

Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG
Curso de Engenharia Civil

HÉLLEN AMANDA ROSA DE MAGALHÃES
NILDIRENE GOMES CARDOSO BERNARDES

GESTÃO DE OBRAS: APLICABILIDADE DO CICLO PDCA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL EM UMA OBRA DE REPETIÇÃO NA CIDADE DE GOIANÉSIA/GO

Publicação Nº I

Goianésia - GO
2023

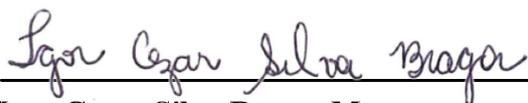
**HÉLLEN AMANDA ROSA DE MAGALHÃES
NILDIRENE GOMES CARDOSO BERNARDES**

**GESTÃO DE OBRAS: APLICABILIDADE DO CICLO PDCA NA CONSTRUÇÃO
CIVIL EM UMA OBRA DE REPETIÇÃO NA CIDADE DE GOIANÉSIA/GO**

Publicação Nº I

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, EM FORMA DE ARTIGO,
SUBMETIDO AO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA FACEG**

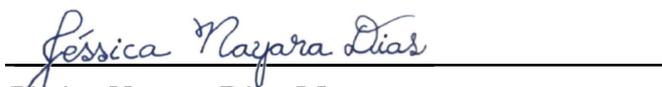
Aprovados por:



**Igor Cezar Silva Braga, Me
(FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA)
(ORIENTADOR)**



**Robson de Oliveira Felix, Me
(FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA)
(EXAMINADOR INTERNO)**



**Jéssica Nayara Dias, Me
(FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA)
(EXAMINADOR INTERNO)**

FICHA CATALOGRÁFICA

MAGALHÃES, HÉLLEN AMANDA ROSA DE.
BERNARDES, NILDIRENE GOMES CARDOSO.

Gestão de Obras: Aplicabilidade do Ciclo PDCA na Construção Civil em uma Obra de Repetição na Cidade de Goianésia [Goiás] 2023, 23P (ENC/FACEG, Bacharel, Engenharia Civil, 2023).

ARTIGO – FACEG – FACULDADE EVANGÉLICA DE GOIANÉSIA

Curso de Engenharia Civil.

1. Cronogramas

2. Execução

3. Planejamento

4. Metodologias

I. ENC/FACEG

II. Gestão de Obras: Aplicabilidade do Ciclo PDCA na

Construção Civil em uma Obra de Repetição na cidade de Goianésia/Go (Série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MAGALHÃES, H. A. R; BERNARDES, N. G. C. *Gestão de Obras: Aplicabilidade do Ciclo PDCA na Construção Civil em uma Obra de Repetição Na Cidade De Goianésia/GO* Artigo, Publicação XX 2023/2 Curso de Engenharia Civil, Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG, Goianésia, GO, 23p. 2023.

CESSÃO DE DIREITOS

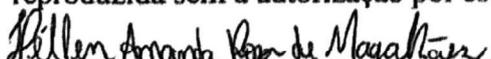
NOME DAS AUTORAS: Héllen Amanda Rosa de Magalhães, Nildirene Gomes Cardoso Bernardes.

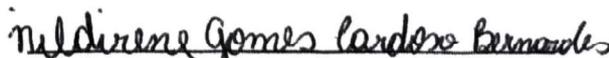
TÍTULO DO TRABALHO DO ARTIGO: *Aplicabilidade do Ciclo PDCA na Construção Civil em uma Obra de Repetição Na Cidade De Goianésia/GO*

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2023

É concedida à Faculdade Evangélica de Goianésia - FACEG a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.


Héllen Amanda Rosa de Magalhães
Rua 16A
76.386.085 - Goianésia/Go – Brasil


Nildirene Gomes Cardoso Bernardes
Rua Tiradentes
76.385.374 - Goianésia/Go - Brasil

GESTÃO DE OBRAS: APLICABILIDADE DO CICLO PDCA NA CONSTRUÇÃO CIVIL EM UMA OBRA DE REPETIÇÃO NA CIDADE DE GOIANÉSIA/GO

Héllen Amanda Rosa de Magalhães¹
Nildirene Gomes Cardoso Bernardes²
Igor Cezar Silva Braga³

RESUMO

A construção civil tem um amplo espaço para adotar meios que podem diminuir o desperdício e proporcionar agilidade na execução das obras. Entretanto, a gestão de obras é fundamental para garantir o sucesso dos projetos enquanto são executados, desde anteprojetos até a conclusão da obra, podendo utilizar vários métodos para obter melhores resultados. O presente trabalho tem por objetivo, descrever a metodologia e a aplicabilidade do Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act), bem como as ferramentas utilizadas como auxílio, em uma obra de construção de repetição em duas fases: execução de alvenaria e uma laje da construção de um edifício multifamiliar, localizada na cidade de Goianésia. Para a aplicabilidade do método, foram realizados estudos dos projetos da obra, verificação das atividades executadas, aplicando as correções necessárias para alcançar os objetivos propostos. Dentre os resultados obtidos com a aplicabilidade do Ciclo PDCA, destacou-se a diminuição de retrabalhos, trazendo agilidade na execução, melhor controle de imprevistos através da verificação diária das tarefas acompanhando os cronogramas e fazendo as correções necessárias, o acompanhamento de estoque através da curva ABC mostrando que os blocos estruturais foram os materiais de maior importância que havia no estoque no momento, maior controle sobre os custos dos materiais da laje através da curva S, ajustando o fluxo do caixa para a próxima laje e melhor controle da mão de obra em ambas as fases através do Histograma Pessoal, dividindo melhor a equipe de execução em cada tarefa. Pode-se comprovar que, com a aplicabilidade do método houve uma redução de 3 dias na mesma fase da alvenaria do pavimento anterior. A construtora não aplica o método em continuidade para a execução da obra toda, por falta de controle de gestão das equipes. Em suma, entende-se que é muito importante o controle bem detalhado para que a execução da obra tenha o resultado esperado.

Palavras-chave: Cronogramas. Planejamento. Execução. Metodologias.

¹ Héllen Amanda Rosa de Magalhães, Discente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG). E-mail: hellenmag24@hotmail.com

² Nildirene Gomes Cardoso Bernardes, Discente do curso de Engenharia Civil da Faculdade Evangélica de Goianésia (FACEG). E-mail: nildirene-92@hotmail.com

³ Ivandro José de Freitas Rocha, Professor do curso da Faculdade Evangélica de Goianésia. E-mail: ivandro.rocha@faceg.edu.br

1 INTRODUÇÃO

Considerando que no setor da construção civil não há espaço para improvisos e erros recorrentes, torna-se necessário o gerenciamento eficaz, o que tem viabilizado mudanças significativas nos processos construtivos ao longo dos últimos anos. Esse gerenciamento visa proporcionar segurança e tranquilidade ao investidor, incorporador ou construtor, devendo estar presente em todas as etapas da obra, desde o projeto inicial até sua conclusão, com foco na qualidade e no cumprimento dos prazos estabelecidos. A administração de obras de engenharia é a área encarregada de planejar e coordenar a execução das obras de acordo com as normas reguladoras dos órgãos públicos responsáveis, como CREA, Secretaria de Habitação, e normas técnicas relacionadas à segurança do trabalho, bem como às diretrizes do Ministério do Trabalho e Emprego. A gestão de obras encontra-se regulamentada pela Lei 5.194, de 1966 (SANTA ODILA, 2020).

