

IMPLEMENTAÇÃO DO LEAN CONSTRUCTION EM MEIO À PANDEMIA DO COVID-19

Márlon Renato da Silva Martins (Christus Faculdade do Piauí) E-mail: marlonmartins202@gmail.com
Lucas Emanuel Santos de Lucena (Christus Faculdade do Piauí) E-mail: futuroenglucas.e.l@gmail.com
Marcílio Gonçalves de Farias Pereira (Christus Faculdade do Piauí) E-mail: marcilio@chrisfapi.com.br

Resumo: A filosofia da Construção Enxuta (CE) surgiu para ajudar as empresas a diminuir os desperdícios, seja de material, tempo ou dinheiro, e aumentar sua produtividade. Com a instabilidade dos preços de matérias, a chave para garantir uma boa lucratividade é a gestão da mão de obra, dentro o contexto da pandemia do COVID-19. A importância desse artigo é introduzir Ferramentas da Construção Enxuta dentro de uma empresa e trazer aumento da produtividade e redução dos desperdícios. O objetivo do estudo é implementar o gerenciamento de obras através de ferramentas do *Lean Construction* dentro de uma empresa, visando o aumento da produtividade e redução dos desperdícios. Os resultados foram divididos em três partes: análise dos dados coletados da primeira série de casas, implementação das Ferramentas *Lean* dentro do canteiro de obras e análise dos resultados após implementação do *Lean Construction*. O objetivo da pesquisa de implementar o método de gerenciamento usando as filosofias do *Lean Construction* foi completada com êxito. Com o estudo foi possível introduzir Ferramentas *Lean* para aumentar a produtividade da mão de obra, controlar estoques, aumentar a qualidade dos serviços executados e diminuir a geração dos resíduos. A diferença entre a primeira etapa executada e a terceira foi de 49% no custo direto da mão de obra. Embora a Linha de Balanço prometa uma redução de 54%, essa premissa precisa ser testada em demais etapas, para verificar se todas as predeterminações de prazo e arranjo de serviço são os ideais.

Palavras-chave: *Lean Construction*, COVID-19, Produtividade, Ferramentas *Lean*, Qualidade.

IMPLEMENTATION OF LEAN CONSTRUCTION IN THE MIDDLE OF THE COVID-19 PANDEMIC

Abstract: The Lean Construction (CE) philosophy emerged to help companies reduce waste, whether of material, time or money, and increase their productivity. With material prices fluctuating, the key to ensuring good profitability is labor management, within the context of the COVID-19 pandemic. The importance of this article is to introduce Lean Construction Tools within a company and bring increased productivity and reduced waste. The objective of the study is to implement the management of works through Lean Construction tools within a company, aiming at increasing productivity and reducing waste. The results were divided into three parts: analysis of data collected from the first series of houses, implementation of Lean Tools within the construction site and analysis of results after implementation of Lean Construction. The research objective of implementing the management method using Lean Construction philosophies was successfully completed. With the study, it was possible to introduce Lean Tools to increase labor productivity, control inventories, increase the quality of services performed and reduce waste generation. The difference between the first stage performed and the third was 49% in the direct cost of labor. Although the Line of Balance promises a reduction of 54%, this premise needs to be tested in other stages, to verify that all the predetermined terms and service arrangement are optimal.

Keywords: Lean Construction, COVID-19, Productivity, Lean Tools, Quality.

1. Introdução

Desde o final de fevereiro de 2020 o Brasil enfrenta a pandemia causada pelo COVID-19. As consequências econômicas atingiram todos os setores de maneira negativa, entretanto, para a construção civil esse cenário foi inverso. Segundo Guerra (2021), mesmo com a crise sanitária causada pelo Coronavírus e os desafios impostos pela falta e aumento de materiais básicos para a construção civil, como o aço, a expectativa da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) é um aumento de 4% nesse setor.

Embora a situação do setor civil seja favorável, a pandemia trouxe uma instabilidade nos

fornecimentos e preço dos insumos para a construção. De acordo com Agência CBIC (2021), somente no mês de fevereiro de 2021 a mão de obra teve seu preço praticamente constante, enquanto os materiais aumentaram 4,38%, o maior aumento desde novembro de 2002. Entre os materiais com maiores aumentos estão os arames e aços de carbono, tubos de ferro e aço, tubos e conexões de PVC, tijolos e telhas cerâmicas e condutores elétricos, todos materiais básicos. Por fim, a Agência CBIC (2021) constata um aumento de 25,05% nos últimos 12 meses.

Nesse parâmetro geral as construtoras devem se atentar bastante ao fechar negócios para que os orçamentos fechados no começo da construção não se tornem obsoletos ao final dela, e para isso, uma boa gestão é necessária. A filosofia da Construção Enxuta (CE) surgiu para ajudar as empresas a diminuir os desperdícios, seja de material, tempo ou dinheiro, e aumentar sua produtividade. Com a instabilidade dos preços de matérias, a chave para garantir uma boa lucratividade é a gestão da mão de obra.

