

Evento: XXV Jornada de Pesquisa
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

DIAGNÓSTICO DE RESTRIÇÕES NA EXECUÇÃO DA OBRA E PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO MÉTODO PDCA: ESTUDO DE CASO EM UM EDIFÍCIO MISTO¹

DIAGNOSIS OF RESTRICTIONS IN THE EXECUTION OF THE WORK AND PROPOSAL OF APPLICATION OF THE PDCA METHOD: A CASE STUDY IN A MIXED BUILDING

Ana Paula Follmann², Thiana Dias Herrmann³

¹ Projeto de pesquisa realizada no curso de engenharia civil Unijuí

² Graduada em engenharia civil pela Unijuí

³ Professora Orientadora do Departamento de Ciências Exatas e Engenharias

Resumo

Para garantir a visibilidade ao profissional, no momento atual da indústria da construção civil, deve agregar alguns diferenciais, que garantem destaque no mercado, com isso, elaborar e aplicar a construção de uma edificação o bom planejamento, empregando maneiras e ferramentas que atestam redução de custos e qualidade ao produto final, é uma das alternativas encontradas para enaltecer o engenheiro civil. Sendo assim, encontram-se vários métodos que podem ser empregados nesse quesito, o método PDCA e suas ferramentas de qualidades, mesmo tendo pouco emprego na construção civil, é uma das alternativas que mostra sucesso no processo de melhoria contínua nessa indústria. Dessa maneira, este trabalho aborda a metodologia empregada no ciclo PDCA, como também a sua aplicabilidade e os ganhos que podem agregar a obra. Aplicando os assuntos estudados, realizou-se um estudo de caso na construção de uma edificação mista na cidade de Ijuí - RS, tanto nos processos de construção dos elementos estruturais, bem como, no canteiro de obras. Para garantir boa qualidade do produto final, o bom planejamento deve atender não apenas os elementos construtivos, mas também o canteiro de obras, atestando maior eficiência na construção. O canteiro estudado estava em péssimas condições de trabalho, principalmente em relação a limpeza e sua organização, causando perdas de material, além de prejudicar o trabalho dos operados, gerando maiores perdas de tempo, assim, a aplicação do método teve o propósito de otimizar os serviços. Os elementos estruturais não demonstravam muitos problemas, analisou-se a construção deles, a fim de que a vida útil das fôrmas seja aumentada, como também, propôs-se a padronização dos elementos. Diante disso, aplicou-se os módulos do método PDCA para gerar a sistematização das etapas, garantindo maior chance de atingir a boa qualidade no produto final.

Palavras-chave: PDCA; Planejamento; Canteiro de obras; Elementos estruturais.

Abstract

To ensure the visibility to the professional, at the current moment of the construction industry, must add some differentials, which ensure prominence in the market, thereby, elaborate and apply the construction of a building the good planning, employing ways and tools that attest cost reduction and quality to the final product, is one of the alternatives found to praise the civil engineer. Thus, several methods can be used in this area, the PDCA method and its quality tools, even having little employment in the construction industry, is one of the amendments that shows success in the continuous improvement process in this industry. Thus, this work addresses the methodology

Evento: XXV Jornada de Pesquisa

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

used in the PDCA cycle, as well as its applicability and the gains that can aggregate the work. Applying the subjects studied, a case study was carried out in the construction of a mixed building in the city of Ijuí-RS, both in the construction processes of the structural elements, as well as in the construction site. To ensure good quality of the final product, good planning must meet not only the construction elements, but also the construction site, attesting to greater efficiency in construction. The site studied was in very poor working conditions, mainly about cleaning and its organization, causing material losses, besides harming the work of the surgeons, generating greater losses of time, the application of the method had the purpose of optimizing the services. The structural elements did not demonstrate many problems, the construction of them was analyzed to increase the useful life of the formwork, as well as the standardization of the elements was proposed. Therefore, the modules of the PDCA method were applied to generate the systematization of the steps, ensuring a greater chance of achieving good quality in the final product.

Keywords: PDCA; Planning; Construction site; Structural elements.

INTRODUÇÃO

O momento atual, a indústria da construção civil encontra-se saturada, em que a pouca procura do seu serviço e grande oferta de engenheiros civis. Para destacar-se no mercado, é necessário conferir algum diferencial ao profissional, neste quesito, o bom planejamento de uma obra está entre um dos pré-requisitos que garantem ao engenheiro civil destaque na construção civil. Com este intuito, foram diagnosticados os impasses causados pela má organização do canteiro de obras, em uma obra de uma edificação mista na cidade de Ijuí - RS após, sugeriu-se a aplicação do método PDCA afim de garantir maior eficiência na construção. O método PDCA divide-se em quatro etapas: *Plan*, *Do*, *Check* e *Act* com o propósito de melhor compreensão dos possíveis problemas encontrados nas etapas da construção, além de dispor de ferramentas que auxiliam no processo, garantindo o processo de melhoria contínua.

A construção civil foi uma das indústrias mais afetadas pela crise financeira no Brasil, assim, a fim de evitar a estagnação do mercado, empresas do ramo investiram em planejamento, gerenciamento e controle de processos, garantindo que prazos, lucros, custos, retorno e fluxo de caixa não fossem esquecidos (MATTOS, 2010). Elaborar o planejamento da execução de uma obra antecedendo seu início garante que a execução não sofra grandes alterações no cronograma, bem como, minimiza perdas e retrabalhos, e um exemplo a ser seguido é o Japão, em que desde a elaboração do projeto até a conclusão da edificação, gastou-se apenas 33% do tempo para execução, sendo o restante do tempo destina ao planejamento da obra (THOMAZ, 2001 apud JURAN, 1993).

Entre uma das alternativas que podem ser utilizadas dando auxílio para executar o planejamento da obra, encontra-se o método PDCA, entendido, de acordo com a NBR ISO 9001, como: *Plan* (P), *Do* (D), *Check* (C) e *Act* (A), que em suma informa que deve-se elaborar metas e métodos para atingir a melhoria contínua, após, implanta-se o que foi sugerido, analisa-se os resultados para no fim, encontrar os métodos que melhor se adequaram e que garantem constante melhoria (ABNT, 2015).

