

**FACULDADE DOCTUM DE JOÃO MONLEVADE
INSTITUTO ENSINAR BRASIL – REDE DOCTUM DE ENSINO**

**PLANEJAMENTO DE PARADAS PROGRAMADAS NA MANUTENÇÃO
INDUSTRIAL UTILIZANDO O MÉTODO PDCA**

Fernando Morais Gomes^{*}

Bráulio Frances Barcelos^{}**

RESUMO

A manutenção é uma atividade essencial na manutenção da disponibilidade dos equipamentos para o fluxo produtivo. A manutenção programada é uma forma bem conservadora de manutenção, porém, ela pode ser otimizada utilizando o ciclo PDCA para melhorar essa atividade. Por isso, esse trabalho teve como objetivo avaliar a importância da utilização do método PDCA no planejamento de paradas programadas na manutenção industrial. O problema a ser estudado neste artigo gerou a seguinte pergunta que serviu para direcionar sua execução, quais os benefícios do gerenciamento das manutenções programadas utilizando o método PDCA? Para atingir este objetivo e responder à pergunta problema realizou-se uma revisão bibliográfica consultando os principais trabalhos acadêmicos que tratam da utilização do ciclo PDCA na manutenção programada nas indústrias. Concluiu-se que o ciclo PDCA associado à manutenção preventiva traz inúmeros benefícios para as empresas, como a redução de custos com manutenção e o aumento da disponibilidade de equipamentos.

Palavras-chave: Manutenção Programa. Ciclo PDCA. Otimização.

1 INTRODUÇÃO

As paradas de manutenção programadas podem ser consideradas como um investimento para as empresas, uma vez que, permitem o correto funcionamento

^{*} Bacharelado em Engenharia de Produção da Faculdade Doctum de João Monlevade; fernanmoragomesgomes@yahoo.com.br

^{**} Professor graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP; braulio.barcelos@yahoo.com.br

dos equipamentos, evitando paradas indesejadas que elevam os custos de produção. Para que a manutenção programada seja efetiva é preciso que haja um bom gerenciamento das paradas de manutenção, definindo práticas adequadas que permitam o atingimento das metas estabelecidas dentro do prazo programado. Com isso, é possível garantir a qualidade e a produtividade, minimizando os custos, fazendo com que as empresas se tornem mais competitivas.

Este trabalho fornece detalhes para promoção de manutenções programadas eficientes, permitindo que gestores adotem medidas importantes na área, contribuindo para o crescimento da empresa diante do atual mercado competitivo. Assim, é preciso gerar dados acerca do gerenciamento dos processos de manutenção programada utilizando o método PDCA, permitindo a redução de custos e aumento nos lucros. Por isso, o problema a ser estudado neste artigo gerou a seguinte pergunta que serviu para direcionar sua execução, quais os benefícios do gerenciamento das manutenções programadas utilizando o método PDCA?

A justificativa para realizar este trabalho foi associada ao fato de que a manutenção tem como objetivo preservar a integridade de equipamentos, permitindo que funcionem adequadamente. Por isso, é preciso adotar ferramentas para o gerenciamento das paradas programadas, garantindo a eficiência dos processos. O método PDCA é uma ferramenta de controle e de melhoria de processos, que pode ser aplicado na manutenção, garantindo a eficiência e a qualidade das paradas programadas.

Para realizar essa investigação determinou-se o seguinte objetivo geral, avaliar a importância da utilização do método PDCA no planejamento de paradas programadas na manutenção industrial. Além disso estabeleceu-se os seguintes objetivos específicos, analisar os principais tipos de manutenção industrial, compreender o ciclo PDCA na manutenção programada industrial e avaliar como o ciclo PDCA promove a melhoria contínua no planejamento de paradas programadas na manutenção industrial.

Este trabalho é classificado como uma pesquisa de natureza aplicada, tendo uma abordagem qualitativa no que se refere aos objetivos o trabalho é exploratório. A metodologia adotada na elaboração do trabalho será a revisão bibliográfica, a fim de se investigar a importância da utilização do método PDCA em manutenções programadas. Será realizado um estudo descritivo, adotando uma perspectiva

qualitativa, que permitirá analisar como o método PDCA pode auxiliar nas manutenções programadas.