Para esse estudo, sete mecanismos são essenciais: *Last Planner* (último planejador), *Kanban* (sistema de cartões), Ciclo PDCA, balanceamento de Produção, Senso 5S, 5 Porquês e o Diagrama de Causa e Efeito. O sistema *Last Planner*, idealizado por Ballard e Howell (1996), foi concebido primeiramente com o intuito de majorar a credibilidade dos planos de curto prazo e resguardar a produção dos efeitos que podem vir a acarretar prejuízos decorrente da variabilidade.

Conforme Arantes (2008), o *Kanban* trata-se de uma Ferramenta que permite o uso do *Just In Time*, pois admite a interação entre cliente, que é possível ser de forma intermediária, e fornecedor. O ciclo PDCA (*Plan - Do - Check - Act*) é uma Ferramenta iterativa de gestão usada para o controle e melhoria contínua de processos e produtos, princípios do *Kaizen*. O ciclo PDCA é empregado inúmeras vezes até ser achada a solução para o problema visto que é sistemático. O senso 5S tem o propósito de orientar os trabalhadores dentro da construção de ambientes propícios para a elaboração de suas atividades, sugerindo transformações de comportamento no âmbito de convivência, com sua contínua manutenção (ISHIKAWA 1993).

Em conformidade com Ohno (1997) a metodologia dos 5 porquês é uma perspectiva científica, criada no Sistema Toyota de Produção que se fundamenta em questionar o porquê 5 vezes até que se possa encontrar a verdadeira causa do problema, o qual comumente pode se encontrar oculta por meio de falhas internas. Em concordância com Ishikawa (1993), o Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou também por Espinha de Peixe é uma Ferramenta básica e bastante empregada no comando de qualidade.

A importância do artigo é implementar o gerenciamento de obras através de ferramentas do *Lean Construction* dentro de uma empresa, visando o aumento da produtividade e redução dos desperdícios. Ele tem como objetivos, a introdução de ferramentas para aumentar a produtividade da mão de obra, controlar o estoque dentro do canteiro de obras, ponderar a qualidade de execução e geração de resíduos e avaliar a economia gerada após a implementação das técnicas do *Lean*. O artigo foi dividido em introdução, contendo um referencial teórico, metodologia, resultados e discussão e a conclusão.

2. Metodologia

A presente pesquisa é classificada quanto a abordagem como quantitativa pois os dados referentes a produtividade foram coletados e analisados objetivamente. Quanto à natureza, o estudo é uma pesquisa aplicada. Já no aspecto do objetivo, é exploratória. O artigo consistiu em um estudo de caso em um empreendimento de casas populares em construção na cidade de Piripiri-PI, durante a pandemia.

Ao longo da elaboração do estudo foram utilizados vários registros de arquivos, como relatórios do almoxarifado, diário de obras, fichas de verificação de serviço e procedimentos internos. O

levantamento destes materiais viabilizou a realização do trabalho de forma mais precisa, buscando observar os resultados da aplicação de conceitos e Ferramentas *Lean* no método construtivo da empresa.

O caso estudado trata-se de um empreendimento de casas populares e iguais construídas em série por uma empresa de Piripiri-PI. O tipo de construção é horizontal por se tratar de casas térreas e por essa razão existem dificuldades na logística dos materiais. A empresa teve como objetivo construir 40 casas divididas em quatro etapas: as duas primeiras com 8 casas e as outras duas com 12 unidades cada. Cada etapa deveria ter duração de 45 dias.

O estudo ocorreu durante o começo da execução da segunda etapa de unidades imobiliárias (8 casas em 45 dias), onde foram analisados os resultados e documentos da primeira etapa para obter dados de produtividade da mão de obra, sistema de gestão de qualidade, controle de estoque, processos internos e organização geral do ambiente de trabalho.

A fim de obter o máximo de informações possíveis que influenciam no aumento de produtividade da mão de obra e redução dos desperdícios, o levantamento de informações da primeira etapa teve que ser dividido em quatro grupos: diário de obras, Fichas de Verificação de Serviço (FVS), relatórios do almoxarifado e observação direta da organização dos espaços de trabalho.

Um dos documentos usados pela empresa para registro dos acontecimentos principais do dia é o diário de obras. Nele são relatados eventos como chuva, paralização por falta de um material, acidentes, faltas, etc. O controle é feito por estagiários contratados pela empresa e o arquivamento é por meio de planilhas de Excel preenchidas online e armazenadas no Google Drive. A correlação desse documento com as fichas de verificação de serviço é a maneira da construtora controlar a produtividade dos funcionários e pagar a produção no fechamento da folha salarial.

Para o controle de estoque o almoxarife usava tabelas que relacionavam os itens presentes no estoque e cada entrada e saída. O balanço era feito semanalmente, no começo da semana era analisado a condição de estoque atual e a possível necessidade de compra de novos materiais.

