

**GESTÃO DA QUALIDADE: IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS NO
PROCESSO DE MANUTENÇÃO DE CILINDROS PNEUMÁTICOS****QUALITY MANAGEMENT: IMPLEMENTATION OF
IMPROVEMENTS IN THE MAINTENANCE PROCESS FOR
PNEUMATIC CYLINDERS**

Lucas Pedreiro
Engenheiro, ESALQ/USP, pedreirolucas91@gmail.com

Vanderléia de Souza da Silva
Mestra, FCA/UNICAMP, vanderleia_adm@hotmail.com

DOI:

RESUMO

O sucesso de um negócio está relacionado à qualidade do produto ou serviço que a empresa dispõe no mercado. Logo, a padronização era o foco inicial do conceito de qualidade, mas atualmente este conceito está ligado à concorrência cada vez maior no mercado e em satisfazer as necessidades dos consumidores. A gestão da qualidade na manutenção é uma ferramenta eficiente na indústria para evitar prejuízos de tempo e dinheiro. Os cilindros pneumáticos assumem destacada importância na maioria dos processos mecânicos nas indústrias, a manutenção adequada destes atuadores representa a estabilidade da produtividade, confiabilidade e segurança operacional, reduzindo falhas que podem gerar custos desnecessários. O estudo de caso foi aplicado em uma empresa do setor de manutenção industrial, por meio do Ciclo PDCA. Assim, este trabalho teve por objetivo implementar melhorias na confiabilidade da execução de serviços, redução de tempo, retrabalho e custos no processo de manutenção de cilindros pneumáticos. Com isso, foram identificados pontos falhos nos processos previamente utilizados, que quando sanados motivaram a equipe de colaboradores a continuar a implementação de novos ciclos de melhorias. Além da redução de custos esperada, houve a motivação para implementação de melhorias em outros serviços.

Palavras-chave: Confiabilidade; PDCA; Produtividade.

ABSTRACT

The success of a business is related to the quality of the product or service that the company does not have a market for. Therefore, a concept of higher quality, the initial focus is linked to the quality of consumers, but currently this concept is linked to the offer as more often in the market. Quality management in maintenance is an efficient tool in the industry to save time and money. Most pneumatic cylinders assume in most mechanical processes in companies the proper maintenance and stability maintenance of most actuators, with safety and operational safety, productivity guarantee that can generate high costs. The case study was applied in a company in the industrial maintenance sector, through the PDCA Cycle. Thus, this objective aimed to implement improvements in time, execution of services, reduction of rework work and costs in the maintenance process of pneumatic cylinders. With this, processes were identified that were identified as flawed in those previously used, when corrected, they motivated the team to continue the implementation of new improvement cycles. In addition to the reduction in maintenance costs, there was a reduction in services for improvements in others.

Keywords: Reliability; PDCA; Productivity

1 INTRODUÇÃO

No contexto de competição de mercado, a maioria das empresas quer entender qual a fórmula mágica do sucesso. Seja agregando em seus produtos e serviços, para além de satisfazer as necessidades, superar as expectativas dos clientes, ou identificar a melhor estratégia a ser adotada. Em meio a isso, deve considerar as necessidades decorrentes das transformações sociais e políticas, como os incentivos para inovação de produtos e processos, responsabilidade social da empresa e os implementos de sistemas de qualidade, gestão ambiental, segurança e saúde no trabalho (LOPES, 2014).

Um dos principais fatores que influenciam no sucesso de um produto ou serviço é a qualidade. Devido a diversas definições o próprio termo não é considerado um conceito definitivo. Inicialmente a qualidade caracterizava os processos de inspeção através de padrões, instrumentos e técnicas estatísticas com objetivo de alcançar a uniformidade do produto, atualmente este conceito é ligado à concorrência cada vez maior no mercado e em satisfazer as necessidades dos consumidores. A qualidade do produto muitas vezes se sobressai até mesmo ao valor de venda como ponto de decisão final do cliente (MACHADO, 2012).

A gestão da qualidade não é focada apenas no produto, mas em grande parte na qualidade do processo, nas melhores práticas para obter benefícios, tanto na produção de novos produtos como na recuperação de produtos desgastados. Devido à alta concorrência, a gestão da qualidade tem obtido destaque dentro de indústrias, por meio da melhoria dos processos, como o de manutenção, evitando a degradação de equipamentos, reduzindo paradas não programadas e garantindo a segurança dos trabalhadores (MILANI, 2020). Isso torna a organização mais competitiva no mercado, pois pode obter a redução em seus custos produtivos, por exemplo (MARCATO et al., 2020).