Com a alta concorrência do mercado, aliado a alta exigência dos clientes e ao baixo poder aquisitivo, em algumas ocasiões, o bom planejamento e o gerenciamento da obra não são apenas meros adicionais, além de bons equipamentos, materiais e mão de obra especializada, garantem a empresa do ramo da construção civil alta visibilidade no comércio (DRUCKER, 1992). O impacto ambiental gerado pela construção civil é maior que o da indústria automobilística, por exemplo, em que emprega-se cerca de 100 a 200 vezes mais material, ou seja, qualquer medida a ser tomada a fim de minimizar o gasto desnecessário de material, gera grande efeito na sustentabilidade do país (DE

Evento: XXV Jornada de Pesquisa
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

SOUZA, 2005).

Para obter-se um bom resultado no final da construção de um empreendimento, deve-se começar primeiramente a planejar o canteiro de obras ideal para tal, observando-se as necessidades de cada obra, destinando locais adequados e próprios para o armazenamento de materiais, bem como, quando necessário, o treinamento dos operários, além de manter a sanidade e organização do local, com o intuito de garantir qualidade, produtividade, segurança, como também, evitar desperdícios e perdas de trabalho, conseqüentemente cumprindo-se prazos e garantindo lucro (NETO; COSTA, 2017).

REVISÃO DA LITERATURA

O controle e o planejamento de uma construção devem estar interligados, uma vez que o planejamento é entendido como a especificação dos objetivos a serem atingidos para atingir bons resultados na edificação final, já o controle, são as medidas adotadas para que o que foi planejado seja realmente executado (BERNARDES, 2003). Toda e qualquer obra deve ser iniciada pelo processo de planejamento, pois, na execução, garante-se que todos os serviços estejam coesos com o que foi combinado, e que caso algo não saia conforme programado, o engenheiro consiga rapidamente buscar alternativas para solucionar o erro (MATTOS, 2010).

No início dos anos 1990, idealizada como a era da informação, o homem percebeu que com planejamento da produção, poderia atingir-se bons resultados em um pequeno espaço físico, gastando-se menos dinheiro e tempo, atentando-se as necessidades de seus clientes e próprios serviços. Percebeu-se também que a tecnologia aliada a informação e ao capital intelectual, poderiam aumentar os lucros das empresas, otimizando o processo e reduzindo perdas (CASTEJON, 2005).

Vale salientar que nem todos os métodos de planejamento podem ser implantados na construção civil, uma vez que a mesma tem suas particularidades, e utilizar de metodologias que não se adequem ao mercado não trará bons resultados, podendo potencializar ainda mais os prejuízos (BERNARDES, 2003).

Ainda, é de suma importância entender que o planejamento não consiste apenas em encontrar medidas para minimizar perdas e potencializar lucros, nele estão ingressos a realização de orçamentos, programações e quaisquer outros arquivos necessários para que seja alcançada a meta principal, ou seja, satisfazer tanto o empreendedor como o engenheiro (BALLARD; HOWELL, 1997). Além, vale lembrar que cada obra é única, e que cada execução terá um planejamento diferente, e ainda, como a construção demanda de serviços manuais, pode haver variações no projeto ao longo da implantação da edificação (LIMMER, 2013).

O sistema de Controle de Qualidade Total (TQC) foi implementado em diversos setores da indústria, bem como na construção civil, em que analisou-se as suas particularidades e adaptou-se o sistema, explorando medidas para atingir a melhoria contínua, aliando a tecnologia ao serviços manuais da construção. Bem como, qualquer construtora, de pequeno ou grande porte, pode adequar os seus serviços ao sistema TQC, compreendendo que todas almejam atingir o mesmo objetivo, reduzir gastos, satisfazer o consumidor final, estando presente no mercado garantindo competitividade no setor (ANDRADE, 2003).

O maior desafio encontrado na construção civil é sobre as perdas geradas durante a execução das obras, que são erroneamente vinculadas apenas ao desperdício de materiais, contudo, Sommer (2010) garante que pode-se entender como perdas qualquer incompetência associada a mão de obra, equipamentos e materiais. Por tanto, perdas são tanto o desperdícios de insumos, quanto trabalhos que não agregam valor ao empreendimento.

As más condições de trabalho também acarretam no aumento de perdas da construção civil, uma vez que planos e prazos nem sempre são detalhados, há estoque exagerado de insumos no canteiro de obras, falta de equipamentos adequados ou em boas condições, são alguns dos problemas

Evento: XXV Jornada de Pesquisa

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

encontrados diretamente no canteiro, e que podem gerar perdas (KOSKELA, 1999).

O ciclo PDCA tem sido empregado em empresas de diversos setores a fim de potencializar sua produção, bem como garantir que todas as metas planejadas sejam atingidas. O método é subdividido em quatro módulos, em que na primeira etapa do *PLAN* (planejar) estipulam-se todas as metas adequadas para a produção, já no módulo *DO* (fazer) treinam-se todos os envolvidos no processo e coleta-se as informações decorrentes da fase anterior, na etapa *CHECK* (checar) realiza-se o comparativo do que realmente foi feito com o que foi planejado, e para finalizar, no último módulo, *ACT* (agir) realizam-se ações no sentido de corrigir o que falhou para que o ciclo possa continuar e seja garantida a melhoria contínua (MARIANI, 2005).

Na Figura 1 é apresentado o ciclo PDCA resumidamente de acordo com Vicente Falconi Campos, responsável por apresentar o método ao Brasil, a fim de que seria utilizado pelas empresas para potencializar suas produções, a partir da década de 80 (CORREA, 2017).

Figura 1 - O método PDCA.



Fonte: Falconi Brasil (2017).