De acordo com Silva (2015), mediante gerenciamento, é possível identificar os principais problemas existentes, tais como falta de planejamento de médio e curto prazo, falta de equipamento, falta de definições de espaços adequados para o armazenamento de diversos insumos, falta de transporte e, por fim, a falta de parceria com fornecedores. Aos poucos, a forma arcaica de comandar uma obra somente dentro do escritório de engenharia, passa a estender-se ao canteiro de construção, que vem evoluindo continuamente.

É imprescindível uma boa gestão na construção civil, com o envolvimento de toda a equipe, para que haja um planejamento bem definido e com objetivos traçados, proporcionando soluções eficazes para possíveis problemas que possam surgir, para viabilizar a qualidade do trabalho não comprometendo o canteiro de obras. Quando se escolhe uma empresa, deve-se levar em consideração qualidade e confiabilidade, pois a falta de gestão pode colocar em risco o prazo de entrega do seu produto final, acarretando a perda de confiança do seu cliente. Por fim, adotar uma boa gestão, garantirá êxito dos projetos enquanto são executados para que saiam conforme o esperado (SILVA; CORRÊA; RUAS, 2018).

Conforme Pires (2014), é muito importante a participação ativa do proprietário no gerenciamento de seus empreendimentos. Esta notoriedade se dá ao dizer que o gerenciamento bem-sucedido de um empreendimento depende do comprometimento do empreendedor, no uso da teoria e prática para desenhar e operar sistemas que permitem gerenciar o empreendimento de maneira proativa.

A conclusão bem-sucedida de projetos, requer a supervisão e execução de suas etapas, de acordo com um planejamento cuidadoso e preciso. Isso é um progresso por meio de técnicas de gerenciamento que, visam proporcionar maior produtividade e inovação em um mercado cada vez mais competitivo. Surge, assim, a necessidade de profissionais com amplo domínio e decisões no planejamento e na gestão da construção (NAKAMURA, 2014).

De acordo com Araujo et. al (2022), existem diversas metodologias e ferramentas que podem auxiliar os profissionais a atingir uma gestão de maior qualidade. Dentre essas metodologias, destaca-se o Ciclo PDCA, um método que busca otimizar o alcance dos objetivos por meio do acompanhamento e comparação dos resultados obtidos com o planejado.

O ciclo PDCA é reconhecido como um método que possibilita o progresso contínuo de um serviço, pois é um ciclo de etapas que se reinicia quando concluído. Na indústria da construção civil, o ciclo PDCA é adequado devido à grande variedade de variáveis envolvidas, como materiais, intempéries, mão de obra, interferências e necessidade de retrabalho de um projeto ou entrega que não atende aos padrões de qualidade esperados pelos solicitantes. Ele destaca a relação entre o planejamento, uma boa administração e a execução das ações coletivas. (ALVES, 2015). No entanto, a aplicabilidade do ciclo PDCA tem como objetivo aprimorar a

eficácia da gestão, englobando não apenas o planejamento, mas também o controle da obra desde o início até a entrega do empreendimento. Essa metodologia busca a atualização constante do cronograma elaborado na fase de planejamento, garantindo um acompanhamento contínuo e eficiente ao longo de todo o processo de construção (BEZERRA, 2014).

No contexto deste estudo, o Ciclo PDCA será desenvolvido para propor um sistema organizacional em uma obra de reprodução, comparando o tempo de execução da fase atual com o de uma fase semelhante em uma execução anterior realizada pela incorporadora, sem a aplicação de outras metodologias.

Com base no tema abordado neste trabalho, o objetivo geral foi direcionado para o gerenciamento de obras fundamentado no ciclo PDCA (Planejamento, Execução, Checagem e Ação). Este estudo envolveu uma análise de técnicas de gerenciamento, apresentando um sistema organizacional em uma obra de construção residencial, composta por 18 apartamentos, de aproximadamente 65m² cada, nas fases de alvenaria e laje de dois apartamentos em cada fase. Foram utilizadas como auxílio as ferramentas do Gráfico de Gantt, a Curva ABC, a Curva S e o Histograma Pessoal dentro da metodologia do ciclo PDCA, que serão descritas à partir do item 2.

Os objetivos específicos incluem a descrição do ciclo PDCA e sua aplicabilidade na construção civil, a proposição de um sistema organizacional fundamentado no PDCA para uma obra de reprodução, e a apresentação dos resultados após a aplicação do método nas fases mencionadas.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 GESTÃO DE OBRAS

Sendo a gestão de obras, um conjunto de técnicas e práticas que visam garantir o controle eficiente e eficaz de um projeto de construção, desde o planejamento até a conclusão, é primordial que haja a conexão entre gestão de recursos humanos, financeiros e materiais, a elaboração e o cumprimento de cronogramas, o monitoramento de qualidade e segurança, o gerenciamento de documentos, supervisão de projetos, entre outras atividades necessárias para garantir um desenvolvimento de construção de sucesso. Uma eficiente administração de projetos deve compreender o ciclo de progresso da obra, visando a organização de todas as atividades, atendendo às especificações do projeto (ARAÚJO, 2023).

De acordo com Pires (2014), o planejamento, controle e gerenciamento de obras é um serviço dinâmico que, viabiliza ao engenheiro a oportunidade de conhecer previamente o local de obra, podendo o mesmo, verificar os pontos críticos onde deverá ter precauções. Pode também, prever as alterações que possam vir ocorrer entre o custo real da obra e o custo orçado, controlando desperdícios e melhor uso dos materiais. Garante a padronização de processos, aumenta a eficiência e produtividade e facilita uma gestão mais estratégica, obtendo maior agilidade para tomar decisões através dos dados atualizados acerca da operação em tempo hábil, entre outros.

A aplicabilidade dos métodos disponíveis é de grande importância dentro dessas formas de gerenciamento, pois podem influenciar diretamente na qualidade e no prazo de entrega da obra (NAZÁRIO; AZEVEDO, 2016).

Mazutti (2021), destaca algumas formas do gerenciamento de obra, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1: Formas de Gerenciamento de Obra.

GERENCIAMENTO COLABORATIVO	As empresas estão cada vez mais valorizando a colaboração entre departamentos e equipes, buscando formas de trabalhar em conjunto para alcançar objetivos em comum.
GERENCIAMENTO REMOTO	Com o aumento do trabalho remoto, o gerenciamento à distância se tornou importante, uma vez que gerentes estão desenvolvendo novas habilidades para liderar equipes de forma remota e eficiente.
GERENCIAMENTO BASEADO EM DADOS	Com a disponibilidade contínua de dados, as empresas estão usando análise de dados para tomar decisões mais assertivas e estratégicas.
GERENCIAMENTO DA EXPERIÊNCIA DO CLIENTE	O cliente está no centro de todas as decisões da empresa e muitas organizações estão se dedicando a fornecer uma experiência excepcional para eles.
GERENCIAMENTO ÁGIL	O gerenciamento ágil tem se tornado cada vez mais popular, permitindo que as equipes se ajustem rapidamente às mudanças do mercado e entreguem produtos com mais rapidez e eficiência.

Fonte: Mazutti, 2021.