A gestão da qualidade na manutenção é uma ferramenta eficiente na indústria para evitar prejuízos de tempo e dinheiro, mesmo quando a manutenção é corretiva ou preditiva. O serviço de manutenção vem ao encontro da expectativa de desempenho não obstante dos objetivos de desempenho básicos, que se aplicam a maioria das operações produtivas: custo, tempo, confiabilidade, flexibilidade e a qualidade (LEMOS et al., 2011). Ferramentas de interação, como o Ciclo Plan, Do, Check, Act (PDCA), se tornam uma forma para gerar certa previsibilidade na obtenção dos resultados planejados, atingir e manter melhorias tanto nos processos quanto nos produtos (MILANI, 2020).

A empresa X (nome fictício) é uma indústria de instrumentação industrial, que desenvolve soluções e projetos de novos produtos e realiza a manutenção de equipamentos industriais e comércio de peças. A manutenção de cilindros pneumáticos é um ponto crítico nas paradas de manutenção preventiva nas indústrias, pois os cilindros atuam diretamente nas máquinas do processo produtivo e sofrem desgastes que comprometam o seu rendimento, resultando por vezes em prejuízo financeiro e comprometimento da segurança na operação. O processo de manutenção destes cilindros, que passa pela inspeção de partes e peças, readequação de peças desgastadas e substituição de peças que perderam suas características de funcionamento, tem impacto no tempo em que estes cilindros ficam parados, algumas vezes comprometendo o tempo de produção das máquinas em que estariam instalados.

Atualmente, a empresa X desempenha o serviço de manutenção em cilindros pneumáticos sem ter um número significativo de feedbacks negativos dos clientes. Mas o procedimento utilizado atualmente apresenta casos recorrentes de retrabalho antes do retorno ao cliente, que impacta em prazos de entrega mais longos, bem como em custos de produção maiores e margem de lucro menor. Com o aumento gradativo da demanda por este serviço a empresa busca a otimização dos seus procedimentos, com destaque em suas estratégias de manutenção. Isso permitirá que a empresa possa atingir classificação para as certificações de controle da qualidade, pois estará respeitando as boas práticas de manutenção de classe mundial. Evidenciando a necessidade de otimização dos processos de manutenção, da redução do retrabalho e dos custos inerentes.

Assim, este trabalho tem por objetivo implementar melhorias na confiabilidade da execução de serviços, redução de tempo, retrabalho e custos no processo de manutenção de cilindros pneumáticos, com a aplicação do Ciclo PDCA.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

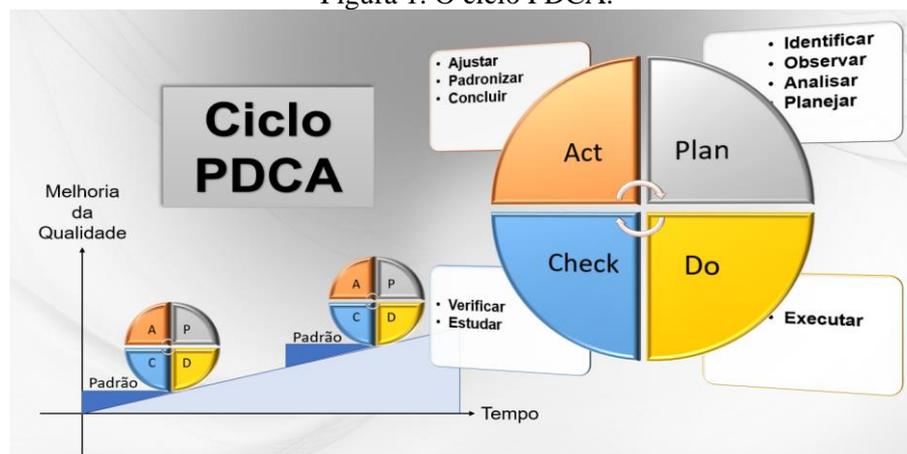
O método utilizado neste trabalho é o estudo de caso, que é definido como a metodologia para a investigação de um determinado fenômeno dentro de seu contexto real, buscando entre outras características a formulação de hipóteses e explicar as variáveis causais em situações complexas (GIL, 2018).

Para elaboração deste estudo foram realizadas pesquisas bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica é a utilização de fontes secundárias, compreendendo as publicações anteriores aos estudos que estão sendo elaborados, como revistas, livros, artigos, trabalhos acadêmicos, e outros, sejam eles impressos ou em formatos eletrônicos (MARCONI;

LAKATOS, 2021). Essa pesquisa embasou os conceitos abordados na introdução e na definição dos materiais e métodos. Na pesquisa documental a fonte dos dados é primária, sendo consultados documentos públicos, particulares ou fontes estatísticas (MARCONI; LAKATOS, 2021). Para este estudo foram consultados os documentos da empresa estudada, como: base de dados, planilhas eletrônicas e projetos de máquina.

A metodologia aplicada no estudo foi o Ciclo PDCA, desenvolvido pelo engenheiro e professor americano William Edwards Deming em 1950, tendo por base o ciclo de Walter Andrew Shewhart. Atualmente, é mais conhecido como ciclo de Deming ou PDCA. Neste método a premissa proposta é de que processos devem ser analisados e medidos de forma a evidenciar os fatores de variação entre os produtos que se desviem de requisitos prévios de projeto. Deming propôs que os processos fossem estruturados em uma sequência cíclica de feedback contínuo de modo a gerenciar a melhoria contínua (LOBO et al., 2015).