Por meio da observação direta no canteiro de obras foi coletado informações referentes a organização dos estoques, áreas de vivência dos colaboradores e do canteiro de obras propriamente dito, onde a frente de serviço atua. A organização desse ambiente de trabalho influencia diretamente no tempo de execução dos principais serviços, no controle de estoque, conforto dos trabalhadores e na sua saúde.

O estudo foi voltado para implementar o *Lean Construction* na segunda e terceira etapa de casas, com 8 e 12 unidades, respectivamente. Para isso foi levado em conta os objetivos da empresa de construir essa série em 45 dias e introduzir Ferramentas *Lean* para melhorar os resultados da primeira etapa, corrigindo os erros encontrados no levantamento de dados.

Dito isso, os resultados foram divididos em três partes: análise dos dados coletados da primeira série de casas, implementação das Ferramentas *Lean* dentro do canteiro de obras e análise dos resultados após implementação do *Lean Construction*. Nesse último tópico foi mostrado a comparação dos custos da mão de obras nas diferentes séries construídas e uma avaliação de qualidade extraída dos arquivos da empresa, para controle de satisfação do cliente.

3. Resultados e Discussão

Para atingir o objetivo do estudo em aumentar a produtividade da mão de obra e reduzir os desperdícios dentro do canteiro de obra foi necessário avaliar os resultados da primeira etapa de casas. A construtora usou como premissa para essa primeira série uma meta de executar as 8 casas ao mesmo tempo e em 45 dias, adequando a mão de obra. Entretanto, essa meta da

empresa não foi atingida, entre outros fatores, devido as adversidades causadas pela pandemia do COVID-19.

3.1 Dados coletados na primeira etapa

Em relação a mão de obra, a empresa registrou um número de 38 funcionários, sendo 18 pedreiros e 20 ajudantes, executando a série em 75 dias. A designação de serviço não era definida, cada equipe poderia fazer todos os tipos de serviço, dependente apenas da frente de serviço. Isso gerou repercussões negativas, não havia aperfeiçoamento do profissional em certo serviço, mesmo sendo casas iguais, pois nem sempre ele iria começar e terminar o serviço, ou repeti-lo na unidade seguinte. Também, não haviam metas estabelecidas, a ideia era fazer o quanto mais, melhor.

Os principais problemas registrados na primeira etapa foram relacionados a atrasos por conta do serviço terceirizado de instalação de forro de gesso. A empreitada foi acertada com bastante antecedência e os prazos foram estipulados, com base nisso a obra foi programada para outras frentes de serviço, externos da casa, para após liberação do forro começar a instalação de piso cerâmico. Entretanto, o prestador de serviço contratado atrasou a obra em duas semanas por conta da demora do seu fornecedor de placas de gesso e por falhas humanas, o que levou a baixa produtividade e retrabalho.

No aspecto do controle de qualidade existia certa dificuldade, pois as inspeções eram realizadas apenas uma vez por dia, no final do expediente. Como havia muita permuta de equipes em cada frente de serviço era difícil determinar o responsável por certo erro. Por exemplo, determinada equipe marcou a alvenaria da casa e as levantou até a altura de janelas, porém, no outro dia, outra equipe continuou parte desse serviço de alvenaria juntamente com a equipe original pois sua frente havia acabado no dia anterior. Dessa forma, para a verificação de qualidade, quando encontrado um erro, não haveria como determinar a equipe responsável pelo mesmo.

Outro fator decisivo para a duração mais longa do que o esperado da primeira etapa foram os aumentos dos preços dos materiais e sua falta, devido à instabilidade gerada pela pandemia do COVID-19. Insumos derivados da cerâmica faltaram no mercado por meses e tiveram um aumento do seu preço consideravelmente, como tijolos e revestimento cerâmico, o que levou a longas filas de espera em fábricas e eventual atraso de materiais. Além do atraso por cotações mais baixas em busca de encontrar a melhor oferta.

Outrossim, para o controle de retirada dos materiais no começo do dia é demandado cerca de 10 minutos de todos os funcionários para registrar os insumos que estão sendo levados para cada frente de serviço. Esse processo faz com que o desperdício de tempo aumente consideravelmente dentro da obra.

Além disso, foi feito um mapeamento do *layout* do canteiro de obras. Dentro dele são dispostos uma mesa e um banheiro para a área de convivência, um container para estoque de itens caros, pallets para armazenamento de materiais grandes e pesados e a betoneira para confecção de concreto e argamassa. Além disso, o estoque de areia e brita ficou fora das delimitações do canteiro por facilidades na entrega e por não caber. Outros itens como local de armação e estoque de madeiras também é encontrado por meio do canteiro.

A acomodação desses elementos, todos misturados, gera um desconforto aos colaboradores ao trabalharem e um aumento no período de suas atividades, visto que os materiais necessários para a confecção do concreto e argamassa estão todos distantes da betoneira. Além de oferecer um risco a saúde por ter um ambiente de vivência tão perto do local de trabalho, onde o ruído é alto.