Este trabalho está dividido em introdução, contextualizando o tema deste artigo, expondo o problema, a sua justificativa e os objetivos. O referencial teórico trata dos principais tipos de manutenção, como o ciclo PDCA pode ser aplicado na manutenção, além de exemplos demonstrando como o ciclo PDCA contribui significativamente para a otimização das manutenções programadas. Há também a caracterização da organização, no qual definiu-se a missão, a visão e os valores da empresa que serviu de inspiração para a realização deste trabalho. Os resultados foram apresentados e discutidos no tópico pesquisa e análise de dados. E, por fim, a conclusão, respondendo à pergunta problema e aos objetivos propostos para este artigo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Kardec e Nascif (2009, p. 23) afirmam que a manutenção industrial é “garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e a preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994) define manutenção como sendo “a combinação de ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

A manutenção é de grande importância para assegurar a produtividade nas indústrias, por isso, é preciso entender bem o conceito de manutenção e os diferentes tipos de manutenção existentes. A definição dos conceitos permite eliminar quaisquer confusões acerca dos processos por partes dos profissionais, pois, até hoje a conceituação dos diferentes tipos de manutenção ainda gera muitas dúvidas.

A manutenção é essencial para manter as atividades da empresa funcionando, uma vez que, o processo de degradação de instalações e equipamentos é um processo natural. O tipo de manutenção e a cultura de

manutenção existente nas empresas é a principal responsável por garantir a produtividade e a qualidade do produto final. Assim, é importante utilizar metodologias inovadoras de manutenção e envolver todos os colaboradores na implementação dessas metodologias, a fim de garantir a competitividade e aumentar a confiabilidade das máquinas e equipamentos.

2.1 Tipos de manutenção

Segundo Freitas (2016), os tipos de manutenção são as diferentes formas de realizar intervenções em equipamentos, máquinas, instalações ou sistemas. Existem diversas nomenclaturas para os tipos de manutenção existente, é importante conhecê-los bem para identificar suas vantagens e desvantagens.

As definições dos diferentes tipos de manutenção, embora, sejam amplamente estudadas, ainda podem deixar algumas dúvidas em profissionais da área. Essas dúvidas podem afetar os processos de manutenção, por isso, a seguir, serão definidos os principais tipos de manutenção e qual a sua relevância nas indústrias.

2.1.1 Manutenção Corretiva

Slack e outros (2002, p. 625) definem a manutenção corretiva como “deixar as instalações continuarem a operar até que quebrem. O trabalho de manutenção é realizado somente após a quebra do equipamento ter ocorrido”. A manutenção corretiva é o tipo de manutenção mais fácil de ser compreendida, se um equipamento, máquina ou instalação quebrou, é preciso consertá-lo para que volte a funcionar, esse tipo de manutenção era muito utilizado nas indústrias antigamente.

A manutenção corretiva ocorre quando não há a parada programada do equipamento ou da instalação, quando esse problema ocorre ele pode estar relacionado à má administração dos recursos para manutenção. Outra causa para

esse problema é a incorreta previsão das falhas, ou seja, do tempo estipulado para que o equipamento funcione sem quebra, dentro das condições de operação existentes. Nesse caso, a manutenção corretiva é empregada para que o equipamento volte a funcionar corretamente (ZOIA, 2018). Existem dois tipos de manutenção corretiva, a planejada e a não planejada.

A manutenção corretiva planejada, segundo Silva (2004) é quando a manutenção ocorre quando o equipamento quebra, isso, normalmente ocorre por ordem da manutenção. Este tipo de ação se dá pela decisão do gerente, que determina que um equipamento funcione até que quebre, mas, durante seu funcionamento é realizado um acompanhamento preditivo. Quando há tempo de prever a manutenção, podendo ser uma determinação da gerência, que afirma que o equipamento deve operar até a sua quebra ou para acompanhamento preditivo. Como esse tipo de manutenção é planejado, os custos de manutenção tendem a ficar mais baratos, rápidos e seguros quando comparados com a manutenção corretiva não planejada.

A manutenção corretiva não planejada de acordo com Trentini (2017) ocorre após a falha ou quebra do equipamento, sem que haja programação anteriormente. Este tipo de manutenção ocorre quando há a falha do equipamento, ou seja, a manutenção só atua após a ocorrência do problema. Esse tipo de manutenção aumenta os custos e diminui a confiabilidade da produção, podendo causar danos irreversíveis aos equipamentos.

Atualmente esse modelo de manutenção é pouco utilizado, pois a manutenção preventiva é mais eficiente e mais barata quando comparada a manutenção corretiva. Nesse modelo de manutenção os equipamentos não são inspecionados até o momento da falha, isso implica em custos elevados, pois, é preciso ter estoque de peças reservas, além de gerar custos de ociosidade e com horas extras. O problema principal desse tipo de manutenção supera os altos custos, podendo deixar o equipamento indisponível para a produção. Um dado interessante é que a manutenção corretiva custa três vezes mais do que a manutenção preventiva (ALMEIDA, 2000).