Figura 1. O ciclo PDCA.



Fonte: Adaptado de Lobo et al. (2015)

O PDCA pode ser aplicado para resolver problemas e alcançar objetivos, seguindo as etapas propostas em suas quatro fases (LOBO et al., 2015):

- **Plan** (Planejamento): São definidas as metas do projeto, através da análise das necessidades dos processos, da disponibilidade de recursos e da coleta de dados dos procedimentos atuais para avaliação de desempenho;

- **Do** (Execução): Onde o plano elaborado na etapa anterior é testado para atingir as metas, aplicando treinamento e prevenindo as falhas;

- **Check** (Verificação): Onde são avaliados o desempenho ou as tendências dos resultados formando uma base de comparativos com os dados anteriores, utilizando da inspeção, verificação e da auditoria dos processos;

- **Act** (Ação): Com base nas etapas anteriores procura estabelecer um novo padrão que pode se tornar a base do planejamento de um novo ciclo de melhoria do processo, evidenciando como resultados as melhorias adquiridas bem como estimulando a elaboração de ações preventivas ou corretivas.

Além do Ciclo PDCA, foram implementadas ferramentas da qualidade: Brainstorming, 5W2H, Diagrama de Causa e Efeito e Kanban. O Brainstorming (tempestade de ideias) compreende uma reunião com duas etapas principais para sua aplicação: desenvolvimento e análise crítica das ideias geradas. Todos os participantes devem ter possibilidade de exposição igualmente das suas percepções, que devem ser impessoais e registradas em arquivo para acesso de todos (SOBRAL, 2019). A ferramenta 5W2H (What-When-Who-Where-Why-How-How much) reúne uma sequência de questões para atuação no alcance de objetivos, compreendendo: o que deve ser realizado, quando será realizado, quem realizará, onde será realizado, quem realizará e quanto custará a realização das ações (WERKEMA, 2021).

O Diagrama de Causa e Efeito (ou Espinha de Peixe ou de Ishikawa) representa as causas que geram um efeito dentro de um processo, que corresponde às matérias-primas, máquinas, medidas, meio ambiente, mão de obra e métodos (WERKEMA, 2021). A ferramenta Kanban (hora certa) trata da utilização de cartões para registro das atividades de determinado setor, demonstrando visualmente o controle das mesmas (PAOLESCHI, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Planejamento

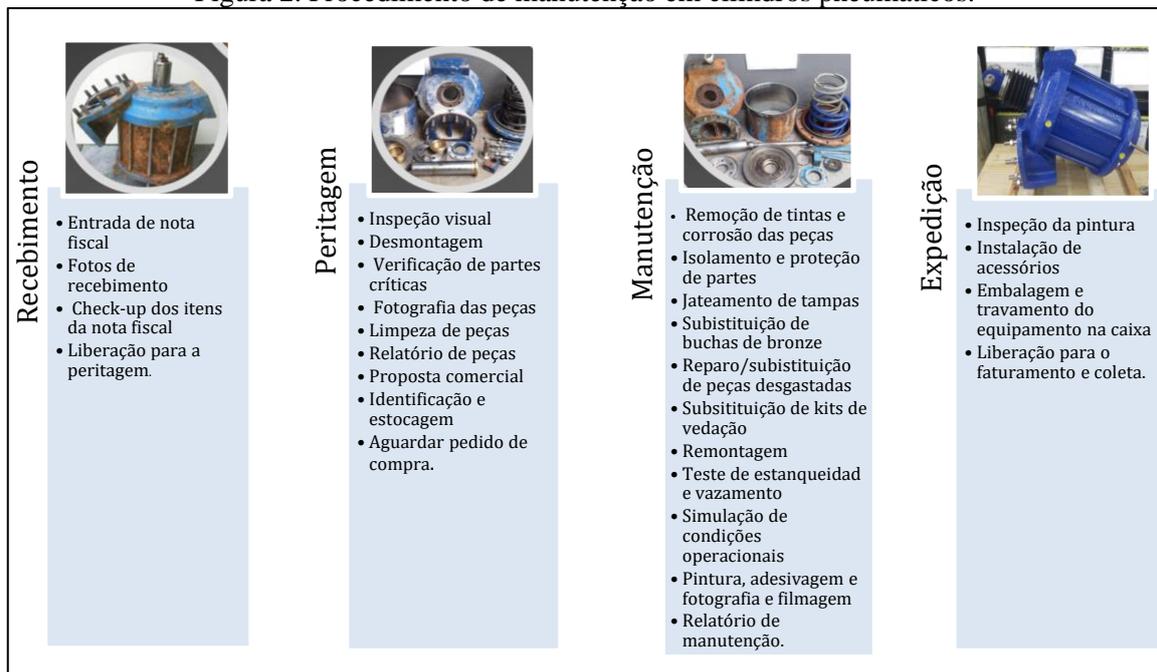
A empresa estudada é uma indústria, situada no município de Santo André. Essa indústria foi fundada em 1988, tendo como principal mercado a representação comercial na área de instrumentação industrial e importação de partes e peças, atendendo as mais variadas indústrias da grande São Paulo. Posteriormente, tornou-se distribuidora autorizada de grandes empresas do mercado de instrumentação mundial, mantendo o modelo de negócio de estoque próprio à pronta entrega de partes e peças bem como de produtos acabados.