A aplicabilidade dos métodos disponíveis é de grande importância dentro dessas formas de gerenciamento, pois podem influenciar diretamente na qualidade e no prazo de entrega da obra (NAZÁRIO; AZEVEDO, 2016).

2.2 Gráfico de Gantt

A metodologia de Gantt foi originalmente desenvolvida em 1890 por um engenheiro polonês chamado Karol Adamiecki. No entanto, Henry Gantt fez algumas adaptações e lançou uma versão mais clara e de fácil compreensão em 1903 (SANTOS DE LIMA et al., 2019).

De acordo com Santos de Lima et al. (2019), o gráfico de Gantt tem a função de planejar a linha de produção, distribuindo as atividades para cada funcionário e permitindo prever a produção que cada um pode gerar em um dia de trabalho. Isso otimiza os estoques e promove a constância nas atividades desenvolvidas.

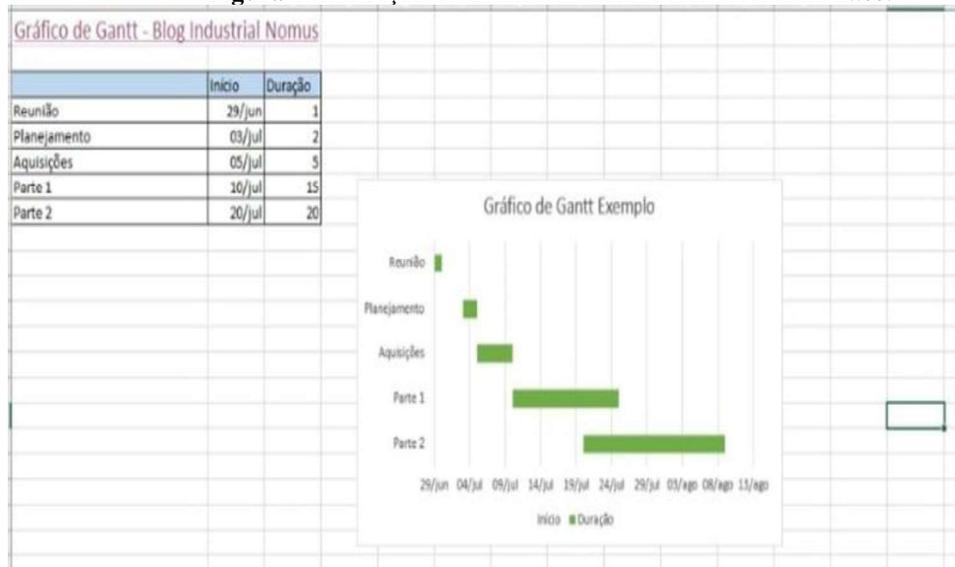
2.2.1 Aplicabilidade do Gráfico de Gantt

Conforme mencionado por Leão (2022), é de extrema importância seguir um conjunto de etapas para garantir uma utilização eficaz do Gráfico de Gantt. Essas etapas de envolvimento são definidas no passo a passo das atividades a serem executadas, incluindo a identificação das atividades do projeto, a aparência da sequência correta de cada atividade, a estimativa de sua duração, a criação de uma linha do tempo, a inclusão das atividades no gráfico, a definição das dependências e marcos entre as atividades, a revisão e ajuste do gráfico e, por fim, o compartilhamento com a equipe envolvida.

Existem diversas opções disponíveis para criar o Gráfico de Gantt, como o uso de software ERP, que integra automaticamente os dados de tempo de produção de cadastrados. Além disso, existem ferramentas online como o *Canva* ou o *Team Gantt*. Embora suas

funcionalidades possam ser limitadas e requerer algum retrabalho devido à falta de integração, são opções acessíveis mesmo para aqueles que não possuem conhecimento avançado em *Excel*. Outra alternativa é montar o gráfico diretamente no *Excel*, que é uma ferramenta amplamente disponível. Porém, é importante ressaltar que, nem todos possuem proficiência em seu uso (LEÃO, 2022). A Figura 1 abaixo mostra um exemplo de Gráfico de Gantt desenvolvido no *Excel*.

Figura 1: Ilustração do Gráfico de Gantt desenvolvido no *Excel*.



Fonte: Leão, 2022.

2.3 Curva ABC

A curva ABC teve origem por volta de 1897, sendo concebida pelo economista e sociólogo italiano Wilfredo Frederico Samaso, mais conhecido como Vilfredo Pareto. Ele desenvolveu essa abordagem durante um estudo sobre a distribuição de renda e riqueza na população local. Observou que uma parcela minoritária da população detinha uma proporção significativa da renda, indicando que a maior parte do dinheiro estava concentrada nas mãos de poucos, enquanto a maioria possuía uma parcela menor. Através de seu estudo, Pareto identificou uma proporção aproximada de 80% e 20%, significando que cerca de 80% da riqueza local estava concentrada em posse de 20% da população (ANDRADE, 2018).

Segundo Celere (2023), no início dos anos 50, engenheiros da General Electric (GE) adaptaram a lei de Pareto, dando origem ao sistema de análise ABC, especialmente aplicado à gestão de estoques. Essa adaptação foi uma resposta ao reconhecimento da eficiência do princípio de Pareto na administração, e ao longo do tempo, essa abordagem provou ser particularmente eficaz na gestão de estoques. Atualmente, a curva ABC é amplamente utilizada em diversos setores devido à sua facilidade, praticidade e eficiência, contribuindo para a tomada de decisões e a obtenção de vantagens competitivas.

2.3.1 Aplicabilidade da Curva ABC

Na construção civil, a curva ABC é aplicada para auxiliar no mapeamento do controle de gastos, na avaliação de rendimento e na gestão eficiente de custos. Essa metodologia oferece uma abordagem estratégica que permite identificar e priorizar os itens ou atividades que mais impactam financeiramente, possibilitando uma administração mais eficaz dos recursos na área da construção. É classificada em classes seguindo o princípio de Vilfredo Pareto, onde a classe

A: Inclui itens de maior relevância, valor ou quantidade, representando 20% do total de itens, mas contribuindo com 80% do valor da aquisição em obras. A classe B: Engloba itens de importância e quantidade intermediárias, correspondendo a 30% do valor total dos itens e contribuindo com 15% do valor. A classe C: Consiste em itens de baixa importância, representando 50% do total de itens, mas contribuindo apenas com 5% do valor total (FUNCHAL, 2020).

Essa categorização permite a aplicação da curva ABC na gestão de estoque, no planejamento da obra e nas decisões de compras. Ao focalizar a atenção nos itens das classes A, B e C de acordo com sua importância financeira, as empresas podem otimizar seus recursos, concentrando esforços nas áreas que têm maior impacto no custo total da obra. A figura 2 mostra um exemplo da curva ABC (CELERE, 2023).

Figura 2: Curva S utilizada em Custos da Obra.



Fonte: Celere, 2023.