O método PDCA, inicia-se com o módulo *plan*, que baseia-se em traçar os meios para atingir a meta desejada, é a parte mais importante do ciclo, pois é nessa fase que serão determinadas todas as medidas a serem tomadas para que haja a potencialização do processo (ANDRADE, 2003). O módulo é subdividido em cinco partes, que são elas: localizar o problema, estabelecer uma meta, analisar o fenômeno e o processo e ainda elaborar o plano de ação, a fim de que os possíveis problemas encontrados na execução do serviço sejam bem estudados, garantindo que as medidas tomadas tornem-se a melhor solução para eles (CAMPOS, 1996). Para confecção do plano de ação, utiliza-se a ferramenta 5W1H, para completo entendimento de todos os empecilhos encontrados, esta ferramenta é dividida em: *WHAT* (o que), *WHEN* (quando), *WHO* (quem), *WHERE* (onde), *WHY* (por que) e *HOW* (como), com o objetivo de simplificar o entendimento dos problemas e suas causas (PELETEIRO, 2018).

No módulo *do* essencialmente é posto em prático, seguindo rigorosamente, aquilo que foi analisado e julgado adequado na etapa anterior, explicando-se e realizando o treinamento, quando necessários, de todos envolvidos para a execução do plano de ação. Além, é indispensável que todos estejam engajados para otimização do processo, uma vez que não há comprometimento, não é possível atingir o sucesso nos resultados. Ainda, é neste módulo em que coletam-se informações que serão julgadas no próximo módulo (NEVES, 2007).

Evento: XXV Jornada de Pesquisa

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Na etapa de verificação dos resultados das medidas tomadas para potencializar o processo, no módulo *check*, é analisado se o que foi executado refere-se ao que foi planejado, verifica-se baseando-se em três aspectos: comparação dos resultados, com o auxílio das ferramentas de qualidade, analisa-se se todas as medidas postas no plano de ação foram executadas e se elas trouxeram o resultado esperado; listagem dos efeitos secundários, verificam-se se houve reações que não eram esperadas, tanto no aspecto positivo, quanto negativo; e se o problema foi sanado, constata-se se todas as metas impostas foram suficientes para solucionar os problemas (CAMPOS, 2013b).

Para finalizar o ciclo, na etapa *act*, efetuam-se padronizações das ações realizadas, caso o resultado tenha sido positivo, a fim de garantir a melhoria contínua, em que melhora-se o padrão já existente, ou realiza-se um novo, além, não deve ser esquecido que após a finalização da produção do novo padrão, o mesmo deve ser amplamente divulgado de maneira clara e simples, para que não ocorra confusões e não haja desvios para atingir o sucesso (SOUZA, 1997).

A principal distinção da indústria da construção civil com as demais, é que nela tratam-se de produtos que tenham início e fim de execução, ou seja, resulta-se de um objeto único, não repetitivo e que tenha duração pré-estabelecida, portanto, para que o PDCA possa ser utilizado na construção deve sofrer algumas adaptações, no Quadro 1 apresentam-se algumas causas e consequências que geram tais alterações (PELETEIRO, 2018).

Quadro 1 - Relação entre peculiaridades da construção civil e suas consequências.

Causa	Consequência
Identificação do problema durante a execução	Afeta a elaboração do planejamento, aumentando o índice de incerteza e diminui a previsibilidade
Mão de obra de baixa qualificação e alta rotatividade	Atrapalha a difusão do método e assimilação do conhecimento pela equipe
Falta de responsabilidade bem definidas	Atrapalha o controle das ações e indicadores
Falta de consistência das matérias primas e processos	Afeta a previsibilidade dos resultados
Conservadorismo da indústria com resistência a mudanças	As pessoas aumentam o nível de dificuldade para implementação do método e podem não querer aprendê-lo
Projeto e obras feitas separadas	Pode haver falta do conhecimento técnico e como é o dia a dia da obra durante a elaboração do projeto

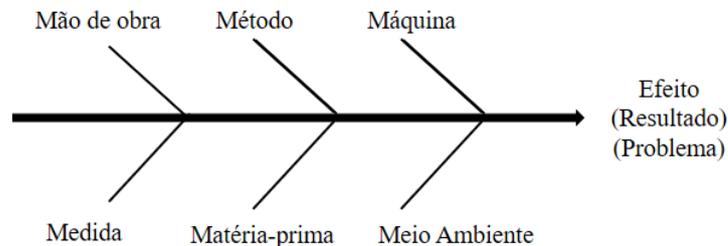
Fonte: Adaptado de Peleteiro (2018).

As ferramentas de qualidade aliadas ao ciclo PDCA formam um dos métodos mais eficazes para garantir o sucesso na qualidade dos produtos, pois com elas é possível coletar, processar e entender melhor as informações necessárias na obtenção da melhoria contínua (MARIANI, 2005).

O diagrama de causa e efeito, uma das opções dentre tantas das ferramentas de qualidade, é um recurso que apresenta a relação entre o efeito (processo) e a causa (fatores) que possam causar prejuízos no resultado final. Para analisar as causas, usa-se a metodologia dos 6M: método, mão de obra, material, meio ambiente, medida e máquina, agrupando as causas por família, propiciando o melhor entendimento delas e correlacionando-as ao seu efeito. A Figura 2 apresenta como o diagrama é representado (MARIANI, 2005).

Evento: XXV Jornada de Pesquisa
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

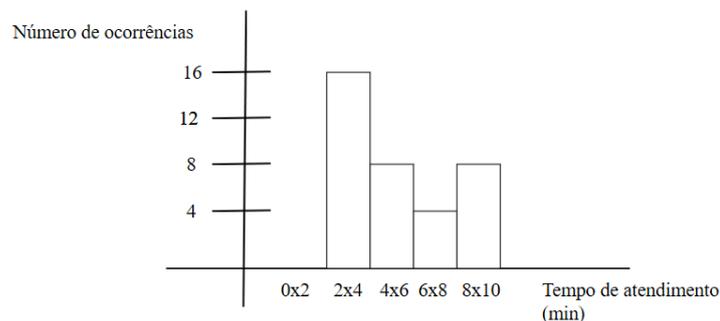
Figura 2 - Diagrama de Causa e Efeito.



Fonte: Adaptado de Campos (1992).

Já o histograma, outra ferramenta bastante utilizada junto ao ciclo PDCA, apresenta características agrupadas em faixas, determinando a frequência em que os processos ocorrem, bem como permite a visualização dos processos, na Figura 3 é exemplificada como o histograma é apresentado (ABREU *et al.*, 2008).