Todos esses fatores analisados foram os responsáveis pelo atraso da primeira etapa de casas. A pretensão da empresa de construir 8 casas em 45 dias usando uma mão de obra de 38 funcionários não foi viável e por essa razão a construtora decidiu aderir a uma nova metodologia de gerenciamento de obras, baseada na redução dos desperdícios e aumento da produtividade, o *Lean Construction*.

3.2 Implementação das Ferramentas *Lean*

A empresa decidiu mudar a premissa de 45 dias para cada etapa, tanto pelas dificuldades de gerenciamento de 8 unidades simultâneas, como pela instabilidade do mercado local, devido as paralizações da pandemia. O setor de engenharia da empresa ficou responsável pela implementação de novas tecnologias de gerenciamento e com isso os estudos começaram. Todos os parâmetros analisados anteriormente sofreram mudanças e introduções de Ferramentas *Lean*.

3.2.1 Mão de Obra

Para maximizar o desempenho dessa equipe uma reorganização foi necessária, sendo feito um balanceamento da mão de obra. O estudo começou com as expectativas da empresa e seus objetivos, assim como nas informações obtidas na primeira etapa. Após conversas e discussões com a equipe técnica de engenharia, a construtora decidiu mudar a meta de 8 casas em 45 dias para um prazo maior, de 60 dias. A decisão veio pela necessidade de diminuir a quantidade de funcionários drasticamente para se enquadrar na frente de serviços disponíveis, assim como na quantidade de insumos acessíveis no mercado.

Com as metas da empresa alinhadas com as condições atuais do mercado, foi fabricada uma Linha de Balanço para definir ordens de serviço, definindo metas, prazos e quais equipes estavam designadas para cada posto de trabalho. Outro ponto corrigido foi a designação de serviços entre pedreiros e ajudantes, através de capacitação da mão de obra, os serviços antes feitos exclusivamente por profissionais, foram destinados aos serventes.

Quadro 1 – Linha de Balanço geral

LOCAL	SERVIÇOS					
casa 1	gabarito	escavação	arranque	embasamento	baldrame	aterro
			bloco			mureta
casa 2	gabarito	escavação	arranque	embasamento	baldrame	aterro
			bloco			mureta
casa 3		gabarito	escavação	arranque	embasamento	baldrame
				bloco		mureta
casa 4		gabarito	escavação	arranque	embasamento	baldrame
				bloco		mureta

Fonte: autores, 2021

A Linha de Balanço é uma forma de visualizar o serviço que deve ser executado e o local. O estudo foi feito com a execução de 4 casas fechando um ciclo, pois a empresa tem a perspectiva de aumentar a quantidade de casas por etapa, para 12 casas, e depois 16. Esse balanceamento leva em conta uma equipe fechada de 5 pedreiros e 6 ajudantes executando 4 casas em 60 dias. Sendo excluídos os serviços de terceirizados como pintura, forro e instalação de esquadrias. Além disso, diferente da primeira etapa, o serviço de instalação de piso cerâmico será

terceirizado, visto que o seu começo depende de outros terceirizados e é mais interessante encerrar o ciclo de serviço no acabamento de reboco.

A Linha estabelece que cada célula da tabela dura um dia, ou seja, para o serviço de gabarito, por exemplo, o tempo limite é 1 dia. Esse sistema de metas é de fácil comunicação com os trabalhadores, pois com dias de antecedência eles têm noção de qual será o próximo serviço, e o mais importante, quem eles não atrasar o serviço se falharem na sua própria meta. Isso gera para cada equipe um senso de autorresponsabilidade.

Para o controle de produtividade foram usados *kits* de serviços e determinado um valor para cada pacote. Essa metodologia é válida pois cada casa é idêntica, logo a mesma divisão de serviço pode ser usada em outra unidade habitacional. Por exemplo, a alvenaria de uma casa custa R\$ 300,00 (trezentos reais) de produção para a equipe, ou seja, quanto mais rápido essa meta for atingida, mais casas podem ser feitas e a equipe pode pegar outro serviço e ganhar outro pacote de produção.

A Linha de Balanço também prevê possíveis atrasos em alguns serviços baseados em problemas da primeira etapa, para isso são deixados vazios entre um serviço e outro, para que em eventuais atrasos o serviço possa ser finalizado sem comprometer seu sucessor. Ademais, as cores diferentes representam os trabalhadores, marrom são os profissionais voltados para a carpintaria em sua maioria de serviços, roxo são os ajudantes e azuis os pedreiros. Certos serviços que antes eram executados por pedreiros, como confecção de rufo pré-moldado ou concretagem de contraverga, agora são predeterminadas para ajudantes, pois são relativamente menos complexas.

3.2.2 Qualidade dos serviços

A primeira etapa de casas apresentou diversas falhas construtivas que foram registrados pelas FVSs. Para buscar a melhoria desses processos, como fundamenta a filosofia do *Kaizen*, foi usado, entre outras, a Ferramenta do Ciclo PDCA, a fim de solucionar problemas nos processos construtivos antes empregados.