Em 2011, com finalidade de atuar de maneira exclusiva no setor de serviços a empresa criou uma subdivisão, possuindo em suas instalações toda a estrutura de máquinas e equipamentos para oferecer aos seus clientes soluções em manutenção de equipamentos industriais e desenvolvimento de soluções e projetos de novos produtos. Um destes serviços ofertados no mercado é a manutenção de cilindros pneumáticos. Os cilindros são dispositivos

mecânicos projetados para produzir movimento, no caso dos cilindros pneumáticos este movimento é produzido a partir de um gás comprimido, como o ar. Os cilindros são aplicados em diversos processos mecânicos industriais, em linhas de produção, como atuadores, exigindo a manutenção periódica para manter a conformidade e desempenho. O procedimento de manutenção dos cilindros pneumáticos é o processo em que será aplicado o Ciclo PDCA.

O procedimento atual de manutenção de cilindros pneumáticos compreende quatro etapas: recebimento, peritagem, manutenção e expedição (Figura 2). O recebimento é a etapa em que a empresa recebe o equipamento, realiza a conferência das características documentando o estado de recebimento dos equipamentos com fotos do estado deles ao recebimento. Na sequência, o equipamento é disposto para a peritagem, sendo inspecionados minuciosamente, depois desmontados e limpos, verificando as partes que estão desgastadas levando em conta quais podem ser reparadas e quais devem ser trocadas. Com isso, é elaborada a proposta comercial de reparo ao cliente. Quando aprovados os custos pelo cliente então se inicia o processo de manutenção propriamente dito.

Figura 2. Procedimento de manutenção em cilindros pneumáticos.



Fonte: Autores (2021)

No processo de manutenção é removida toda a camada de tinta e incrustações externas das peças, isolando as partes sensíveis ao desgaste. Peças consideradas como sacrifício, constituídas de metais com menor dureza, como o bronze, são substituídas por novas. As peças feitas com metais mais duros como o aço muitas vezes podem ser reaproveitadas desde

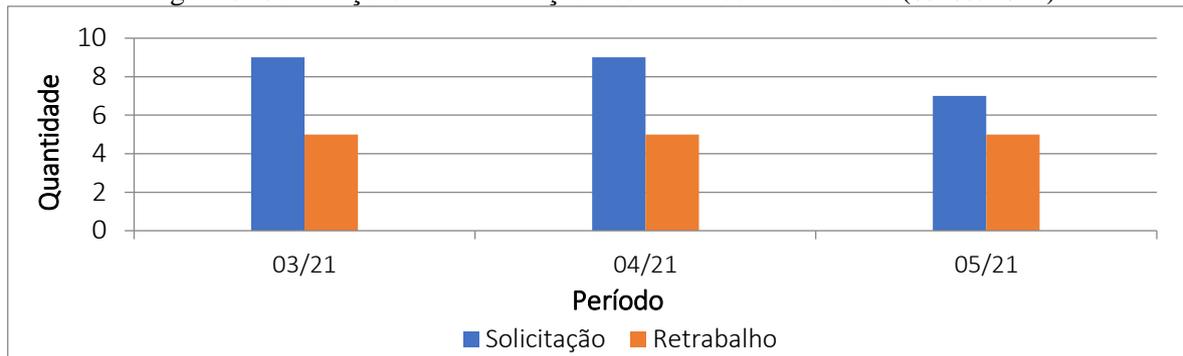
que não seja observado demasiado desgaste, que comprometa seu uso. Feito o reparo, os cilindros são remontados com kits de vedação novos e dispostos a testes de desempenho, para verificar, por exemplo, se eles apresentam algum vazamento entre as câmaras de ar, o que comprometeria sua utilização. Com estes dados é elaborado um relatório único de manutenção específico para cada cilindro que, se aprovado, passa pelo processo de pintura e será liberado para a expedição. Neste último processo os equipamentos são novamente verificados e, se for o caso, ocorre a instalação de acessórios para então serem embalados e liberados para faturamento.

O processo utilizado até então pela empresa na manutenção dos cilindros apresentava variações de resultado, pelas características críticas na utilização destes equipamentos. Os cilindros só podem ser liberados após uma série de aprovações em testes de resultado para então estarem aptos à etapa de expedição. Estas variações, geralmente comuns em outros processos de manutenção, neste caso geram um problema crítico, o retrabalho, onde o cilindro volta à etapa inicial da peritagem.