Figura 3 - Histograma.



Fonte: Lins (1993).

O canteiro de obras deve ser considerado como o pátio fabril, quando comparado à indústria convencional, nele contém instalações que são necessárias para a execução adequada da construção da edificação (PINHEIRO, 2012). Sendo assim, o planejamento de uma obra deve inserir o canteiro como uma parte do empreendimento, uma vez que isso não ocorre, é possível que muitas perdas podem ter sua origem pela má administração do canteiro (HANDA; LANG, 1988).

A obra deve ser analisada separadamente, pois cada empreendimento é único, ou seja, o melhor *layout* e a logística do canteiro deve atender as demandas necessárias para tal obra, contudo, desde pequenos habitações até obras grandiosas, devem ter o seu planejamento iniciado pelo canteiro de obras (SAURIN; FORMOSO, 2006).

O estudo e o decorrente planejamento do canteiro deve ocorrer anterior ao início da construção, julgando as melhores estratégias a serem adotadas para otimizar a execução, pois o canteiro deve gerar segurança, agilidade e potencialização do trabalho (NETO; COSTA, 2017). Vale salientar ainda, que o planejamento do canteiro baseia-se fundamentalmente na experiência, senso comum e na adaptação de projetos anteriores.

Evento: XXV Jornada de Pesquisa

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

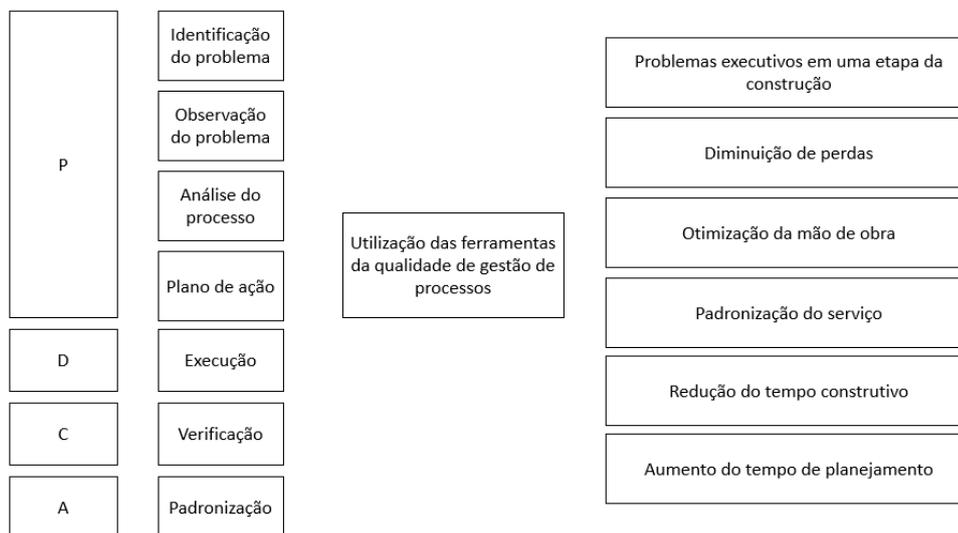
Qualquer edificação, independentemente de seu porte, deve atender o que lhe é imposto, ser estável e não apresentar riscos a quem usá-la, para tal deve-se conter um conjunto de elementos próprios para resistir a intempéries, resistindo a esforços mecânicos e químicos, entendido como estrutura ou sistema estrutural (CORRÊA, 1991).

O sistema estrutural, abrangendo vigas, lajes e pilares de uma edificação, consome cerca de 15 a 20% do seu custo total, então, para que seja possível que além de os elementos não serem superdimensionados, o que acarreta ainda mais no custo da obra, deve-se haver a padronização dos elementos, em que é possível otimizar o aproveitamento das fôrmas, tempo de execução, insumos e mão de obra utilizados (ALBUQUERQUE, 1999).

METODOLOGIA

Buscando sanar as questões abordadas neste artigo, optou-se pela realização de uma pesquisa-ação junto a um estudo de caso, em que fez-se a utilização da bibliografia para completo entendimento do assunto abordado junto a aplicação do mesmo na construção de uma edificação mista multifamiliar. A Figura 4 demonstra como a pesquisa se sucedeu, o problema a ser resolvido está vinculado a padronização das etapas construtivas acompanhadas, bem como a organização do canteiro de obras. Para os elementos estruturais, acompanhou-se a montagem e colocação das armaduras, e ainda a montagem das fôrmas, propondo a aplicação do método PDCA junto a ferramentas de qualidade afim de potencializar a produção.

Figura 4 - Esquema de aplicação do método PDCA.



Fonte: Próprio Autor (2019).

O estudo baseou-se em fazer o acompanhamento diário da construção do empreendimento, tendo sido acompanhada no segundo semestre de 2019, dos meses de setembro a novembro, para que ocorresse o processo de melhoria contínua, foi estudado a fundo as causas dos problemas, com o auxílio das ferramentas de qualidade, foi elabora o plano de ação, referente ao módulo *plan* do ciclo PDCA, com a intenção de propor a aplicação.