Um problema recorrente na primeira série de casas foi uma infiltração nas janelas de vidro e alumínio, no canto, provenientes da chuva. Para solucionar esse problema, diversas mudanças foram testadas em diferentes ciclos de casas. Em algumas casas foi passado silicone entre o alumínio e a soleira para verificar se a infiltração era por essa região. Em outros, foi passado impermeabilizante internamente nas janelas, antes da sua instalação. Já em outras janelas foi aumentado os furos de vazão dos trilhos do vidro, para evitar o acúmulo de água nas esquadrias.

Ao fim de todos esses ciclos de testes foi feito uma checagem nos resultados de cada uma das intervenções e verificada qual a melhor solução. O método com maior eficácia foi a impermeabilização interna dos cantos das janelas, antes da instalação da esquadria. Após essa constatação, essa solução foi empregada nas demais casas. Outro problema relatado foi fissuras no forro de gesso e para achar a melhor solução para esse problema foi usado os conceitos do Diagrama de Causa e Efeito e os 5 Porquês.

3.2.3 Almojarifado

O problema mais marcante encontrado no almojarifado foi a divisão de materiais no começo do expediente, que gasta cerca de 10 minutos tanto na manhã como a tarde. A Ferramenta Enxuta *Kanban* foi usada para solucionar esse problema organizando as demandas diárias de materiais nas suas respectivas frentes. O *Kanban* na obra foi feito de forma virtual através do aplicativo Trello, onde o almojarife e seu assistente organizam os materiais necessários para o dia seguinte, baseados na previsão da Linha de Balanço, e deixam esses insumos prontos para a retirada do profissional no outro dia, economizando o tempo que antes era desperdiçado.

O maior problema encontrado na primeira etapa, relacionado a estoque, foi a falta de alguns materiais devido a instabilidade de fornecimento. O *Lean Construction* usa a filosofia do JIT dentro do canteiro de obras pois ele acredita que estoques significam dinheiro parado, que poderia ser empregado em outro local. Dentro do cenário da pandemia do COVID-19 essa Ferramenta não pode ser aplicada, pois o efeito seria pior que o encontrado na primeira etapa. Para isso foi feito um controle estabelecendo um estoque mínimo, esse valor é determinado de acordo com o consumo médio da obra e o tempo demandado, na prática, para se comprar mais desses materiais.

3.2.4 Layout canteiro de obras

Para otimizar o desempenho dos colaboradores é essencial um ambiente de trabalho confortável e limpo. Para atingir essa organização foi usado a Ferramenta dos Senso 5S dentro do canteiro de obras, dividindo e setorizando o estoque, a área de vivência e o local de confecção do concreto e argamassa.

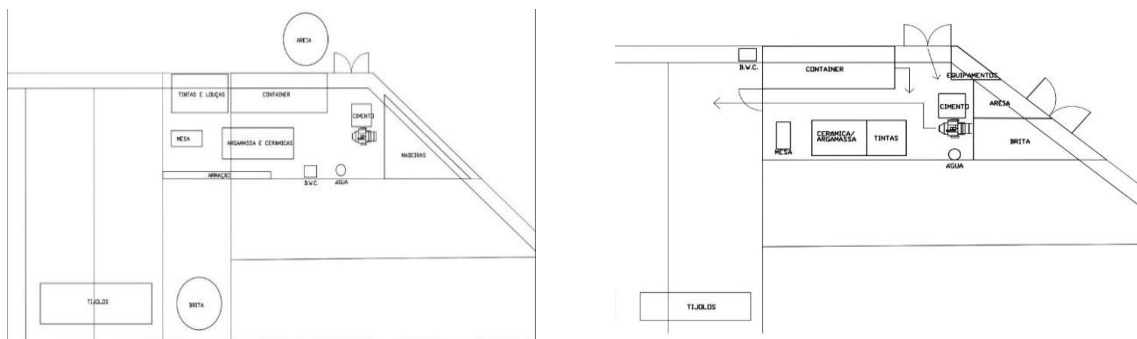


Figura 1 - Layout do canteiro de obras antes e depois

Dentro da nova organização o banheiro foi para fora da área fechada, garantindo maior privacidade ao usuário e conforto para quem está na mesa. O estoque de aços, madeiras e tijolos, por serem maiores, ficaram em uma área externa, no fundo das futuras casas, perto do seu local de utilização. A areia e a brita ficaram mais próximas da betoneira, eliminando serviços de fluxo de materiais desnecessários, otimizando a produção. De maneira geral, o novo *Layout* permitiu maior facilidade na movimentação de pessoas dentro do canteiro por deixar livre passagens em locais estratégicos.