Apesar de não ser necessário que o cilindro passe novamente por todas as etapas, ele deve ser desmontado e limpo para então ter suas partes inspecionadas novamente. Neste processo algumas peças acabam sendo substituídas, como as vedações, que são peças de única utilização por montagem. O que exemplifica um segundo problema, o aumento do custo da manutenção do cilindro, tanto pelo valor das peças substituídas como pelo valor da hora trabalhada. Devido à negociação do preço deste serviço ocorrer antes do processo, o aumento do custo gera a diminuição da margem de lucro.

Para realização da reunião inicial de análise de melhorias, foram levantados os dados das solicitações de manutenção e dos retrabalhos que ocorreram nos últimos três meses (março a maio de 2021), conforme dispostos na Figura 3. A taxa de retrabalho variou entre 56 e 71% neste período, ou seja, mais da metade dos cilindros voltam para a manutenção. A média de retrabalhos foi de 61%.

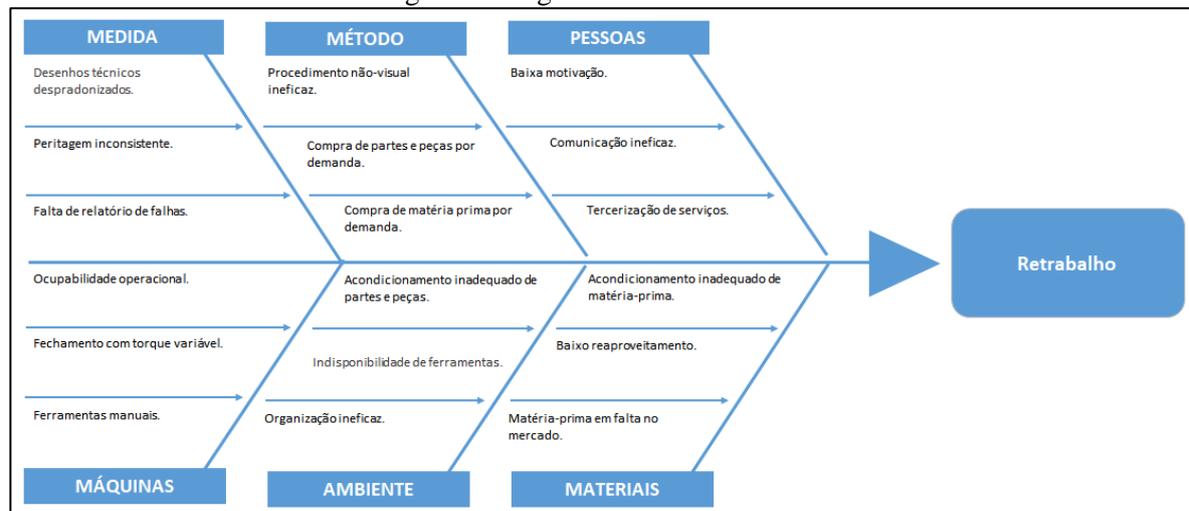
Figura 3. Solicitações de manutenção dos cilindros e retrabalho (03-05/2021)



Fonte: Autores (2021)

Assim, foi realizada a reunião com o supervisor da área de manutenção e os gerentes da área comercial e de projetos para levantamento das inconsistências que podem estar gerando estas variações de resultado. A ferramenta utilizada na reunião de análise foi o Brainstorming, em que todos os envolvidos participaram ativamente apontando as causas dos retrabalho. Posteriormente, foi elaborado o Diagrama de causa e efeito baseado nas causas identificadas (Figura 4).

Figura 4. Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Autores (2021)

Ficou claro que para reduzir o retrabalho e atrasos causados por estes, as suas causas devem ser tratadas, seja modificando o processo utilizado ou elaborando relatórios de feedback do processo de manutenção. Assim, a forma cada manutenção pode contribuir para a melhoria do processo de forma contínua.

Notou-se que os cilindros chegam para o reparo já muito desgastado, ou seja, o período de manutenção preventiva não está bem definido para as indústrias. Para este problema foi elaborada uma proposta de negócios a ser apresentado aos clientes com um

plano de manutenção periódica dos cilindros, para isso este período deve ser estimado em conjunto com o cliente.

Na inspeção dos cilindros notou-se que em algumas ocasiões os desenhos técnicos estavam desatualizados ou então misturados com outros similares de outros produtos. Aproveitando que a empresa estava mudando seu sistema de gestão integrado, foi proposta a modificação do cadastro numérico das partes e peças nos desenhos técnicos, assim com os códigos novos os desenhos antigos serão arquivados.