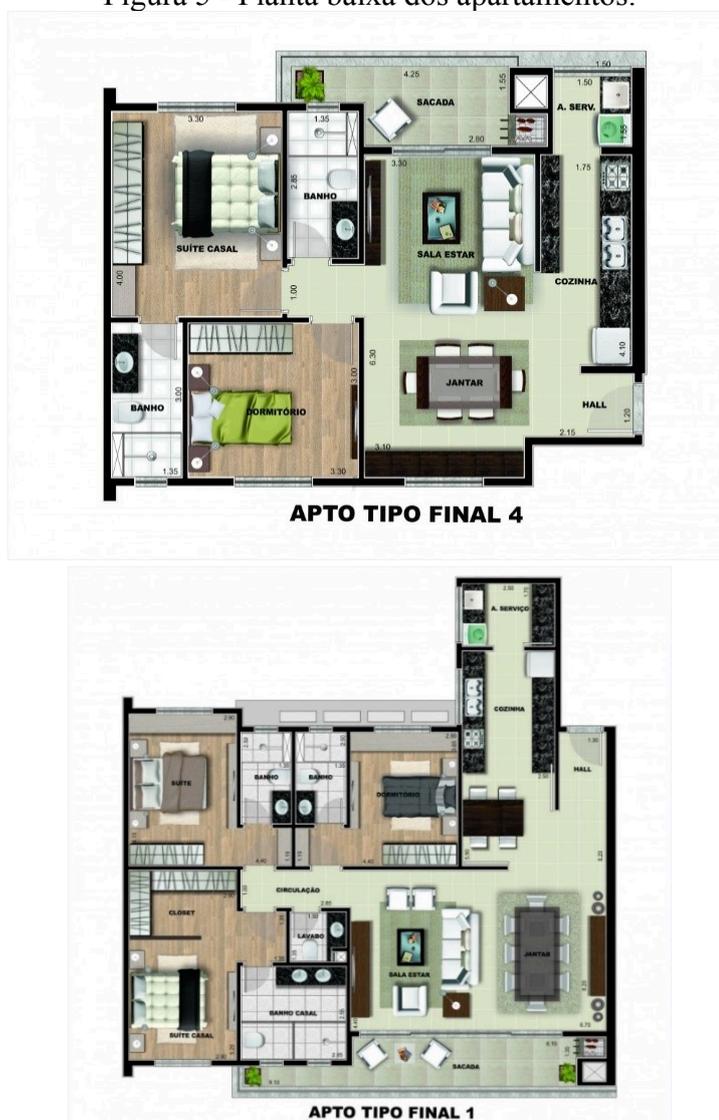
O estudo de caso da edificação mista em Ijuí – RS, iniciou-se com a caracterização do canteiro de

Evento: XXV Jornada de Pesquisa
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

obras, observando se o canteiro atende com as necessidades impostas pelo porte da obra e se atende as exigências da NR 18. Sendo assim, foi elaborado um *check list* para o estudo tanto do desempenho do canteiro de obras, tanto para verificar se o sistema estrutural atendia com o que lhe é solicitado, para posterior realização do plano de ação.

A obra estudada, o ‘Edifício Dois Corações’, localizado na Rua Irmãos Gressler, número 66, na região central do município de Ijuí – RS, empreendimento de uma construtora local de médio porte, conta com uma frota grande de colaboradores, contando também, no canteiro, com a presença de um responsável técnico pela edificação e um técnico em segurança do trabalho. A edificação é do tipo mista, contando com térreo com salas comerciais, salão de festas, academia e brinquedoteca, quatro andares de garagem e 11 pavimentos tipo, composto por quatro apartamento cada, sendo de dois e três dormitórios, totalizando 16 pavimentos. A Figura 5 apresenta a configuração dos apartamentos.

Figura 5 - Planta baixa dos apartamentos.



Fonte: Construtora estudada (2019).

Evento: XXV Jornada de Pesquisa

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

A construção da edificação teve início em janeiro de 2018, em que primeiramente foi executada a limpeza do terreno, a obra iniciou-se em março de 2018, com as fundações sendo realizadas. O estudo sucedeu o acompanhamento das etapas construtivas dos pavimentos de garagem. A previsão de conclusão da obra é para dezembro de 2021. Os métodos a serem empregados são de alvenaria de vedação, concreto armado e fundação do tipo tubulão. No final do semestre de 2019, quando finalizou-se o estudo, a obra encontrava-se na construção dos pavimentos de garagem.

RESULTADOS

Com o diagnóstico das restrições, foi possível realizar o módulo *plan* do ciclo PDCA para o canteiro de obras e os elementos estruturais, efetuando uma proposta de aplicação do método na execução do empreendimento.

Visto que o planejamento é um fator determinante na boa execução, de nada adianta aplicá-lo somente a edificação, o canteiro também deve receber atenção, uma vez que sem organização, limpeza e segurança, pode acarretar sérios contratempos na execução. Para o canteiro de obras, visando organizar as tarefas, otimizar o trabalho da mão de obra, como de equipamentos e insumos, realizou-se um estudo aprofundado para localizar as maiores situações problemáticas encontradas, com destaque para sua organização e limpeza, podendo ser visto na Figura 6.

Figura 6 - Sobras de demolição encontradas no canteiro.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Dividiu-se o canteiro em três âmbitos diferentes: instalações provisórias, segurança e movimentação e armazenamento de materiais, listando o problema, bem como o seu tipo, onde encontra-lo, prejuízos que ele pode causar e a mudança que se deseja realizar. No Quadro 2 exemplifica-se como prosseguiu o estudo realizado no canteiro.

Quadro 2 - Situações problemáticas no âmbito das instalações provisórias.

Problema	Tipo	Localização	Consequência	Mudança Desejada
Não existe portão exclusivo para entrada de pedestres (clientes e operários)	Acessos	Térreo	Pode ocasionar acidentes de trabalho, já que máquinas, equipamentos e pessoas entram pela mesma portaria	Separar o acesso de máquinas e pessoas, a fim de garantir a segurança dos trabalhadores e clientes

Evento: XXV Jornada de Pesquisa
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Fonte: Próprio Autor (2019).

Com a correta identificação dos problemas encontrado nos três âmbitos do canteiro de obras, tornou-se mais fácil encontrar soluções para tais, lembrando que, as metas a serem atingidas devem evitar perdas, desperdícios e retrabalhos. Para as instalações provisórias, foi dito que o mesmo deve atender as normas exigidas na NR 18, em que a segurança, saúde e bem-estar dos trabalhadores é posta em primeiro lugar, e que o canteiro de obras deve realizar algumas alterações nos seus acessos de pedestres.