3.3 Resultados após a implementação do *Lean Construction*

Para verificar o impacto da introdução do *Lean Construction* dentro da empresa foi analisado os resultados dentro da segunda e terceira série de casas. Como parâmetro foi analisado o custo da mão de obra dentro de cada uma das etapas comparado com o valor gasto na primeira etapa e o prometido pela Linha de Balanço.

Além do mais, o controle de qualidade foi analisado com base nas avaliações do engenheiro responsável pela obra, engenheiro credenciado da Caixa Econômica Federal (avaliam pois o imóvel é vendido por financiamento bancário) e pelos clientes, através de um termo de recebimento, onde eles avaliam os acabamentos e condições gerais do imóvel.

3.3.1 Segunda etapa de casas

Através das Ferramentas de gestão *Last Planner* e Linha de Balanço foi possível esquematizar um gerenciamento a curto prazo dentro do canteiro de obras. A comunicação entre o operacional e o tático melhorou consideravelmente devido ao estabelecimento de metas claras

e organização de frente de serviço. Isso contribuiu bastante para a melhoria do clima organizacional e desenvolvimento do senso de equipe.

Nessa etapa, os serviços que foram designados para os ajudantes, que antes eram executados por profissionais, tiveram sua qualidade reduzida e demandaram mais tempo para serem executados que o previsto. Por exemplo, a confecção do rufo pré-moldado para uma casa tinha a meta de 1 dia, porém o serviço foi executado em 1,5 dias e a qualidade do acabamento foi inferior ao esperado. Por essa razão foi demandado mais meio período para realizar o retrabalho, gerando dessa forma, mais custos.

Por outro lado, os profissionais tiveram um rearranjo em seus postos de serviço, mantendo sempre uma proporção de um para dois. Dessa maneira não faltava insumo para que pudessem trabalhar sem que houvesse paralização, aumentando as atividades de conversão. Um fator decisivo para essa eficiência foi a eficácia do novo sistema de *kits* estabelecido pelo almoxarifado. Além do aumento da produtividade na fabricação do concreto e argamassa acarretados pelo novo arranjo do canteiro de obras.

Contudo, nem todas as metas estabelecidas pela Linha de Balanço foram atingidas, mas a produtividade teve um aumento considerável em relação a primeira etapa executada. Para a execução dessa série foram necessários 10 pedreiros e 12 ajudantes, que conseguiram concluir os dois ciclos de casa (8 unidades) em 80 dias, o que acarretou em uma redução do custo de 39% em relação ao resultado da primeira etapa (equipe de 18 profissionais e 20 serventes fizeram oito casas em 75 dias).

Quanto a qualidade, os problemas identificados na primeira etapa, que foram analisados e solucionados através das Ferramentas Enxutas, não tiveram recorrência. As infiltrações nos cantos das janelas e as rachaduras dos forros não apareceram nessa nova série. Além do mais, os serviços executados por profissionais que atrasaram do previsto da Linha de Balanço foi em prol de manter a qualidade

3.3.2 Terceira etapa de casas

O foco da pesquisa nessa terceira etapa foi corrigir os problemas de adaptação encontrados na segunda etapa. A comunicação e o senso de equipe aumentaram, influenciando positivamente nos resultados. Ademais, a satisfação pelo aumento do valor de produção, pelo alcance de metas, influenciou bastante.

O sistema de *kits* e as outras mudanças introduzidas na série anterior se mantiveram e houve uma aceitação maior da equipe, vendo os benefícios trazidos. Quanto aos serviços que exigiram retrabalho, devido a repetição e qualificação, os ajudantes se aperfeiçoaram e conseguiram bater as metas de qualidade e tempo.

Como resultado final, a terceira etapa de casas, com 12 unidades, contou com três ciclos de equipes predefinidas pela Linha de Balanço, ou seja, 15 pedreiros e 18 ajudantes. O tempo previsto pela Linha, de 60 dias, não foi atingido novamente, mas houve uma melhoria em relação a série anterior. A terceira série demorou 66 dias para ser executada, em torno de uma semana de serviço a mais, significando uma redução de 49% em relação a primeira etapa.

3.3.3 Custos da mão de obra

Para melhorar a visualização dos custos de mão de obra levantados na primeira etapa, prometidos na Linha de Balanço e os encontrados na segunda e terceira etapa, após implementação do *Lean*, foi feito um gráfico comparativo. A organização dos dados foi feita na tabela 1 e foi tirada uma porcentagem colocando como 100% os custos da primeira etapa, para dessa maneira comparar a redução dos custos nas demais etapas e o previsto pela Linha.