2.1.2 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva está ligada ao conhecimento dos equipamentos, é preciso que os responsáveis por eles saibam identificar corretamente possíveis falhas para que os equipamentos não fiquem quebrados por longos períodos (GERMANO, 2018). A manutenção preditiva serve para auxiliar a manutenção corretiva, englobando técnicas ligadas ao conhecimento das máquinas e equipamentos.

A manutenção preventiva é uma das formas de manutenção mais conservadoras que existe, uma vez que, o mantenedor é quem define o tempo de intervenção do equipamento. É preciso que quem faz essa estimativa leve em consideração um tempo que não seja excessivo e precise de manutenção corretiva, nem que esta ocorra antes do tempo necessário, necessitando utilizar a manutenção preditiva com mais frequência. O princípio da manutenção preventiva está ligado, normalmente, à experiência do operador sobre o equipamento ou a estudos sobre durabilidade de equipamentos (ZOIA, 2018).

2.1.3 Manutenção Preditiva

De acordo com Trentini (2017), a manutenção preditiva visa monitorar os parâmetros de funcionamento das máquinas e equipamentos, permitindo prever as falhas, com isso, a intervenção poderá ser realizada no momento oportuno. A manutenção preditiva é uma forma de melhorar a qualidade do produto, a produtividade, a efetividade global e o lucro das indústrias de produção e de manufatura.

A manutenção preditiva permite elevar a qualidade na operação dos equipamentos, além de permitir que os equipamentos funcionem por mais tempo. Esse tipo de manutenção é baseado no acompanhamento dos parâmetros e de características que permitem monitorar a performance dos equipamentos e indicar quando é a melhor hora para realizar a intervenção. É amplamente utilizado pelas

indústrias brasileiras e existem diversas empresas especializadas em monitorar parâmetros como temperatura, vibração, medição de espessura, dentre outros. A manutenção preventiva está situada entre a manutenção corretiva e a manutenção preditiva, uma vez que, sua utilização minimiza a utilização dos outros dois tipos. A manutenção preventiva gera grandes vantagens à produção, como maior disponibilidade dos equipamentos, diminuição dos prazos e dos custos de intervenção, dentre outros (ZOIA, 2018).

A manutenção preditiva melhora a qualidade do serviço por meio da utilização de técnicas de monitoramento e análise, partindo de supervisão centralizada e/ou de amostragens (ABNT, 1994). Existem diversas técnicas que permitem monitorar o funcionamento dos equipamentos, as mais utilizadas são, análise de vibração, análise de temperatura, análise do óleo, ensaios elétricos e análises acústicas (SILVA, 2012).

A principal diferença entre manutenção corretiva e manutenção preditiva é o impacto gerado na produção, ou seja, na manutenção preditiva é possível antever a parada e programar a intervenção. No que diz respeito ao tempo gasto com manutenções corretivas é o fato de que o tempo não pode ser recuperado, o que gera grandes perdas para as indústrias, pois elas deixam de produzir (ALMEIDA, 2000).

2.1.4 Manutenção Detectiva

Segundo Morengi (2005), a manutenção detectiva utiliza dispositivos especiais para monitorar as condições de funcionamento dos equipamentos, que não podem ser percebidas por equipamentos comumente utilizados para monitoração. A manutenção detectiva é denominada com “a atuação efetuada em sistemas de proteção buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal da operação e manutenção”.

Esse tipo de manutenção é relativamente novo, surgiu em meados de 1990 e tem como objetivo elevar a confiabilidade dos equipamentos pela detecção de falhas que não são perceptíveis pelos operadores. A manutenção detectiva é utilizada

quando há um nível elevado de automatização dentro das empresas ou quando não pode ocorrer falhas durante o processo de produção (KARDEC; NASCIF, 2009).

A manutenção detectiva tem como objetivo identificar falhas intrínsecas dos equipamentos, que não são detectáveis durante a operação. Um exemplo disso é quando há uma falha na vedação de uma bomba hidráulica, que pode gerar vazamentos, contaminar o meio ambiente e afetar o funcionamento do equipamento. A automatização se tornou uma ferramenta importante para o desenvolvimento manutenção detectiva, pois, através da instrumentação, é possível acompanhar a condição dos componentes dos equipamentos e evitar esses tipos de falhas (ZOIA, 2018).

Para detectar as falhas ocultas e que não são perceptíveis, pode-se utilizar equipamentos como alarme em painéis, botão de lâmpadas de sinalização, dentre outros. A utilização desses recursos aumenta a confiabilidade dos equipamentos, uma vez que permite acompanhar possíveis problemas que afetam o funcionamento das máquinas (KARDEC; NASCIF, 2009).