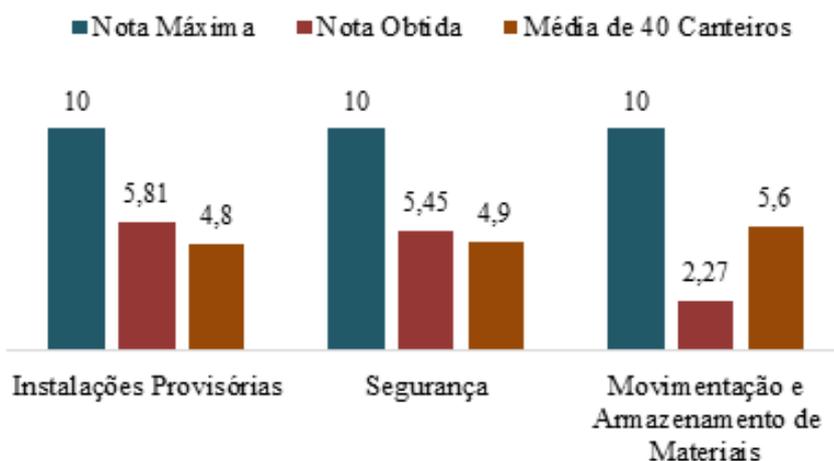
No quesito segurança, os riscos de acidentes de trabalho devem ser mínimos, e junto com o empenho do técnico de segurança do trabalho, deve-se garantir que todos em obra utilizem roupas adequadas, bem como EPI's, além de seguir recomendações impostas pela construtora. Após a finalização da colocação de plataformas e guarda-corpos e fechamento de aberturas nas lajes, há de ser realizado a inspeção dos mesmo, garantindo que cumpram a sua função.

A pior situação encontrada no canteiro corresponde a movimentação e armazenamento de materiais, recebendo o máximo de atenção, tanto pelo empreendedor, quanto do mestre de obras e dos colaboradores, é possível reduzir drasticamente o desperdício de materiais, além de que deve atender aos requisitos impostos em normas.

A limpeza do canteiro deve ser feita regularmente, para garantir boa aparência, além de otimizar o desempenho da execução, a instalação de lixeiras para a separação do lixo deve ocorrer em toda a extensão do canteiro, que traz mais sustentabilidade a obra, e deve ser retirada toda a calça do canteiro, que possa causar empecilho no andamento da obra.

Além, realizou-se uma análise do fenômeno de maneira qualitativa do canteiro no âmbitos analisados, e baseado em uma pesquisa realizada por Saurin e Formoso (2006), foi possível julgar o canteiro de obras perante a média de notas obtidas na pesquisa em canteiros de todo o estado do Rio Grande do Sul, conforme Figura 7.

Figura 7 - Gráfico de comparação das problemáticas do canteiro de obras.



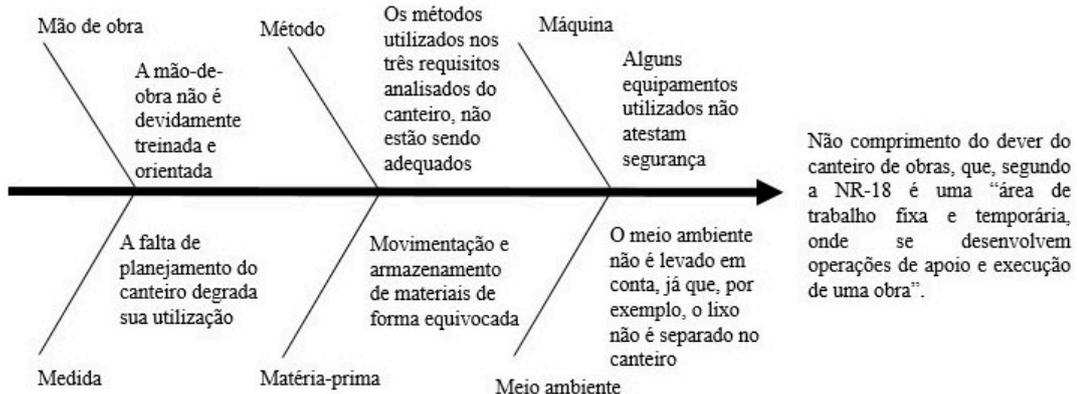
Fonte: Próprio Autor (2019).

Para finalizar a análise dos problemas, realizou-se com o auxílio do Diagrama de Causa e Efeito, Figura 8, o que pode estar causando as disfunções no canteiro, e por consequência não atinge o que

Evento: XXV Jornada de Pesquisa
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

é imposto pela NR 18.

Figura 8 - Diagrama de Causa e Efeito para o canteiro de obras.



Fonte: Próprio Autor (2019).

Para finalizar o módulo *plan* com o auxílio da ferramenta de qualidade 5W1H, elaborou-se o plano de ação a ser realizado no canteiro de obras, com o intuito de propor melhorias nos aspectos destacados no início do processo, a fim de otimizar o espaço físico do canteiro, realizando-se a potencialização do serviço. O Quadro 3 destaca como o plano de ação desenvolveu-se.

Quadro 3 - Plano de ação para as instalações provisórias.

Medida (<i>What</i>)	Responsável (<i>Who</i>)	Prazo (<i>When</i>)	Local (<i>Where</i>)	Razão (<i>Why</i>)	Procedimento (<i>How</i>)
Portão exclusivo para entrada de pedestres (clientes e operários)	Construtora	De imediato	Acessos	Evitar acidentes de trabalho	Colocação de um portão apenas para pedestres

Fonte: Próprio Autor (2019).

Com os aspectos analisados, elaborou-se um novo *layout* para o canteiro de obras, melhorando o pior problema encontrado no local, a disposição da armazenagem dos insumos, bem como o traslado no canteiro, dispoindo locais próprios e adequados para o armazenamento dos materiais, bem como as delimitações para circulação de pedestres e circulação de materiais. Ainda, destinou-se áreas adequadas para descarte de lixo e resíduos da construção civil. Ainda, anexou-se a nova organização do canteiro, um local para posterior montagem do elevador de carga, equipamento utilizado para otimizar o transporte de carga, a fim de potencializar o serviço.

O ato de planejar estendeu-se a etapa da construção dos elementos estruturais, que têm grande importância em empreendimentos de grande porte, devendo cada um deles atender o que lhe é solicitado, resistindo a esforços mecânicos, bem como a intempéries, e ainda, como consomem boa parte do custo da obra, vale ressaltar que os elementos devem ser bem projetados, bem como a execução atender o projeto.