2.4 Curva S

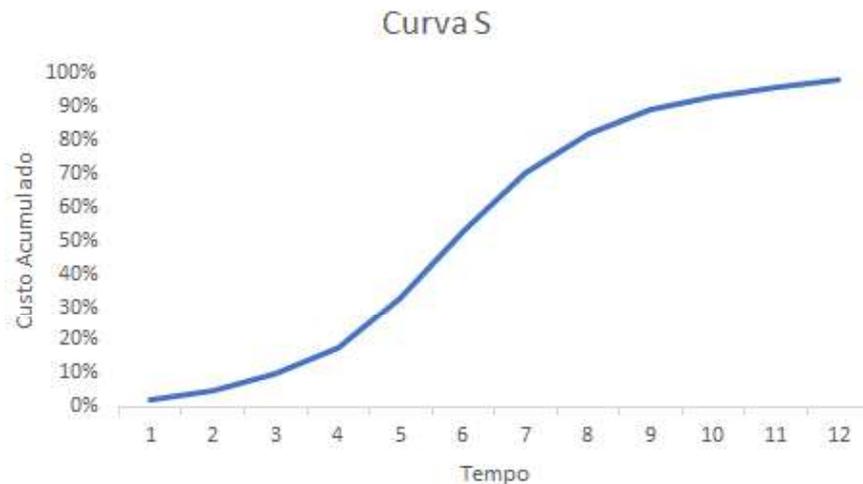
A curva-S tem sua origem e subsequente desenvolvimento associados aos estudos de difusão da inovação de Everett Rogers ("Diffusion of Innovations", Glencoe: Free Press - 1962). O conceito da curva-S, ou curva sigmoide, é derivado de um modelo matemático que encontrou aplicação em várias disciplinas, como física, economia, ciências sociais e biologia. Essencialmente, a curva-S descreve o padrão de comportamento de uma tecnologia ao longo do tempo, desde sua introdução até o crescimento e a eventual maturidade. A forma da curva-S assemelha-se a uma letra "S", indicando uma fase inicial de crescimento lento, seguida por uma aceleração rápida, culminando em um período de crescimento mais lento conforme a tecnologia atinge seu pleno desenvolvimento ou maturidade. Esse modelo tem sido útil para compreender e prever o ciclo de vida de produtos, a adoção de inovações e outros fenômenos que exibem padrões de crescimento semelhantes (LOSEKANN, 2023).

2.4.1 Aplicabilidade da Curva S

Conforme Victor (2019), seguindo essa perspectiva, a curva-S emerge como um instrumento conceitual valioso para a compreensão do ciclo de vida de uma inovação,

empregando dois parâmetros para representar graficamente essa relação. No eixo das ordenadas, temos a representação do desempenho relativo alcançado pela tecnologia, em função do esforço aplicado no eixo das abscissas, que pode ser expresso em termos de recursos financeiros, tempo, horas de trabalho, entre outros. A figura 3 mostra um exemplo da Curva S.

Figura 3: Exemplo da Aplicabilidade da Curva S em Custos.



Fonte: Losekann, 2023.

2.5 Histograma de mão de obra

O Histograma teve sua primeira utilização em 1883 pelo advogado e estudioso em estatística francês André-Michel Guerry, quando ele aplicou essa análise estatística ao histórico de crimes ocorridos em Paris. A origem da palavra "histograma" é atribuída ao termo inglês "historical diagram". Posteriormente, em 1895, o matemático britânico Karl Pearson introduziu a palavra em suas palestras sobre estatística, descrevendo-a como uma representação gráfica comum. Nessa representação, colunas são utilizadas para marcar áreas proporcionais à frequência correspondente, medida pela extensão de suas bases (PMKB, 2014).

De acordo com Pinheiro (2022), o histograma é uma representação que ilustra a quantidade de recursos humanos necessários ao longo de um período específico. Este gráfico de barras oferece uma visualização da distribuição da mão de obra ao longo do tempo, com base nos dados referentes à quantidade de recursos utilizados em um determinado período, seja ele semanal, mensal ou anual. Esse tipo de representação é valioso para a gestão de projetos e planejamento, permitindo uma visão clara da alocação de mão de obra ao longo do cronograma estabelecido.

2.5.1 Aplicabilidade do Histograma de mão de obra

Segundo PMBK, (2014), para iniciar o Histograma de mão de obra é necessário levantar os dados sobre a quantidade da equipe e produtividade, em seguida escolher as categorias e intervalos de análise, após, construí-lo com clareza e de fácil entendimento, pois há várias maneiras de organizá-lo, e é realizado de acordo com o que a equipe gestora. A figura 4 mostra um exemplo do Histograma.

Figura 4: Exemplo de Histograma de mão de obra.

Nome	30/08/2010	06/09/2010	13/09/2010	20/09/2010	27/09/2010	04/10/2010	11/10/2010	18/10/2010	25/10/2010	01/11/2010	Total
Casa 150m2											
Betoneira	1.00	1.00									2.00
Equipe Alvenaria	1.00	1.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	1.00	23.00
Equipe de Fundações	1.00	1.00									2.00
Equipe Hidraulica			2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00	14.00
Primeiro Pavimento											
Equipe Alvenaria	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.00	1.00		13.00
Equipe Hidraulica			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				5.00
Utilidades											
Equipe Alvenaria	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				7.00
Equipe Hidraulica			1.00	1.00	1.00	1.00	1.00				5.00
Sala de Jantar											
Equipe Alvenaria				1.00	1.00	1.00	1.00				4.00
Sala de Estar											
Equipe Alvenaria							1.00	1.00	1.00		3.00
Segundo Pavimento											
Equipe Alvenaria			1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	11.00
Equipe Hidraulica			1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	10.00
Fragmet Fundações											
Betoneira	1.00	1.00									2.00
Equipe de Fundações	1.00	1.00									2.00

Fonte: PMBK, 2014.

2.6 Ciclo PDCA como Método De Gerenciamento

As empresas do setor da construção civil utilizam diversos métodos e ferramentas para melhorar a gestão de suas obras em termos de tempo e qualidade, devido à intensa competitividade do mercado. Um desses métodos é o ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de *Deming* ou ciclo de *Shewhart*. Ele foi desenvolvido na década de 1930 por Walter A. Shewhart e ganhou destaque na década de 1950 por William Edwards Deming, que o aplicou com sucesso nas empresas japonesas, teve em melhorias a qualidade de seus processos (GONÇALVES, 2016). A Figura 5 mostra o funcionamento do Ciclo PDCA.

Figura 5: Ilustração do funcionamento do Ciclo PDCA.



Fonte: Autor, 2023.

Essa metodologia enfatiza que não é suficiente apenas criar um plano para otimizar o alcance de um determinado serviço, mas também é necessário acompanhar e comparar os resultados obtidos com os planejados. Isso permite identificar desvios e ajustar as ações necessárias para atingir os objetivos alcançados (SILVA; *et. al*, 2017).

2.6.1 Aplicabilidade do Ciclo PDCA

Conforme Polito (2016), o ciclo PDCA é composto por algumas etapas que possibilitam a melhoria contínua dos processos na construção civil, permitindo o acompanhamento, a verificação e a correção de desvios, visando alcançar os objetivos planejados. O Quadro 2 mostra essas etapas.

Quadro 2: Etapas do Ciclo PDCA.