2.1.5 Engenharia de Manutenção

A Engenharia de Manutenção é uma ferramenta utilizada para corrigir as deficiências dos tipos de manutenção mencionados anteriormente, para isso, é preciso levar em conta os dados disponíveis e pertinentes ao processo, garantindo o atingimento do principal objetivo da manutenção (MORENGHI, 2005).

A Engenharia de Manutenção é uma nova área da manutenção que visa a melhoria contínua. Praticar a Engenharia de Manutenção significa ser referência no segmento, uma vez que, essa metodologia utiliza técnicas modernas para melhorar a manutenção. O objetivo da Engenharia de Manutenção é eliminar problemas crônicos dos equipamentos, aumentar a confiabilidade, a segurança, a manutenibilidade, melhorar a gestão de pessoas, melhorar a gestão de sobressalentes, acompanhar indicadores, dentre outras medidas. Além disso, essa metodologia permite acompanhar os equipamentos de forma preditiva e a obter

dados dos equipamentos e de manutenção para que melhorias sejam implementadas no futuro, assegurando a produtividade (KARDEC; NASCIF, 2009).

Cury Netto (2008) afirma que a Engenharia de Manutenção é uma nova ideia de manutenção que tem quebrado com os paradigmas atuais, com vistas a se preocupar em agir nas causas do problema, evitando que ele ocorra. Dessa forma é possível eliminar problemas crônicos, atuar tecnicamente nas compras, aplicar técnicas modernas de manutenção, dar *feedback* para o projeto, dentre outras coisas, aumentando a confiabilidade das máquinas, equipamentos e instalações.

2.2 Ciclo PDCA e a manutenção programada industrial

A introdução do ciclo PDCA ocorreu após a Segunda Guerra Mundial, Shewhart foi o idealizador da ferramenta, que, em seguida, foi divulgada por Deming, sendo esta a pessoa que de fato o aplicou no Japão. O objetivo do ciclo PDCA é agilizar e clarificar os processos de gestão, para isso, a gestão da qualidade, parte de quatro passos, planejar, fazer, verificar e agir (VASCONCELOS e outros, 2009).

A utilização do ciclo PDCA auxilia nas tomadas de decisões, permitindo alcançar as metas estabelecidas e que são essenciais para o funcionamento das organizações. Essa ferramenta de qualidade é simples, porém, sua utilização é de grande relevância para o desenvolvimento organizacional, fazendo com que se desenvolva um planejamento altamente eficaz (FLUGEL SOBRINHO, 2012).

O ciclo PDCA é uma importante ferramenta para auxiliar na gestão, por ser muito versátil e importante para o desenvolvimento da TQM nas empresas diante do mundo competitivo. O nome PDCA é baseado em quatro letras P- planejar, D- fazer, C- verificar e A- agir, o nome tem derivação do inglês Plan, Do, Check e Action. A utilização dessa ferramenta implica que sempre há algo que pode ser melhorado, assim, quem a utiliza pode potencializar os resultados a fim de se tornar referência (ZOIA, 2018).

O planejar é a etapa em que se identifica o problema, para que isso ocorra é preciso observar a situação e levantar as principais características do problema.

Nessa etapa é possível analisar o problema de modo geral, permitindo que o usuário identifique as principais causas que impedem o atingimento das metas. Deve ser elaborado um plano de ação para direcionar a execução das atividades do ciclo que está começando, para isso é preciso estabelecer as metas e os objetivos a se alcançar. É a mais importante, uma vez que, é o início do processo, e, para que o ciclo seja eficaz, é preciso realizar um planejamento com cautela, detalhado, bem preparado e que forneça informações suficientes para realização das etapas posteriores (ZOIA, 2018).

O fazer é a etapa onde é executado o planejamento da etapa anterior, com o objetivo de mudar ou melhorar o(s) processo(s) existente(s). Nessa etapa as principais causas dos problemas são eliminadas (ZOIA, 2018).

O verificar é a etapa em que se avalia a eficiência das ações adotadas na etapa anterior e na etapa de planejamento. Aqui são levantados os dados ligados à produção, por exemplo, se uma equipe de manutenção está utilizando o ciclo PDCA para melhorar a produtividade de um equipamento, nesse momento deve-se mensurar os tempos de operação do equipamento. Além disso, aqui se baseia nos dados levantados na etapa de planejamento, monitorando as ações executada na etapa “fazer”, permitindo que a verificação ocorra de forma eficiente (RODRIGUES e outros, 2017).

O Agir se divide em padronizar e em concluir, na padronização, se os objetivos foram atingidos, elimina-se as causas do problema, evitando sua aparição futura. Já na conclusão ocorre a revisão de todas as atividades já realizadas anteriormente a fim de alimentar o próximo ciclo PDCA. Nessa etapa é possível atuar para corrigir as falhas, com isso, age-se corretivamente, seja no que foi executado (reparo, retrabalho, dentre outros) ou diretamente no planejamento (FLUGEL SOBRINHO, 2012).