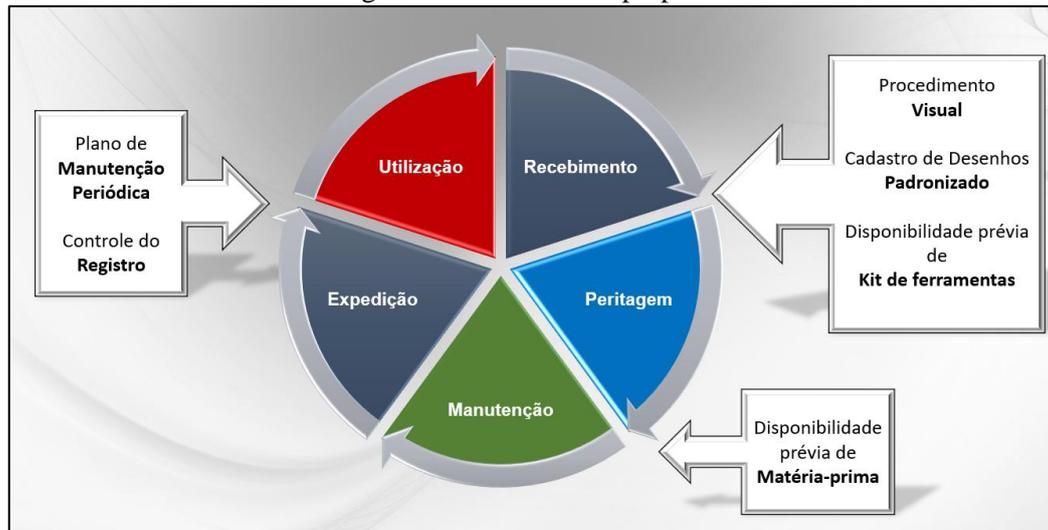
Outro problema a ser considerado é que o procedimento utilizado não é apresentado ao técnico de manutenção de forma visual, ele segue rotina de etapas, o que não é eficaz e por vezes causa o desconhecimento da causa da variação no final do processo. Para solucionar este problema foi proposta a elaboração de um encarte visual com as etapas do procedimento de manutenção dos cilindros bem como um histórico de registro.

O principal problema levantado, que impacta tanto no retrabalho quanto no prazo de entrega dos cilindros, foi a disponibilidade das ferramentas bem como de matéria-prima para os operadores. Cada cilindro utiliza uma série de ferramentas específicas em sua desmontagem e montagem, acompanhando este processo foi verificada certa dificuldade em separar cada ferramenta em cada procedimento do técnico de manutenção, por algumas vezes a mesma não estava disponível depois de iniciada a etapa em que ela seria necessária ocasionando muitas interrupções. Outras interrupções também foram verificadas por falta de matéria-prima para a confecção de partes e peças que substituiriam as antigas que não poderiam ser reparadas.

Com base nisto foi proposto a troca da política de compra desses insumos, ao invés de aguardar a solicitação de peças e ferramentas por parte dos técnicos de produção, foi proposto que essa compra seja feita previamente com base na demanda de cilindros em determinado período. Com esta previsibilidade é possível separar os insumos de matéria-prima e ferramentas em kits disponíveis aos técnicos de manutenção antes do início dos procedimentos, em estoque específico para cada um desses produtos. A nova abordagem do procedimento é ilustrada na Figura 5.

Por fim, foi relatado que uma das causas citadas está relacionada com serviços de terceiros, seja na qualidade do revestimento da camada de cromo das partes (camisa e a haste do cilindro) seja dos atrasos nos prazos de entrega dos serviços. Estes problemas devem ser resolvidos em conjunto com os fornecedores de forma a empregar os materiais de melhor qualidade e melhor desempenho no cilindro.

Figura 5. Procedimento proposto.



Fonte: Autores (2021)

Como mencionado, a estrutura atual do procedimento é uma sequência com início, que se dá no recebimento e fim no retorno do cilindro ao cliente, desta maneira cada cilindro apresenta apenas o histórico da manutenção no período em que se encontra na empresa. Porém, notou-se que um fator muito evidente da dificuldade de readequar o cilindro às condições operacionais é justamente que estes cilindros são utilizados por períodos que não são pré-estabelecidos, em algumas ocasiões deteriorando suas partes de modo irreversível. Tornando necessárias durante o processo de manutenção além de apenas medidas corretivas, a troca efetiva de muitas destas peças, elevando o custo.

A nova abordagem prevê uma adequação da utilização dos cilindros pelos clientes, em procedimento semelhante às revisões preventivas comumente utilizadas em veículos automotores, estipulando um período de utilização destes cilindros e propondo a substituição por cilindros reservas para reduzir o período de parada de produção no cliente.

Já para o procedimento interno, a equipe de colaboradores envolvida no projeto deve estar familiarizada com o procedimento, mas deve seguir o mesmo de forma mais clara com o procedimento estabelecido de forma visual, detalhado com cada etapa que deve ser seguida, e sendo munida previamente de todas as ferramentas e matéria-prima necessária para a execução do serviço.

Para auxiliar no processo de melhoria contínua, os cilindros receberão um número de identificação interno, para que seu histórico de manutenção seja arquivado e esteja disponível em cada manutenção do mesmo, junto ao seu conjunto de desenhos técnicos atualizados.