<i>Plan</i> (Planejar)	<p>Nesta etapa, busca-se identificar problemas e estabelecer planos de ação. É realizado o planejamento levando em consideração os requisitos do produto, a fim de desenvolver métodos e procedimentos que atinjam os objetivos do empreendimento. O planejamento pode ser dividido nas etapas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estudo do projeto: Verificação dos projetos por meio de visitas ao local da obra, a fim de identificar possíveis interferências; - Definição de metodologia: Escolha dos processos construtivos, elaboração do plano de ação da obra, visão crítica, continuidade das atividades e logística do canteiro; - Criação do cronograma e programação: Construção de um cronograma com base nas etapas de estudo do projeto e definição de metodologia, levando em consideração a quantidade de mão de obra desejada.
<i>Do</i> (Execução)	<p>Nesta etapa, o plano estabelecido na etapa de planejamento é executado. É crucial realizar o treinamento da mão de obra de acordo com os procedimentos executivos definidos no planejamento. A qualidade e o envolvimento das equipes são aspectos fundamentais durante a execução. A concretização da atividade consiste na execução física das tarefas, garantindo uma correspondência entre o planejado e o que está sendo executado em campo.</p>
<i>Check</i> (Verificação)	<p>É o momento em que os serviços realizados são verificados. São conferidos os dados alcançados em campo, os quais devem estar de acordo com o planejamento estabelecido.</p>
<i>Act</i> (Ação)	<p>Nesta fase, são analisados os resultados obtidos em relação ao planejamento estabelecido. Duas situações podem ocorrer: os resultados estão em conformidade com o planejado ou há desvios. Caso haja desvios, são implementadas medidas corretivas, realizando uma análise dos problemas identificados para evitar a reincidência de erros. Se os resultados correspondem ao planejado, isso resulta em uma melhoria do serviço.</p>

Fonte: Polito, 2016.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Com base nos conceitos de aplicação do PDCA, foi proposto um sistema organizacional de gerenciamento para uma obra de edificação residencial, composta por 18 apartamentos, de aproximadamente 65m² de área cada. São 3 pavimentos com 6 apartamentos cada um, localizada na cidade de Goianésia-GO. A Figura 6 mostra a localização do terreno da obra.

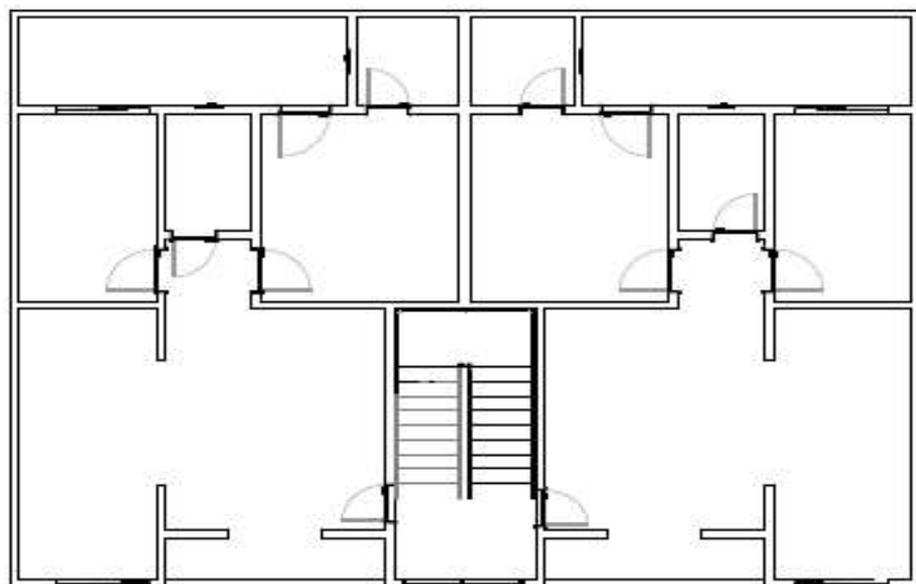
Figura 6: Localização do Terreno da Obra.



Fonte: *Google Maps*, 2023.

A obra se iniciou no dia 24 de julho de 2023, com previsão de término para maio de 2024. O presente trabalho acompanhou duas fases da alvenaria, executada com bloco estrutural de concreto e a execução de uma laje com cobertura de 2 apartamentos, de aproximadamente 135m². Cada apartamento é composto por uma suíte, um quarto, um banheiro social, uma sala, uma cozinha conjugada com a lavanderia e uma varanda. A Figura 7 mostra a planta de dois apartamentos do primeiro pavimento.

Figura 7: Planta de dois apartamentos no primeiro pavimento da edificação.



Fonte: Autor, 2023.

3.1 ALVENARIA

O primeiro acompanhamento foi realizado com a equipe de alvenaria, composta por 2 pedreiros e 2 serventes, antes da aplicabilidade do método, no primeiro pavimento. A execução teve início no dia 24 de agosto de 2023, com o término no dia 12 de setembro de 2023. A carga horária da empresa é de 44 horas semanais, sendo de segunda-feira à quinta-feira 9 horas de trabalho e na sexta-feira, 8 horas. A empresa também não trabalha nos sábados e feriados.

É válido ressaltar que, a mesma equipe realizou outras atividades durante a sua execução, como as instalações hidrossanitárias e elétricas.

A execução com o acompanhamento aplicando o método, iniciou no dia 11 de outubro de 2023 e terminou no dia 24 de outubro de 2023. A alvenaria já estava no segundo pavimento, realizada da mesma forma da primeira fase acompanhada.

3.2 LAJE

O acompanhamento da laje, com a equipe composta por 2 serventes, 1 pedreiro e 1 carpinteiro para a montagem, iniciou a execução no dia 26 de setembro de 2023, com o lançamento do concreto no dia 02 de outubro de 2023. Iniciaram instalando primeiramente as vigotas pré-moldadas, juntamente com o EPS, logo em seguida fizeram a instalação das escoras, após, fizeram as instalações elétricas, instalaram o aço 4.2mm e fizeram sua amarração com arame. Em seguida executaram a carpintaria das formas das vigas e fizeram o lançamento do concreto, realizado manualmente com a betoneira de 80l e transportado através de guincho. Para o lançamento a equipe foi composta por mais 2 pedreiros.

A organização do sistema se deu por meio da análise do Gráfico de Gantt utilizado para comparação do tempo de execução das atividades acompanhadas em duas etapas de alvenaria e uma etapa de execução de laje, acompanhamento de estoque através da Curva ABC, custo de materiais através da Curva S e divisão da mão de obra para cada atividade executada através do Histograma Pessoal.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 3 mostra as atividades realizadas e as Figuras 8, 9 mostram Gráfico de Gantt, como cronograma de acompanhamento das fases. Em seguida, a Figura 10 mostra a execução da alvenaria no 4º dia.

Quadro 3: Gráfico de Gantt – Antes da aplicabilidade do PDCA.

Nome da Tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras
Alvenaria – Primeiro Pavimento – 2 Apartamentos	13 dias	24/08/2023	14/09/2023	
Alvenaria do primeiro pavimento do bloco A	7 dias	24/08/2023	04/09/2023	
Instalação hidrossanitária	1 dia	24/08/2023	25/08/2023	
Instalação hidrossanitária	1 dia	25/08/2023	28/08/2023	2
Instalação elétrica	1 dia	28/08/2023	29/08/2023	3
Instalação elétrica	2 dias	04/09/2023	08/09/2023	1
Grateamento de paredes	2 dias	08/09/2023	12/09/2023	5
Grateamento de canaletas	2 dias	12/09/2023	14/09/2023	6

Fonte: Autor, 2023.

porcentagens, quanto ao grau de importância, no caso os blocos estruturais. Em sequência, a Figura 10 mostra a curva ABC referente aos insumos em estoque.