Assim, quando os problemas aparecem em uma empresa é possível utilizar o ciclo PDCA como uma ferramenta para metodizar e melhorar a busca por soluções dos problemas, permitindo minimizá-los ou eliminá-los. Com isso, o ciclo PDCA guia a equipe até o atingimento das metas e dos objetivos estabelecidos.

Cirqueira (2013) afirma que as intervenções nos equipamentos ocorrem em tempos determinados para realizar a manutenção programada ou preventiva periodicamente nas máquinas, equipamentos e sistemas das empresas. O autor reforça que esse assunto tem grande importância para as empresas, pois, a

manutenção pode atuar significativamente na redução de custos organizacionais. Ainda mais que essa atividade dá suporte para o fluxo produtivo mantendo todos os equipamentos disponíveis para a fabricação dos produtos.

De acordo com Cirqueira (2013), a utilização de metodologias para auxiliar nas paradas de manutenção são críticas. Suas atividades variam desde a parada dos equipamentos para realizar as atividades necessárias e especificadas até mesmo a execução das atividades por diferentes setores como a elétrica, a instrumentação e a mecânica. Dessa forma, a manutenção programada permite desenvolver atividades com sucesso, assegurando o crescimento das empresas, além de melhorar a *performance* associada a diversos fatores econômicos, como a confiabilidade, baixo custo, dentre outras coisas. Vale destacar ainda que a manutenção programada precisa ser executada despertando o interesse e envolvendo os colaboradores, conscientizando todos os envolvidos da sua importância. Associado a isso faz-se necessário monitorar e avaliar periodicamente os indicadores de modo a transmitir confiança sobre os resultados desejados e atingidos.

2.3 Estudos envolvendo o ciclo PDCA e a manutenção

Rodrigues *et al.* (2017) utilizou o ciclo PDCA para propor melhorias na qualidade da manutenção industrial de *Shuts*. Os autores tiveram como objetivo avaliar como o ciclo PDCA pode melhorar a produtividade na manutenção dos revestimentos internos de *Shuts* em uma correia transportadora de uma empresa mineradora de grande porte. Os autores acreditam que o ciclo PDCA é uma ferramenta simples e importante para a manutenção, devendo ser estendida à manutenção em outros setores produtivos. Afirma-se ainda que na mineração tal ação tem importância devido à crescente demanda do setor mineral, por isso, é preciso utilizar métodos eficientes para manter o fluxo produtivo em funcionamento.

Rodrigues *et al.* (2017) realizaram um estudo de caso para atingir os objetivos propostos e constataram que a manutenção de *Shuts* nas correias transportadoras são essenciais para o setor de mineração, sendo imprescindível para realizar tais ações com confiabilidade. Por isso, deve-se considerar diversos aspectos dos *Shuts*,

como seu estado atual e a sua adequação ao ambiente produtivo. Tais ações podem ser alcançadas com o ciclo PDCA, que no estudo demonstrou ser uma importante ferramenta para detectar as causas de falhas nos dispositivos. Além disso, os autores afirmaram que o ciclo PDCA é uma estratégia muito eficiente para auxiliar os mantenedores nas manutenções programadas, pois, gera grandes benefícios e melhorias para os locais em que se deseja realizar a manutenção.

Rodrigues *et al.* (2017) comprovaram que os danos associados aos *Shuts* estão diretamente associados às manutenções programadas ou preventivas, sendo necessário realizar investimentos nesse campo. Além disso, a associação das ferramentas de qualidade permite diminuir as intervenções e melhorar os custos, a vida útil, a confiabilidade e a disponibilidade dos equipamentos. Vale destacar que a utilização de elementos como kaizen, práticas de manutenção produtiva total e a auditoria associadas ao ciclo PDCA podem melhorar ainda mais os resultados obtidos nas manutenções programadas de *Shuts*.

Zóia (2018) estudou o ciclo PDCA nas manutenções dos sistemas de refrigeração em um *Shopping Center*. O autor demonstrou diferentes formas de utilizar essa ferramenta para melhorar a manutenção no estabelecimento, pois, ela eleva a eficiência das atividades, evitando atrapalhar o funcionamento do estabelecimento. Além disso, com esse instrumento é possível tomar decisões mais conscientes acerca das atividades, assegurando a saúde e a segurança dos colaboradores e de outras pessoas que ali trabalham ou transitam. Esses fatores combinados permitem eliminar os desperdícios e maximizar os lucros com as atividades de manutenção, trazendo benefícios a todos os envolvidos no processo.