Assim, na etapa de localização do problema no sistema estrutural, identificou-se que as barras de aço estavam armazenadas de maneira inadequada, com o estoque de barras de 12 metros de comprimento, em bitolas de oito mm até 20 mm, dificultando tanto o acesso a elas, bem como a

Evento: XXV Jornada de Pesquisa

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

identificação das diferentes bitolas e o seu transporte. O corte das barras é realizado na ferraria do canteiro, gerando o mínimo de desperdício possível, otimizando as barras, e realizando o processo por elemento estrutural, com o intuito de não haver confusão entre os elementos. Após, é realizado o processo de dobramento da armadura, em obra, o dobramento é executado de maneira manual, ou seja, a produtividade é baixa, e aumentando o desperdício de pinos, uma vez que nem sempre o ferreiro é o responsável pelo dobramento de todos os elementos.

Para finalizar o processo, a montagem das armaduras, na junção das barras e estribos, é utilizado o arame recozido, insumo de baixo custo e bem maleável, porém responsável pelo maior problema com as armaduras, uma vez que não há a preocupação de não desperdiçá-lo, como também, não há destino correto para a sobra. O armazenamento das armaduras prontas não é feito de forma correta, uma vez que estão expostos ao sol e chuva, até a sua utilização, acarretando em maior probabilidade de ocorrência da ferrugem, ainda, percebe-se que a etiquetagem das armaduras é de difícil identificação, como demonstra a Figura 9.

Figura 9 - Armazenamento das armaduras prontas.



Fonte: Próprio Autor (2019).

No que diz respeito as fôrmas dos elementos estruturais, que são montadas com painéis de compensado, pintada em ambas as faces, otimizando a sua vida útil, contudo, o mesmo não se repete com as fôrmas das lajes, uma vez que são utilizadas quaisquer tábuas de madeira, com uma camada de desmoldante, e não são apuradas, ocasionando trabalhos futuros que poderiam ser evitados, e que ainda, por falta de organização e manutenção, muitas são jogadas fora e com pouca vida útil. Diante disso, elaborou-se a lista de verificação para averiguar e constatar quais os maiores problemas encontrados no processo de construção do sistema estrutural da obra, conforme observa-se uma prévia no Quadro 4.

Evento: XXV Jornada de Pesquisa
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Quadro 4 - Situações problemáticas dos elementos estruturais.

Problema	Tipo	Localização	Consequência	Mudança Desejada
Fôrmas malcuidadas	Má manutenção	Fôrmas	Com fôrmas malcuidadas, em que não há preocupação necessária na desforma, deixando restos de concreto presas a ela, dificulta no reaproveitamento da mesma, além de diminuir sua vida útil	Aplicação de desmoldante adequado, em toda a extensão dos painéis compensados, além de limpeza após a desforma

Fonte: Próprio Autor (2019).

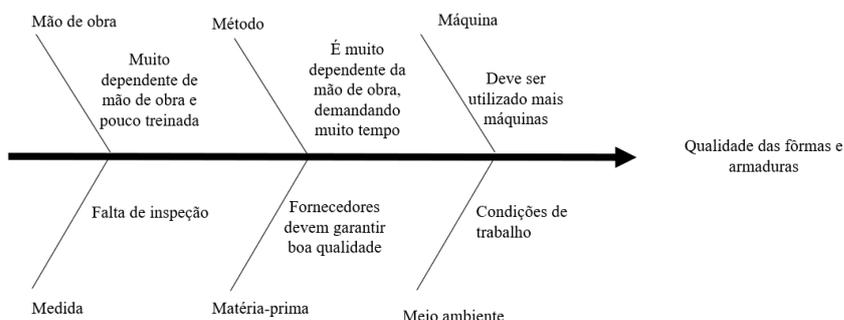
Assim, com os problemas apontados e analisados, houve a possibilidade de estabelecer as metas a serem atingidas, e como os problemas encontrados são possível e fáceis de solucionar, as medidas que devem ser tomadas são passíveis de serem postas em prática. Sobre as fôrmas, o que deve receber mais atenção é em relação a sua manutenção, realizando-se uma limpeza periódica das mesmas, bem como o correto uso do desmoldante. Os painéis que apresentarem alguma deformidade, deve-se executar algum serviço com o intuito de melhorar a sua aparência e evitar trabalhos futuros.

No armazenamento, tanto em barras como os elementos prontos, abrigar a ferragem da ação do sol e da chuva, bem como utilizar pallets para não deixar os mesmo em contato direto com o solo. A etiquetagem das armaduras prontas, deve ser executado de maneira clara, fácil compreensão e que não o risco de queda das mesmas dos elementos. E por fim, o transporte das armaduras deve sofrer alteração, uma vez que além de apresentar grande risco aos trabalhadores, demanda muito tempo.

Para realização da análise dos fenômenos, no sistema estrutural, é possível realizar vistorias periódicas, para verificação de prumo, nível e alinhamento, executada pelo mestre de obras, objetivando reduzir futuros problemas. Tal vistoria deve ser feita de fôrma por fôrma, armadura por armadura, mesmo que demande tempo, verificando-se se todos os elementos estão de acordo com o projeto. Porém, é possível que o engenheiro ou responsável pela obra também deva fazer averiguações periódicas, devendo impor medidas em questões como armazenamento e transporte de armaduras.

Com o Diagrama de Causa e Efeito, apresentado na Figura 10, explanou-se as possíveis causas, facilitando o entendimento dos problemas, a fim de encontrar as soluções mais plausíveis para tais.

Figura 10 - Diagrama de Causa e Efeito para os elementos estruturais.



Evento: XXV Jornada de Pesquisa
ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

Fonte: Próprio Autor (2019).

Assim, para finalização do estudo, com a ferramenta 5W1H, realizando-se o plano de ação, em que é possível verificar as medidas a serem tomadas, objetivando a otimização dos serviços no armazenamento, corte e montagem das armaduras, bem como na montagem das fôrmas. No Quadro 5 é exemplificado do que foi realizado.

Quadro 5 - Plano de ação para os elementos estruturais.

