; GENAIDY, A.; *et al.* Lean Construction: From Theory to Implementation. **Journal of Management in Engineering**, v. 22, n. 4, p. 168–175, 2006.

SALGADO, Eduardo Gomes et al. Análise da aplicação do mapeamento do fluxo de valor na identificação de desperdícios do processo de desenvolvimento de produtos. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 344-356, jul.-set. 2009.

SALGIN, Burcu; ARROYO, Paz; BALLARD, Glenn. Exploring the relationship between lean design methods and C&D waste reduction: three case studies of hospital projects in California. **Revista Ingeniería de Construcción**, Santiago, Chile, v. 31, n. 3, p.191-200, set. 2016.

SANDES, Valmara de Souza. 2008.61f. **Estudo sobre a qualidade dos blocos de concreto em fábricas de Feira de Santana**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Departamento de Tecnologia da Universidade Estadual de Feira de Santana, 2008.

SANTOS, R. R. F., & OLIVEIRA, D. R. C. (2012). Fatigue lifetime of a RC bridge along the Carajás railroad. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, 5(5), 627–658. doi:10.1590/s1983-41952012000500004.

SERRA, Jordana Herbster Ferraz; CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra. Analysis of constructive parameters of vertical reinforced concrete structure with self-compacting concrete. **Rev. IBRACON Estrut. Mater.** V. 13. N.5, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952020000500001>.

SILVA, Diogo Hilário da et al. Construção sustentável na engenharia civil. Ciências exatas e tecnológicas. v. 4. n. 2. pg. 89-100, 2017.

SILVA, Luiz Paulo da; NETO, José da Costa Marques. Study of the rate of generation of waste from construction in new works in the city of Ribeirão Preto-SP. **Gestão & Produção**, 27(4), e5236, 2020 | <https://doi.org/10.1590/0104-530X5236-20>.

SILVA, Ricardo William da. (2018). **Resíduos da Construção Civil: controle por meio do método Lean Construction**. Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará. Disponível em:

http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/11203/1/Dissertacao_Residuosconstrucocivil.pdf. Acesso em: 30 Nov. 2021.

SOLOMON, J. A. Application of the principle of Lean Production to construction. **Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, College of Engineering**, B.S.C.E, University of Cincinnati, Cincinnati, 2004.

SONG, L. and LIANG, D., 2011. Lean Construction Implementation and Its Implication on Sustainability: A Contractor's Case Study. **Canadian Journal of Civil Engineering**, 38, pp.350-359.

SOUZA, U. E. L. et al. Perdas de Materiais nos Canteiros de obra: A Quebra do Mito. **Revista Qualidade**, 2004.

SUNDAR, R; BALAJI, A. N; R. M. SATHEESHKUMAR. A Review on Lean Manufacturing Implementation Techniques. **Procedia Eng.**, vol. 97, pp. 1875–1885, 2014.

TAMMELA, Iara; CARDOSO, Rodolfo; ALMEIDA, Carla do Carmo. Lean service e lean office: uma revisão bibliográfica comparativa. **XXXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. Joinville, SC, Brasil, 10a 13 de outubro de 2017.

UMAR, U. A., SHAFIQ, N., MALAKAHMAD, A., NURUDDIN, M. F., & KHAMIDI, M. F. A review on adoption of novel techniques in construction waste management and policy. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 19. N.4. pg. 1361–1373, 2016. doi:10.1007/s10163-016-0534-8

XU, S., & LUO, H. The Information-Related Time Loss on Construction Sites: A Case Study on Two Sites. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, 11(8), 2014.128. doi:10.5772/58444

WANG, Wei; ZHANG, Xin. **Lean Construction Management in the Construction of the Whole Life Cycle of Use**. p. 172–182, 2018.

WANG, Jingyu. Estimation of Phosphorus Bioavailability in the Water Column of the Bronx River, New York. **Journal of Environmental Protection**, v. 03, n. 04, p. 316–323, 2012

WOMACK, JP; JONES DT; ROOS D. **The Machine That Changed the World**. Free Press, New York, 1998