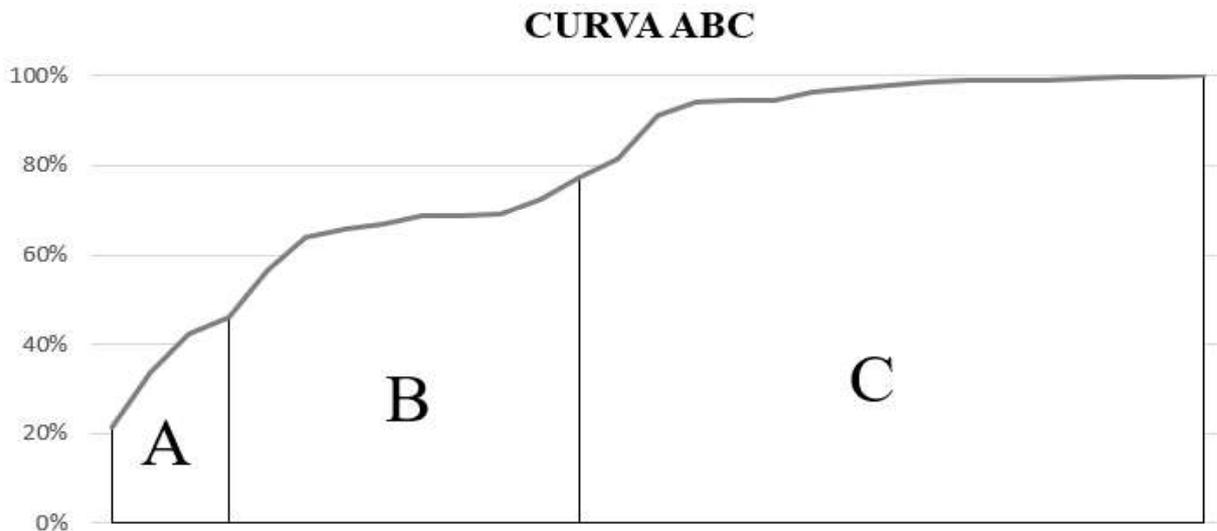
Quadro 4: Quadro de Materiais em Estoque para a Curva ABC. (continua)

DESCRIÇÃO	CUSTO	%	% AC	CLASSE
Bloco Estrutural 14x19x39 cm	R\$ 9.240,00	21,18%	21,18%	A
Bloco Estrutural 14x19x34 cm	R\$ 5.400,00	12,38%	33,55%	A
Meio Bloco Estrutural 14x19x19 cm	R\$ 3.864,00	8,86%	42,41%	A
Bloco Cerâmico 9x14x19 cm	R\$ 1.500,00	3,44%	45,85%	A
Canaleta 14x19x39 cm	R\$ 4.617,00	10,58%	56,43%	B
Cimento	R\$ 3.250,00	7,45%	63,87%	B
Areia	R\$ 900,00	2,06%	65,94%	B
Brita 0	R\$ 390,00	0,89%	66,83%	B
Brita 1	R\$ 780,00	1,79%	68,62%	B
Aço CA60 4.2mm (barra 12 metros)	R\$ 144,00	0,33%	68,95%	B
Aço CA60 5.0mm (barra 12 metros)	R\$ 76,20	0,17%	69,12%	B
Aço CA50 8mm (barra 12 metros)	R\$ 1.410,00	3,23%	72,35%	B
Aço CA50 10mm (barra 12 metros)	R\$ 2.200,00	5,04%	77,40%	B
Treliça H8 (barra 6 metros)	R\$ 1.707,50	3,91%	81,31%	C
Treliça H12 (barra 6 metros)	R\$ 4.255,00	9,75%	91,06%	C
Adaptador sold. curto bolsa rosca 25mmx3/4"	R\$ 1.400,00	3,21%	94,27%	C
Luva soldavel lr b lat az 25mmx1/2"	R\$ 166,32	0,38%	94,65%	C
Plug roscavel 1/2"	R\$ 17,82	0,04%	94,69%	C
Base registro gav 3/4"	R\$ 730,80	1,67%	96,37%	C
Base registro pres 3/4"	R\$ 369,12	0,85%	97,21%	C
Centro distr emb 12 din br	R\$ 232,26	0,53%	97,75%	C
Eletrod pvc corrug 25mmx50mt am	R\$ 435,30	1,00%	98,74%	C
Joelho soldavel 45 25mm	R\$ 112,64	0,26%	99,00%	C
Joelho soldavel 90 25mm	R\$ 27,84	0,06%	99,06%	C
Tê soldavel 25mm	R\$ 22,68	0,05%	99,12%	C
Arame rec com 18 1,24mm 1kg	R\$ 132,60	0,30%	99,42%	C
Caixa de luz pvc 4x2 retan am	R\$ 172,20	0,39%	99,82%	C

Quadro 4: Quadro de Materiais em Estoque para a Curva ABC. (conclusão)

DESCRIÇÃO	CUSTO	%	% AC	CLASSE
Peneira aro 55 pvc chapa exp vd arroz	R\$ 40,29	0,09%	99,91%	C
Peneira aro 55 pvc chapa exp vd feijão	R\$ 40,29	0,09%	100,00%	C

Fonte: Autor, 2023.

Figura 10: Gráfico da curva ABC.

Fonte: Autor, 2023.

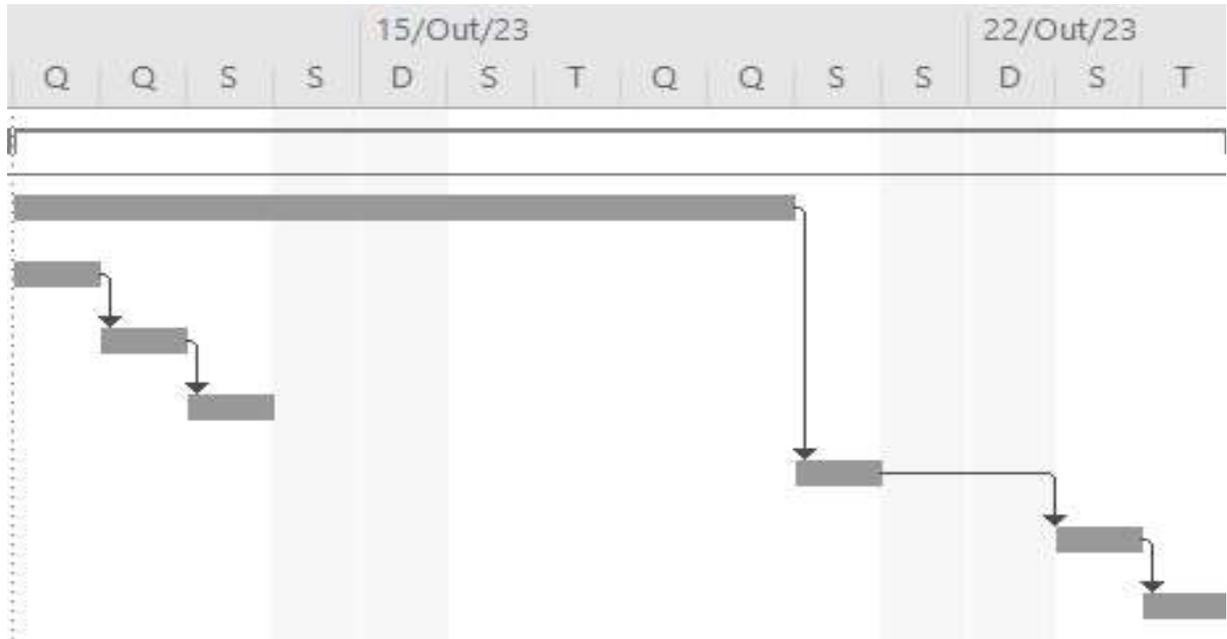
Através do acompanhamento de relatórios diários da obra, concluiu-se que foram necessários 10 dias trabalhados para a conclusão de 2 apartamentos, com a mesma equipe utilizada na execução da fase anterior sem a aplicação do método. O Quadro 5 mostra as atividades executadas. As Figuras 11 e 12 mostram o Gráfico de Gantt e a execução da alvenaria no 4º dia, no segundo pavimento, respectivamente.