Tabela 1 – Resultados de custo da mão de obra

	1ª ETAPA	LINHA DE BALANÇO	2ª ETAPA	3ª ETAPA
MÃO DE OBRA	18P+20A	10P+12A	10P+12A	15P+18A
TEMPO	75 DIAS	60 DIAS	80 DIAS	66 DIAS
UNIDADES	8 CASAS	8 CASAS	8 CASAS	12 CASAS
CUSTO/CASA	R\$ 24.125,00	R\$ 11.100,00	R\$ 14.800,00	R\$ 12.210,00
PORCENTAGEM	100%	46%	61%	51%

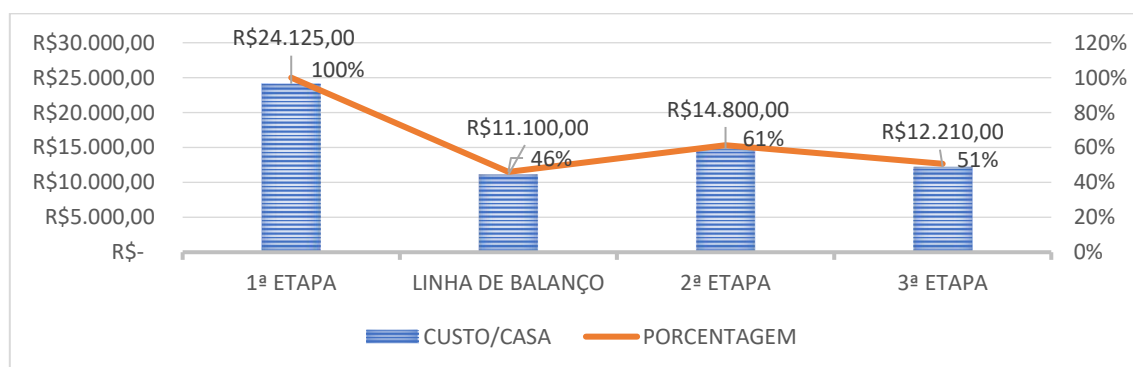
Fonte: autores, 2021

O custo foi calculado levando em conta salários-base fictícios, com encargos, pago para os profissionais e para ajudantes, logo sua proporcionalidade influencia bastante no resultado final. Por exemplo, a folha de pagamento na primeira série de casas tinha dezoito pedreiros e vinte ajudantes, e mesmo tendo demorado 75 dias, o seu custo foi bem mais elevado que a segunda série que durou 80 dias (com 10 profissionais e 12 ajudantes).

Foi observado que a Linha de Balanço tem uma premissa de economizar 54% do valor gasto na primeira etapa e as séries executadas após a implementação do *Lean* não atingiram esse objetivo, mas mostraram uma melhora gradativa. A segunda etapa representou 61% do custo em relação a primeira etapa, mostrando que a introdução das Ferramentas *Lean* contribuiu bastante na produtividade.

Além disso, a terceira etapa mostrou o potencial de melhora do novo sistema de gestão implantado, deixando claro que esse processo demanda tempo para adaptação dos colaboradores envolvidos, mas que tem tendência a atingir o objetivo proposto pela Linha de Balanço. Ademais, foi realçado a aplicabilidade do estudo com uma quantidade maior de funcionários, o que indica a capacidade de crescimento da linha de produção.

Gráfico 1 – Custo unitário de casas por etapa



Fonte: autores, 2021

3.3.4 Qualidade

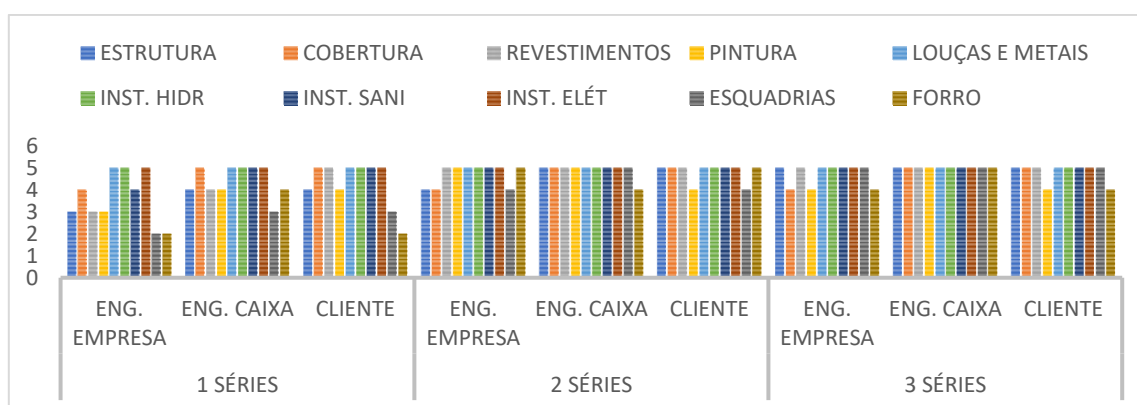
A empresa usa um questionário simples para controle de qualidade posterior a fase de construção, que serve para controle de satisfação do cliente. A construtora aplica essa ferramenta para o engenheiro responsável pelo gerenciamento da obra, para o engenheiro credenciado da Caixa Econômica Federal (CEF) que faz a avaliação do imóvel para o

financiamento e, ao final, com o cliente. Este último é o objetivo dessa análise, pois o objetivo da empresa é sempre satisfazer o usuário.