Zóia (2018) auxiliou na implementação e no gerenciamento de um sistema para o gerenciamento da manutenção do sistema de refrigeração do *Shopping Center*, para isso o autor utilizou o ciclo PDCA. Essa ferramenta foi aplicada mensalmente de modo a maximizar a *performance* dos sistemas, garantindo a sua máxima eficiência. Um ponto importante durante essas atividades foram os ajustes realizados mensalmente, pois, através deles foi possível levantar os problemas obtidos ao rodar o ciclo, criando medidas e formas de ajustá-los para que a manutenção ocorra adequadamente. Isso demonstra que sempre que preciso o ciclo PDCA deve e precisa ser reajustado para manter a eficiência e garantir o funcionamento adequado da manutenção.

Zóia (2018) concluiu que as ferramentas da qualidade contribuem significativamente para a melhoria do processo de manutenção, otimizando o resultado dos processos devido ao planejamento de ações que foram realizadas de forma sistemática para melhorar o processo. Além disso, com a utilização do PDCA foi possível quebrar paradigmas nos colaboradores, fazendo com que eles modificassem sua forma de pensar, despertando o senso da melhoria contínua em toda a equipe. Esses fatos tem demonstrado que as ferramentas de gestão da qualidade, como o ciclo PDCA auxiliam na otimização do funcionamento dos equipamentos. Especificamente nos sistemas de refrigeração, as ferramentas de gestão da qualidade permitem melhorar sua eficiência energética, além de assegurar o controle mais preciso da temperatura dos ambientes. Outra melhoria observada com a introdução do ciclo PDCA foi a facilidade em operar os sistemas de controle de temperatura, eliminando o método de tentativa e erro, como acontecia anteriormente.

3 METODOLOGIA

Este trabalho foi classificado como uma pesquisa de natureza aplicada. Gil (2008) afirma que pesquisa aplicada tem como objetivo gerar mais conhecimento pela junção de trabalhos existentes, permitindo completar espaços ainda pouco estudados. Assim este trabalho gerou novos conhecimentos úteis para o avanço da utilização do ciclo PDCA como uma ferramenta para auxiliar na manutenção programada.

Este trabalho teve uma abordagem qualitativa, Marconi e Lakatos (2017) afirmam que o método qualitativo não se baseia em dados estatísticos para realizar as análises, mas, analisa profundamente um determinado assunto, indicando mais detalhes sobre tendências, comportamentos, dentre outros aspectos. Essas características requerem que o pesquisador analise os dados de forma indutiva após a coleta dos dados.

Quanto aos objetivos do trabalho, este se enquadrou como descritivo. Segundo Gil (2008) as pesquisas descritivas tem como finalidade descrever as

características de uma população, experiência ou fenômeno. Dessa forma é possível estabelecer relação entre diversas variáveis para compreender os fenômenos.

Este trabalho foi uma pesquisa de revisão bibliográfica, o método consiste em analisar criticamente e de forma detalhada publicações sobre um determinado tema. A análise permite explicar e discutir o tema partindo de referências publicadas em trabalhos acadêmicos como artigos, livros, dissertações, teses, dentre outros. Os artigos e periódicos disponíveis em base de dados são fontes amplamente utilizadas e que permitem aprofundar ainda mais o estudo (MARTINS; PINTO, 2001).

Marconi e Lakatos (2017) afirmam que essa metodologia coloca os pesquisadores em contato direto com as publicações acerca do tema. O objetivo dessa metodologia não é replicar o que já foi escrito anteriormente e sim, apresentar uma outra visão crítica sobre o assunto, introduzindo uma nova abordagem e outro enfoque ao tema, enriquecendo a bibliografia sobre o tema.

Para a realização deste artigo, foram coletados dados científicos nas plataformas de dados acadêmicos, após esse procedimento os materiais (artigos, monografias, dissertações, dentre outros trabalhos) foram analisados e puderam ser utilizados para a escrita deste artigo.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O ciclo PDCA é uma ferramenta muito importante para otimizar o processo no qual ele está inserido. Esse é um simples método que auxilia os indivíduos a desenvolver atividades e ações para implementar projetos e solucionar problemas a fim de melhorar a manutenção programada. Devido ao fato de o ciclo PDCA ser muito simples, muitas vezes as pessoas o utilizam de forma inadequada, de modo informal, fazendo com que os projetos falhem ou não atinjam os resultados desejados.

O PDCA consiste em quatro etapas básicas, a primeira delas é o planejamento, nessa etapa são estabelecidas as metas e como alcançá-las. Na manutenção o ciclo pode ser utilizado para definir com clareza quais são as ações a serem alcançadas com a manutenção e quais as metas devem ser associadas ao

equipamento. Para que isso ocorra é essencial elaborar um plano de manutenção adequado para o período da parada programada.