Quadro 5: Atividades executadas na alvenaria – Após a aplicabilidade do PDCA.

Nome da Tarefa	Duração	Início	Término	Predecessoras
Alvenaria – Primeiro Pavimento – 2 Apartamentos	10 dias	11/10/2023	24/10/2023	
Alvenaria do primeiro pavimento do bloco A	7 dias	11/10/2023	19/10/2023	
Instalação hidrosanitária	1 dia	11/10/2023	11/10/2023	
Instalação hidrosanitária	1 dia	12/10/2023	12/10/2023	2
Instalação elétrica	1 dia	13/10/2023	13/10/2023	3
Instalação elétrica	1 dia	20/10/2023	20/10/2023	1
Grateamento de paredes	1 dia	23/10/2023	23/10/2023	5
Grauteamento de canaletas	1 dia	24/10/2023	24/10/2023	6

Fonte: Autor, 2023.

Figura 11: Gráfico de Gantt – Após a aplicabilidade do PDCA.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 12: Execução da Alvenaria no segundo pavimento no 4º dia.



Fonte: Autor, 2023.

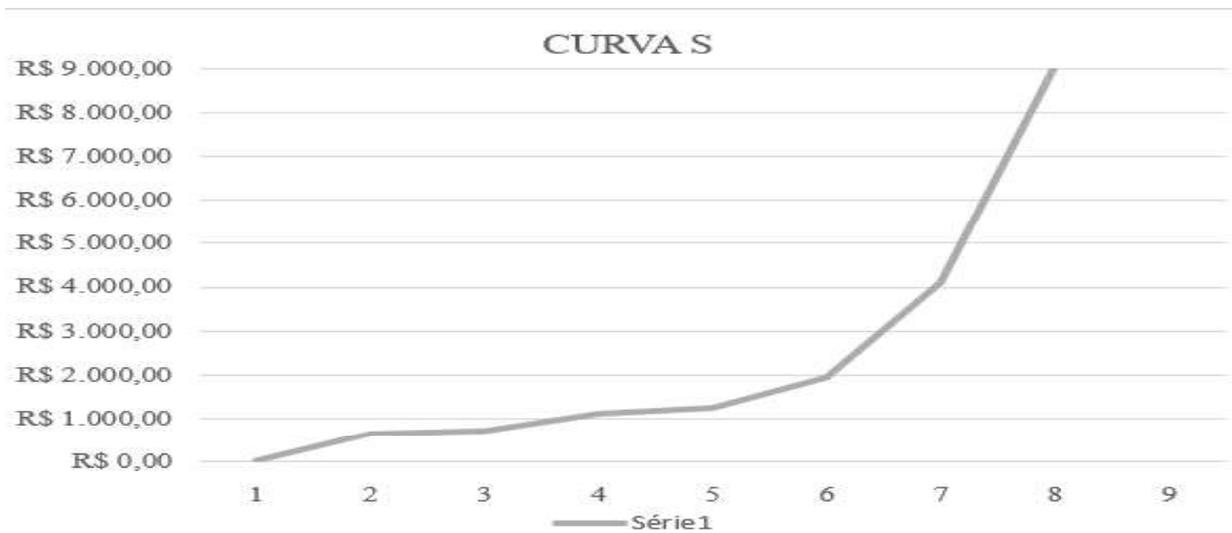
Enquanto a equipe de alvenaria executava a segunda fase no segundo pavimento, a laje acompanhada, no terceiro bloco do primeiro pavimento foi executada.

Com a montagem da curva S, foi possível detalhar os materiais utilizados e seus respectivos valores na execução da laje, obtendo melhor visão sobre os gastos acumulados nessa fase, cooperando para melhor administração para a execução de outra laje. O Quadro 6 e a Figura 13 mostram o quadro físico-financeiro e o gráfico da curva S respectivamente. As Figuras 14 e 15 mostram a montagem e o lançamento do concreto na laje, respectivamente.

Quadro 6: Dados para a montagem da Curva S.

CURVA S PARA EXECUÇÃO DA LAJE DO TERCEIRO BLOCO NO PRIMEIRO PAVIMENTO		
Material	Qtd. Material Utilizado	Custo Material (\$)
Arame 18/24	1 rl	R\$ 13,26
Areia	5,94 m ²	R\$ 653,40
Caixa de luz de teto	15 un	R\$ 59,40
Aço 4.2mm	42 un	R\$ 378
Eletroduto	3 rl	R\$ 130,59
Brita 0	7,13 m ³	R\$ 713,00
Cimento	66 sacos	R\$ 2.145,00
Volterrana	190 m	R\$ 4.938,10
EPS	280 un	R\$ 8.033,20

Fonte: Autor, 2023.

Figura 13: Curva S para valores dos materiais utilizados na laje.

Fonte: Autor, 2023.

Figura 14: Montagem da laje.

Fonte: Autor, 2023.

O Histograma foi realizado subtraindo a função do operário pelo número de operários na obra dividido pela atividade que está sendo realizada.

Através do acompanhamento de relatórios diários da obra realizado pelo Gráfico de Gantt, concluiu-se que foram necessários 13 dias trabalhados para a conclusão da primeira fase, sem a aplicação do método. Na segunda fase, com a aplicação do PDCA, foram gastos 10 dias. Houve uma redução de 3 dias trabalhados da equipe, ou seja, \$1.380,00 de redução com gasto de mão de obra, sendo R\$140,00 a diária do pedreiro e R\$90,00 a diária do servente.

Ao comparar o período de execução, nota-se que pode ter variação do tempo gasto, de acordo com a equipe e o material utilizado, no caso da obra em questão é bloco estrutural, mas o mais utilizado nas obras em geral, é o bloco cerâmico. Porém verificou-se que a equipe está dentro da média de execução, para uma construção de aproximadamente 309m² de alvenaria, instalações elétricas e hidrossanitárias.

No acompanhamento da laje, com a aplicação do método, observa-se que a equipe fica melhor dividida entre as atividades e a execução tem maior qualidade, pois através do controle de estoque é possível administrar com mais qualidade a execução da mesma. Ao ser comparada, podemos observar que no processo de montagem da laje, a equipe está dentro da média, porém, para o lançamento, observa-se que, na maioria das construções é utilizado o lançamento de concreto usinado, não manualmente como na obra acompanhada.

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se, que através da aplicabilidade da metodologia do ciclo PDCA, na construção de uma obra de repetição colabora muito para que o projeto seja executado dentro do planejado.