Com a reunião e aplicação do Brainstorming, também foi elaborado o plano de ação com a ferramenta 5W2H, em conjunto com as partes presentes à reunião, sendo representado na Figura 6.

Figura 6. Plano de ação 5W2H.

5 W 2 H	What?	Why?	Where?	When?	Who?	How?	How Much?
	O que?	Por que?	Onde?	Quando?	Quem?	Como?	Quanto?
	Mudar o sistema de cadastramento de peças.	Desenhos antigos/obsoletos ou com mais de uma versão na linha de produção ocasionando erros.	Projetos.	05/2021	Gerente de Projetos.	Recadastramento Padronizado.	
	Adoção do sistema automatizado de controle de estoque e faturamento.	Melhor controle sobre a quantidade de peças necessárias, disponibilidade prévia de peças, matéria-prima e ferramentas.	Administrativo.	06/2021	Gerente Administrativo.	Aquisição de programa novo para controle de estoque e faturamento.	Aproximadamente R\$ 800,00 mês.
	Adoção de procedimentos de forma visual.	Determinar de forma fácil e assertiva cada etapa do processo, bem como fatos importantes de cada manutenção.	Produção.	08/2021	Gerente de Produção / Técnicos da Produção.	Kanban, Quadro de Entregas, Padrões de processos.	Aproximadamente R\$ 150,00.
	Adequação das Ferramentas.	Simplificar a operação com kit de ferramentas específicos para a montagem e desmontagem dos cilindros.	Produção.	08/2021	Gerente de Produção / Técnicos da Produção.	Kit de ferramentas adequadas ao processo. Substituição de Ferramentas Manuais e/ou equipamentos defasados. Procurar concorrentes com serviço adequado aos novos padrões de qualidade.	Aproximadamente R\$ 14.000,00.
Verificar novos fornecedores.	Procurar outros fornecedores de partes/serviços terceirizados que podem influenciar na qualidade do produto.	Compras Engenharia.	07/2021	Gerente de Compras.			

Fonte: Autores (2021)

As partes envolvidas neste projeto serão: os gerentes (comercial, de projetos e de produção) e os técnicos de manutenção envolvidos no processo de manutenção dos cilindros. Na etapa inicial serão coletados os dados e indicadores atuais, para então, depois das adequações no procedimento, serem comparadas na etapa de verificação.

3.2 Execução

Como avaliado na etapa de planejamento, os desenhos técnicos das peças fabricadas na empresa apresentavam muitas divergências, alguns códigos eram com oito dígitos enquanto outros apresentavam sete. Além disso, algumas vezes era possível encontrar mais de uma versão para o desenho técnico de uma mesma peça.

Aproveitando que a empresa estava migrando para um novo sistema de controle de estoque e faturamento, que já retira as peças automaticamente do estoque assim que uma nota fiscal é emitida, foi estipulado um novo padrão para os códigos de desenhos técnicos da empresa, constituídos por duas letras e sete algarismos.

Com esta nova estrutura, os desenhos técnicos estão passando por revisão de adequação, e somente os que estiverem padronizados estarão em posse do gerente da produção, que cederá aos técnicos de produção apenas durante a produção das peças, recolhendo e arquivando os mesmos ao final do expediente.

O sistema novo de controle de estoque ainda levou uma nova adequação do estoque físico que foi alocado em outro lugar, agora mais amplo e com acesso restrito, setorizando e classificando as partes e peças por produto. Além disso, o sistema agora acusa quando um produto está próximo da quantidade mínima em estoque, gerando uma requisição de compra antecipada à falta.

Apesar de baixo o custo para a implementação do procedimento visual para os operadores, a empresa ainda não conseguiu adotar essa melhoria, pois está remanejando o local onde os cilindros são inspecionados.

Durante o período de acompanhamento foram levantadas algumas falhas em decorrência da falta de ferramental adequado ao serviço. Então, a empresa investiu capital na compra de uma nova cabine de jateamento, com maior capacidade de produção que a antiga. Também foram adquiridas ferramentas elétricas para auxiliar na montagem e desmontagem dos cilindros que até então eram realizadas com ferramentas manuais.