A segunda etapa consiste em executar as medidas do ponto anterior, colocando as ideias, as ações e o plano de manutenção em prática. É essencial que nessas etapas os envolvidos sejam educados e treinados quanto a execução das atividades para seguir o que foi determinado. A terceira etapa consiste em verificar se as atividades executadas anteriormente foram atingidas, caminhando em direção ao objetivo estipulado inicialmente. Nessa etapa consegue-se verificar se o gerenciamento da manutenção tem sido eficiente por meio dos itens de controle. A última etapa consiste em atuar para corrigir os resultados, caso eles não estejam em conformidade com o que foi desejado. Com isso, consegue-se atuar preventivamente para fazer com que se volte novamente para atingir os objetivos propostos no plano de manutenção.

É importante destacar que para se alcançar um objetivo estipulado, como diminuir os custos das paradas programadas, diminuir os tempos de paradas, dentre outras coisas é importante cumprir à risca todas as etapas do ciclo PDCA. Seguindo o plano de manutenção e fazendo o ciclo girar consegue-se atingir as metas determinadas, garantindo maior disponibilidade dos equipamentos com menos intervenções.

Além disso, consegue-se reduzir os custos e elevar a produtividade, porém, para que isso ocorra deve-se determinar as etapas requeridas seguindo a metodologia. Dessa forma, com o ciclo PDCA consegue-se prever os processos, padronizando-os a fim de garantir que a empresa se torne mais competitiva. Esse trabalho mostrou que o ciclo PDCA é uma ferramenta ideal para ser utilizada em paradas programadas nas indústrias siderúrgicas devido aos grandes benefícios que ela gera.

Analisando diversos trabalhos acadêmicos na literatura foi possível constatar ainda que o ciclo PDCA traz grandes benefícios também para a manutenção em vários tipos de equipamentos e empresas. É preciso adaptá-lo para atender à necessidade de cada processo, garantindo sua eficiência, outro ponto importante é que essa ferramenta pode ser combinada com outras, potencializando os resultados, agregando ainda mais valor para os processos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O gerenciamento das manutenções programadas traz grandes benefícios para as empresas, dentre eles vale destacar o aumento da produtividade, o aumento da disponibilidade do equipamento dentre outras coisas. A utilização do ciclo PDCA nas manutenções programadas é importante para garantir que as atividades de manutenção sejam realizadas no tempo certo e na hora certa. Além disso, consegue-se descobrir quais são as causas de um problema que afeta a manutenção, permitindo agir para corrigir as falhas, garantindo que todas as atividades sejam executadas dentro do programado para atender o escopo.

É importante compreender que existem diversos tipos de manutenção, a corretiva, que ocorre quando os equipamentos quebram, as preventivas, que ocorrem de tempos em tempos, seguindo um cronograma para evitar a quebra dos equipamentos. A manutenção preditiva, que é uma técnica para realizar a manutenção apenas quando necessário, evitando-se paradas indesejadas e mantendo a operacionalização dos equipamentos. A manutenção detectiva é uma importante ferramenta, pois, através dela consegue-se detectar falhas ocultas e intrínsecas aos equipamentos que não são detectáveis pelo homem, isso é feito por meio de sensores e da automatização, implicando em alto custo devido ao preço elevado dos equipamentos utilizados para realizar tal tarefa. A engenharia de manutenção é uma técnica de manutenção moderna, que atua diretamente no problema, evitando seu surgimento futuro.

O ciclo PDCA é uma ferramenta da qualidade muito utilizada pela engenharia de produção para otimizar processos. Essa etapa consiste em planejar, definindo o que precisa ser feito (P- *plan*- planejar), executar ou fazer (D – *do* – fazer ou executar) todas as medidas para corrigir ou por em prática as medidas propostas na etapa anterior. O verificar (C – *check* – verificar) é avaliar se as medidas realizadas surtiram o efeito desejado para melhorar o processo e, por fim, agir (A – *action* – agir) para corrigir algo que não saiu de acordo com o programado, fazendo assim que o resultado esperado seja alcançado. Seguindo adequadamente esses passos é possível atingir as melhorias que o ciclo PDCA pode gerar na manutenção como o aumento da disponibilidade, da confiabilidade do equipamento, dentre outras coisas.