É importante ressaltar que, utilizar outras ferramentas dentro da metodologia do PDCA, pode agregar muito aos resultados, como por exemplo, nesse acompanhamento, através da Curva ABC, houve a possibilidade da constatação dos materiais de maior importância, sendo os blocos de concreto 14x19x39, utilizados na fase de alvenaria, como 21,18%, sendo considerado classe A dentro da ferramenta. Isso pôde controlar o pedido para a próxima fase. O acompanhamento dos gastos para a laje, através da Curva S, que trouxe melhor administração para uma próxima fase da mesma atividade, visto que, o custo total ficou aproximadamente R\$ 18.000,00. Por fim, o Histograma Pessoal pode ter um melhor controle sobre a mão de obra dentro do canteiro, como por exemplo, observamos que, na montagem da laje, poderia ter designado um ajudante para outra atividade na obra, utilizando a equipe toda somente no lançamento do concreto por ser lançado manualmente.

A empresa e a empreiteira da obra acompanhada, que trabalham em conjunto, não conseguiram colocar o ciclo PDCA em continuidade como o método propõe, para obtenção de um bom resultado, por falta de melhor controle de gestão das equipes. Porém ambas puderam entender como o método funciona e constatararam que, com organização e planejamento detalhado juntamente com boa comunicação entre as equipes, é possível concluir a execução conforme o planejado.

Por fim, sugere-se que sejam realizados mais acompanhamentos por meio da gestão de obras, tanto no canteiro da construção, como na equipe de trabalho, na tentativa de colocar a metodologia do PDCA juntamente com outras ferramentas buscando melhores resultados, visto que a maior dificuldade encontrada foi a gestão externa.

REFERÊNCIAS

ALVES, E.A.C. **O PDCA como ferramenta de gestão da rotina, XI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2015.** Disponível em <https://www.academia.edu/34320949/O_PDCA_COMO_FERRAMENTA_DE_GESTAO_DA_ROTINA> Acesso em 16 mai. 2023.

ANDRADE, J. C. **A aplicabilidade da curva ABC na gestão de obras.** 2018. Revista Especialize On-line IPOG. 1(16),1-19. Disponível em <<https://ipog.edu.br/wpcontent/uploads/2020/11/pdf>> Acesso em 14 dez. 2023.

ARAUJO, E. A. **Gerenciamento de obras engenharia civil.** 2023. Disponível em: <https://www.araujoengenhheiros.com.br/gerenciamento-obras-engenharia-civil> Acesso em: 18 março de 2023.

ARAUJO, Beatriz Chiusi; SILVA, Carlos Felipe Santos; AGUIARRA, Giovana Lendvai; MARCENA, Luiza Reis; LELIS, Afonso. **GERENCIAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: MÉTODO PDCA.** Revistaft, ISSN 1678-0817 Qualis B2, Edição 116 nov 2022/ SUMÁRIO Engenharias/04/11/2022. Disponível em: <<https://revistaft.com.br/gerenciamento-da-construcao-civil-metodo-pdca/>>. Acesso em: 16 mai. 2023

BEZERRA F, **Ciclo PDCA: Do conceito à aplicação.** 2014 Disponível em: <<http://www.portal-administracao.com/2014/08/ciclo-pdca-conceito-e-aplicacao.html>>. Acesso em 16 mai. 2023.

CELERE, Equipe. **Curva ABC na gestão de orçamentos na construção civil.** 2023. Disponível em: <<https://celere-ce.com.br/custos-e-orcamentos/curva-abc-na-gestao-de-orcamentos-na-construcao-civil/>> Acesso em 14 dez. 2023.

FUNCHAL, Academy. **Curva ABC: uma eficiente ferramenta para reduzir custos e**

umentar a produtividade nas obras. 2020. Disponível em: <<https://funchalacademy.com.br/curva-abc-uma-eficiente-ferramenta>> Acesso em: 14 dez. De 2023.

GONÇALVES, Cláudio; **Uso do PDCA no Japão como melhoria contínua.** 2016. Disponível em: <<http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2016-07/pdca---japao.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2023.

LEÃO, Thiago. **Gráfico de Gantt: o que é, como funciona e como montar o seu.** 2022. Disponível em: <<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/grafico-de-gantt/>>. Acesso em: 12, mai. 2023.

LOSEKANN, Guilherme. **Curva S da obra: soluções para monitorar e controlar.** 2023. Disponível em: <<https://www.prevision.com.br/blog/curva-s-da-obra/>> Acesso em 15 dez. 2023.

MAZUTTI, Júlia H. **Gestão de obras**. Grupo A, 2021. E-book. ISBN 9788595028241. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595028241/>. Acesso em: 12 mai. 2023.

NAKAMURA, Juliana. **Como fazer o gerenciamento de obras**. Revista Online AU PINE. Ed. 245. Ago-2014. Disponível em: <http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/245/como-fazer-o-gerenciamento-de-obras-324017-1.aspx>. Acesso em: 18 de mar. 2023.

NAZÁRIO, L.; AZEVEDO, E. **Gestão de projetos na construção civil em Natal – estudo exploratório no mercado imobiliário**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2016, Natal. Anais [...], 2016. p. 1-90. <http://www.admpg.com.br/2016/down.php?id=2324&q=1>. Acesso em 18 mar. 2023.

PIRES, Daniel Lage. **Aplicação de técnicas de controle e planejamento em edificações**. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. Disponível em <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/113.pdf> Acesso em: 18 de mar. 2023.

PMKB. **Construção e Montagem: Histograma de Recursos**. 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/construcao-e-montagem-histograma-de-recursos/> Acesso em: 16 dez. 2023.

PINHEIRO, Igor. **As Principais Ferramentas do Gerenciamento de Obras**. 2022. Disponível em: <https://www.inovacivil.com.br/as-principais-ferramentas-do-gerenciamento-de-obras/> Acesso em: 16 dez. 2023.

POLITO, G. **Metodologias e boas práticas de gerenciamento de obras - PDCA e Gerenciamento de projetos**. Revista técnica, São Paulo, 228. ed, mar. 2016, p. 28. Acesso em 16 de mai. 2023.

SANTA ODILA. **Construção civil emprega 10 milhões de trabalhadores e impulsiona economia brasileira**. 2020. Disponível em <https://www.santaodila.com.br/santa-ajuda/construcao-civil/construcao-civil-emprega10-milhoes-de-trabalhadores-e-impulsiona-economia-brasileira/> Acesso em: 18 mar. 2023.

SANTOS DE LIMA, Fabiano Roberto; DE OLIVEIRA ORMOND, Eduardo; F. COSTA, Yasmin. **A ferramenta Gráfico de Gantt no Acompanhamento de Projetos**. Simpósio, [S.l.], n. 7, fev. 2019. ISSN 2317-5974. Disponível em: <http://revista.ugb.edu.br/ojs302/index.php/simposio/article/view/1202>. Acesso em: 14 maio 2023.

SILVA, Marcos André Oliveira; CORRÊA, Leonardo Rodrigues; RUAS, Adriana Xavier Alberico. **Gerenciamento de projetos na construção civil: tempo custo e qualidade**. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/construindo/article/view/5034/3254> Revista Construindo, Belo Horizonte. v. 10, nº 02, 2018.

VICTOR, João. **Curva S: aplicando em gestão de projetos de engenharia**. 2019. Disponível em: <https://www.guiadaengenharia.com/curva-s-engenharia/> Acesso em: 16 dez. 2023.