O questionário divide a análise de qualidade em dez aspectos e permite a avaliação em uma nota de 1 a 5. Os resultados exibidos no gráfico 2 mostram que a qualidade dos itens forro, esquadrias, pinturas e estrutura tiveram avaliação baixa na primeira etapa de casas, reflexo dos problemas citados anteriormente que foram solucionados nas fases posteriores.

Nas séries após a implementação do *Lean* foi notado um aumento nos quesitos que estavam baixos anteriormente. Além disso, os demais aspectos tiveram aumento ou estabilidade nas notas, por todos os avaliadores envolvidos. Para o controle de qualidade, os itens que são avaliados abaixo da nota 5 são levados em ponderação pela equipe de engenharia para promover sua solução e evitar ocorrências em futuras séries construídas.

Gráfico 2 – Avaliações de qualidade nas três etapas



Fonte: autores, 2021

4. Conclusão

Diante da conjuntura atual do mercado, durante a pandemia do COVID-19, é de suma importância as construtoras se manterem atualizadas e gerenciar bem seus empreendimentos. O presente artigo verificou que a aplicação da filosofia do *Just in Time*, de comprar somente a quantidade de insumos necessários, não poderia ser aplicada diante do cenário pandêmico pela instabilidade dos fornecedores de materiais e o aumento sucessivo nos preços dos insumos básicos, como derivados da cerâmica e aços.

Além disso, o objetivo da pesquisa de implementar o método de gerenciamento usando as filosofias do *Lean Construction* foi completada com êxito. Os resultados do trabalho mostraram a situação inicial da gestão do empreendimento, sua organização e problemas. Com a aplicação do estudo foi possível alinhar as metas da empresa com as filosofias *Lean* e testar os seus resultados. Para a introdução das Ferramentas foram analisados quatro aspectos que mais se destacam na obra: produtividade da mão de obra, controle de qualidade, almoxarifado e organização do ambiente de trabalho.

Esses parâmetros foram analisados tanto na primeira etapa do empreendimento, sem a intervenção do estudo, como nas duas etapas seguintes analisadas. A resolução na segunda etapa foi de adaptação, os resultados mostraram melhora em todos os aspectos, mas as metas estabelecidas pela Linha de Balanço não foram atingidas. Além disso, para a terceira etapa registrou-se mais avanço nas metas, mesmo não atingindo totalmente o esperado.

O valor de cada etapa reflete a viabilidade do proposto pela Linha de Balanço, a diferença entre a primeira etapa executada e a terceira foi de 49% no custo direto da mão de obra. Embora a Linha prometa uma redução de 54%, essa premissa precisa ser testada em demais etapas, para verificar se todas as predeterminações de prazo e arranjo de serviço são os ideais.

Contudo, as Ferramentas *Lean* implantadas até a terceira etapa, no empreendimento, se mostraram bastante eficazes na resolução de problemas e organização de metas para as equipes, além de auxiliar no controle de estoque dentro do canteiro de obras, adequando-o a nova realidade da pandemia do COVID-19. Outrossim, quanto ao controle de qualidade, as Ferramentas *Kaizen*, Ciclo PDCA, Diagrama de Causa e Efeito e os 5 Porquês se mostraram bastante eficientes para encontrar e solucionar problemas recorrentes nas execuções, mostrando esse resultado através do Gráfico 2, que relaciona a avaliação de três classes: engenheiro da empresa, engenheiro da Caixa e o cliente.

Ainda, para melhorar os resultados atingidos é necessário mais estudo, implementando mais Ferramentas *Lean*, como um *Kanban* para o controle dos serviços, como um modo mais fácil dos colaboradores visualizarem as metas da Linha de Balanço, e introduzir a coleta de feedback com os trabalhadores para aplicar os conceitos de *Kaizen* de maneira mais ampla, sempre buscando melhorias nos postos de trabalho, através da opinião de quem faz o serviço na prática.

Referências

ARANTES, Paula Cristina F. G. *Lean Construction – Filosofia e Metodologias*. 108 f. Dissertação de Mestrado – Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008. Disponível em: <<http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/60079/1/000129800.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

BALLARD, G; HOWELL, G. **Shielding Production: Na essential step in production control**. Technical Report No. 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 1996.

Custo de materiais de construção aumentou 25,05% em 12 meses. Agência CBIC, 08 de mar. de 2021. Disponível em: <<https://cbic.org.br/custo-com-materiais-de-construcao-aumentou-2505-em-12-meses/>>. Acesso em: 28 de ago. de 2021.

GUERRA, Antônio Claret. **Indústria da construção civil deve crescer 4% este ano, prevê CBIC**. Agência Brasil, Belo Horizonte, 26 de jul. de 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2021-07/industria-da-construcao-civildeve-crescer-4-este-ano-preve-cbic>>. Acesso em: 28 de ago. de 2021.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2011.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Bookman Companhia Editora, Porto Alegre. 1997.