Por meio de diversos trabalhos acadêmicos foi possível verificar como o ciclo

PDCA traz benefícios para as atividades de manutenção. Em todos os trabalhos percebeu-se que essa ferramenta melhorou o fluxo produtivo, simplificando as atividades, bem como melhorando sua execução. Dentre os principais benefícios obtidos após a implementação dessa ferramenta pode-se citar a diminuição dos riscos de acidentes de trabalho, a redução com os custos de manutenção, o aumento da disponibilidade de equipamento e a redução no tempo das paradas programadas de manutenção. Vale destacar que outras ferramentas da qualidade como o diagrama de árvores, a matriz GUT, o diagrama de Ishikawa, dentre outras ferramentas podem ser utilizadas na construção do ciclo PDCA, otimizando seus resultados no processo de manutenção programada.

PDCA METHOD IN INDUSTRIAL PROGRAMATED MAINTANCE

ABSTRACT

Maintenance is an essential activity to maintain equipment availability for production flow. Scheduled maintenance is a very conservative form of maintenance, but it can be optimized using the PDCA cycle to improve this activity. Therefore, this work aimed to evaluate the importance of using the PDCA method in the planning of scheduled maintenance shutdowns. The problem to be studied in this article generated the following question that served to direct its execution, what are the benefits of managing scheduled maintenance using the PDCA method? To achieve this goal and answer the problem question, a literature review was conducted consulting the main academic papers that deal with the use of the PDCA cycle in scheduled maintenance in industries. It was concluded that the PDCA cycle associated with preventive maintenance brings numerous benefits to companies, such as reduced maintenance costs, increased equipment availability, among other things.

Key- words: Planned Maintance. PDCA Cycle. Optimization

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade. 2000.** Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/92264769/Almeida-M-T-Manutencao-preditiva> . Acesso em: 15 abr. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Confiabilidade e manutenibilidade**, NBR 5462, Rio de Janeiro: ABNT, 1994.
- CIRQUEIRA, L. Z. Gestão de projetos aplicados a paradas de Manutenção Industrial. **Revista Especialize On-line IPOG – Goiânia**, v. 1, n. 5, 2013.
- CURY NETTO, W. A. **A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias.** 2008. 63 f. TCC (Graduação) – Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.
- FLUGEL SOBRINHO, J. C. **Manutenção x Produtividade: A importância da gestão da manutenção para o aumento da produtividade em uma indústria de manufatura de madeira.** 2012. 57 f. Monografia (Especialização) - Gestão Industrial, Produção e Manutenção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.
- FREITAS, L. F. **Elaboração de um Plano de Manutenção em uma Pequena Empresa do Setor Metal-Mecânico de Juiz de Fora, com Base nos Conceitos de Manutenção Preventiva e Preditiva.** 2016. 96 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.
- GERMANO, A. O. **Efeitos da implantação de manutenções preventivas na produtividade:** Indústrias Becker. 2018. 59 p. TCC (Graduação) - Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** 6. Ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica.** 3 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa: Planejamento e Execução de Pesquisas, Amostras e Técnicas de Pesquisas, Elaboração, Análise e Interpretação de Dados.** 8 ed., São Paulo: Atlas, 2017.

MARTINS, G. A.; PINTO, R. L. **Manual para elaboração de trabalhos acadêmicos**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MORENGHI, L. C. R. **Proposta de um Sistema Integrado de Monitoramento para Manutenção**. 2005. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Produção, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

NUNES, E. N; VALLADARES, A. **Gestão da Manutenção com Estratégia na Instalação de unidades Geradoras de Energia Elétrica**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/7805434-Gestao-da-manutencao-e-do-conhecimento-como-estrategia-na-instalacao-de-unidades-geradoras-de-energia-eletrica.html>. Acesso em: 13 maio 2015.

RODRIGUES, A. L. P. et al. A utilização do ciclo pdca para melhoria da qualidade na manutenção de shuts. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, Santa Catarina, v. 9, n. 18, p. 48-70, 2017.

SILVA, R. P. **Gerenciamento do Setor de Manutenção**. 2004. 92 f. Monografia (Especialização em Gestão Industrial) - Universidade de Taubaté, Taubaté, 2004.

SILVA, M. P. T. **Aplicação de técnicas de manutenção preditiva para o aumento da confiabilidade de locomotivas diesel-elétricas**. 2012. 71 f. Monografia (Especialização em Transporte Ferroviário de Carga) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2012).

SLACK, N., *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

TRENTINI, J. **Manutenção industrial**. 2017. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Mecânica) – Faculdade Anhanguera, Jaraguá do Sul, 2017.

VASCONCELOS, D. S. C. A utilização das ferramentas da qualidade como suporte a melhoria do processo de produção- estudo de caso na indústria têxtil. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 29., 2009, Salvador. **Anais...** Salvador: Enegep, 2009. P. 1-15.

ZOIA, K. A. P. **Ciclo PDCA Aplicado na Manutenção de Sistema de Refrigeração**. 2018. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.