Medida (What)	Responsável (Who)	Prazo (When)	Local (Where)	Razão (Why)	Procedimento (How)
Manter a integridade das fôrmas	Trabalhadores	Sempre que utilizadas	No armazenamento das fôrmas	Para que as fôrmas tenham maior vida útil possível, sem afetar na forma dos elementos estruturais	Manutenção prévia e após a utilização das fôrmas, retirando qualquer resquício de concreto e aplicação de desmoldante

Fonte: Próprio Autor (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, vale ressaltar que o planejamento da obra é fundamental desde o canteiro de obras até a finalização da construção, para atingir o nível esperado e sem gerar grandes surpresas ao longo da execução. Assim, esta pesquisa foi do tipo descritiva e explicativa, descrevendo-se o estudo e caso e o porquê de o setor da construção civil ter baixa competência na mão de obra, grande desperdício de material, tempo e dinheiro.

O estudo sucedeu-se na proposta de implantação do ciclo PDCA na construção de uma edificação mista, visando a melhoria contínua dos serviços, aprofundando no estudo das suas causas. Para início, analisou-se o canteiro de obras, julgando-o em três âmbitos: instalações provisórias, segurança e movimentação e armazenamento de materiais, a fim de tomar medidas que possam garantir a melhoria do canteiro. Realizou-se também um estudo do sistema estrutural, efetuando-se visitas *in loco* para acompanhamento dos serviços, com o intuito de propor melhorias para otimizar o trabalho. Os maiores empecilhos para amenizar as perdas foi encontrado no canteiro de obras, já que os mesmos encontrava graves problemas na movimentação e armazenamento de materiais, simplesmente pois o mesmo não foi planejado, além, por falta de empenho e cobrança do mestre, o canteiro estava caótico falando de organização e limpeza, dificultando também o transporte de materiais e a circulação de pessoas. Assim, as propostas de melhorias atingiu todos os setores, objetivando a otimização dos serviços, redução de perdas e custos ao final da obra, além de tornar o canteiro um diferencial para compradores do empreendimento.

Já no sistema estrutural, não foram diagnosticados grandes problemas, apenas catalogou-se alternativas que possam ser tomadas com o intuito de potencial os serviços, aumentar a vida útil das fôrmas, além de evitar o desgaste físico dos trabalhadores, bem como minimizar a sua exposição ao risco de acidente de trabalho.

Por fim, o ciclo PDCA pode ser aplicação em vários setores, não apenas na construção civil, sempre com o intuito de propor o processo de melhoria contínua. Contudo, como não foi possível prosseguir com o método na obra, não é possível afirmar exatamente o que seria atingido, mas vale destacar, que se fosse implementado, a qualidade estaria garantida. Também, destaca-se que se os outros módulos do ciclo fossem seguidos, todos envolvidos na construção devem se comprometer com o que lhe

Evento: XXV Jornada de Pesquisa

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

é apresentado, havendo engajamento da construtora, engenheiro e trabalhadores, objetivando-se melhorar o trabalho e alavancando a indústria da construção civil.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. G. R.; ABREU, N. A.; DA SILVA, S. V. **Q Ferramentas da qualidade**. Módulo de unidade curricular Controle da Qualidade (Curso de Gestão) – Universidade da Madeira, Funchal, 2008.

ALBUQUERQUE, A. T. **Análise de alternativa estruturais para edifícios em concreto armado**. Dissertação (Mestre em Engenharia de Estruturas) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

ANDRADE, F. F. **O método de melhorias PDCA**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR ISO 9001. **Sistema de gestão da qualidade** – requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding production: an essential step in production control**. Technical report no. 97-1, Construction engineering and management program, department of civil and environmental engineering, University of California, 1997.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 2003.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento pelas diretrizes**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia**. 9. ed. Nova Lima: Falconi, 2013.

CASTEJON, R. **A pertinência do planejamento estratégico para os gestores**. *Revista Eletrônica de Administração*. v. 4. n. 1. Disponível em: < <http://periodicos.unifacel.com.br/index.php/rea/article/view/186>>

CORREIA, M. R. S. **Aperfeiçoamento de modelos usualmente empregados no projeto de sistemas estruturais de edifícios**. Tese (Doutor em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991.

CORREA, C. **Vicente Falconi: O que importa é resultado**. Rio de Janeiro: Sextante, 2017.

DE SOUZA, U. E. L. **Como reduzir perdas nos canteiros** - manual de gestão do consumo de materiais na construção civil. 1. ed. São Paulo: Pini, 2005.

DRUCKER, P. **Managing for the future – The 1990's and beyond**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992.

HANDA, V.; LANG, B. **Construction site planning**. *Construction Canada*, v.85, n.5, p. 43-49, 1988.

KOSKELA, L. **Management of production in construction: A theoretical view**. University of California, USA, 1999.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos, 2013.

MARIANI, C. A. **Método PDCA e ferramentas de qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso**. RAI – Revista de Administração e Inovação, v. 1. São Paulo, 2005.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras**. 1.ed. São Paulo: Pini, 2010.

NETO, L. T.; COSTA, M. A. **Gestão de qualidade aplicada a canteiros de obras**. Monografia de Graduação (Título de Engenheiro Civil) – Faculdade Evangélica de Goianésia, Goianésia, 2017.

NEVES, T. F. **Importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística**. Monografia de Graduação (Título de Engenheiro de Produção) – Universidade de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

Evento: XXV Jornada de Pesquisa

ODS: 9 - Indústria, Inovação e Infra-estrutura

PELETEIRO, F. S. **Estudo sobre ganho de qualidade e produtividade na construção civil mediante a aplicação do PDCA.** Projeto de Graduação (Título de Engenheiro) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

PINHEIRO, A. W. R. **Planejamento de canteiro de obras:** estudo de caso no município de Campo Mourão – PR. Trabalho de Conclusão de Curso (Título de Engenheiro Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Campo Mourão, Campo Mourão, 2012.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos.** Recomendações Técnicas do Programa de Tecnologia de Habitação – HABITARE, Porto Alegre, 2006.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SOUZA, R. **Metodologia pra desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte.** Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** 1 ed. São Paulo: Pini, 2001.

Parecer CEUA: 3.464.553