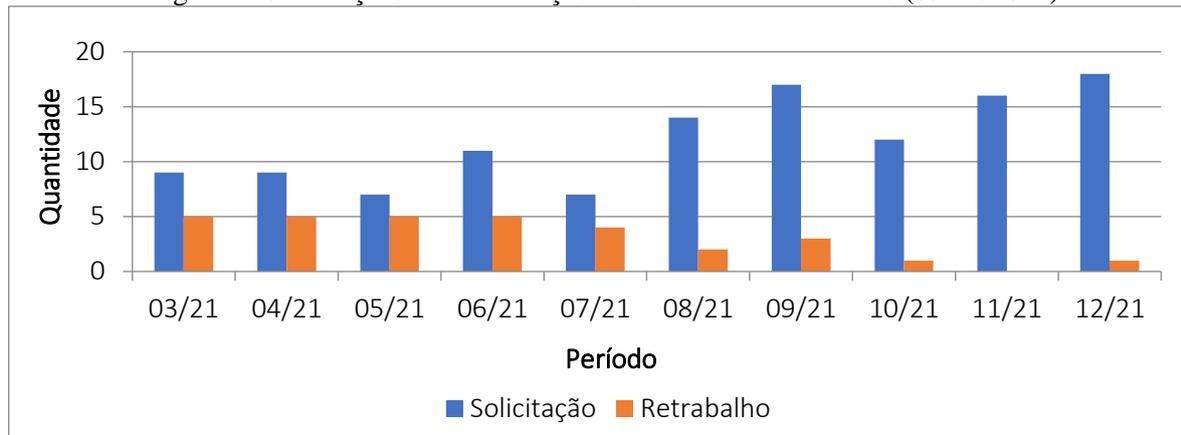
As ferramentas foram separadas em kits específicos para a montagem e desmontagem dos equipamentos, evitando a utilização delas em mais de um setor e, por consequência, as interrupções. Cada tipo de cilindro tem uma gaveta de ferramentas de fácil acesso aos operadores, que se comprometem a mantê-las em condição de uso ou informar quando as mesmas devem ser substituídas.

A respeito dos fornecedores terceirizados que realizavam a parte de revestimento de cromo e retífica das partes fundamentais do cilindro, a empresa entrou em contato com outros fornecedores e está em período de avaliação da qualidade.

3.3 Verificação

Com a finalização da implementação das melhorias, os dados de solicitações de manutenção e de retrabalho foram comparados com os meses anteriores (Figura 7). Percebe-se a variação da demanda por manutenções dos cilindros, com aumento da demanda após o mês de agosto. Houve a redução dos retrabalhos após o mês de julho, mesmo com o aumento da demanda nos meses subsequentes. A taxa de retrabalho variou entre 0 e 57%, apresentando uma constância de valores abaixo de 10% a partir do mês de outubro de 2021. Assim, verifica-se que a implementação das melhorias surtiu efeito na redução dos retrabalhos.

Figura 7. Solicitações de manutenção dos cilindros e retrabalho (03-12/2021)



Fonte: Autores (2021)

Os custos foram reduzidos, pois anteriormente a taxa de retrabalho era de 56% e passou para 21% (junho a dezembro), chegando a 5% nos últimos três meses. Logo, se a taxa de retrabalho foi reduzida, houve redução de custos e aumento do tempo disponível para o atendimento de mais manutenções.

Com a nova padronização dos códigos dos desenhos técnicos, não foram apresentadas novas queixas do setor de produção relacionadas aos desenhos com duplicidade ou defasados.

Utilizando do novo sistema de controle de estoque e faturamento, reduziram-se as saídas esporádicas de funcionários para compras de peças quando já iniciado o processo de manutenção, reduzindo o prazo para a realização do serviço.

Os técnicos de produção alocados no jateamento das peças deram feedbacks positivos da nova cabine de jateamento. Agora é possível realizar o serviço em mais de uma peça por vez, devido ao maior espaço e menor tempo de processo, reduzindo o gargalo inicial no processo de manutenção.

A substituição das ferramentas manuais no processo de montagem e desmontagem dos cilindros, além de reduzir o tempo do serviço, leva ao aumento da segurança dos técnicos envolvidos, pois evita o esforço, garantindo mais integridade e padronização do produto.

3.4 Ação

As mudanças implementadas foram positivas, portanto, serão mantidas nos próximos ciclos que seguirão. Após a nova realocação do setor de manutenção dos cilindros, novas melhorias devem ser implementadas. Uma delas será a utilização de um novo tanque, projetado especificamente para os testes de estanqueidade dos cilindros, que vão possibilitar melhor visualização para a gravação dos vídeos que acompanharão os relatórios de

manutenção. Estes vídeos, além de serem enviados em conjunto com os produtos ao cliente, serão arquivados no histórico de cada cilindro que passar pelo processo de manutenção.

Também se espera que na nova localidade esteja disponível aos técnicos a comunicação visual dos procedimentos, com controle através de quadro Kanban e quadro de entregas, algo que ainda não foi implementado satisfatoriamente neste ciclo.

Após a realização do primeiro ciclo ficou evidente o aumento na motivação dos colaboradores no implemento de novas melhorias para o processo. Apesar de alguns dos fatores apontados para o primeiro ciclo não terem sido efetivamente aplicados, como a utilização da comunicação visual do procedimento, espera-se que com a nova localidade outras melhorias no processo sejam implementadas em novos ciclos.

Um dos fatores que colabora com isso, foi a troca das ferramentas manuais pelas elétricas. Em um primeiro momento os colaboradores demonstraram certa resistência nesta modificação do procedimento. Mas com a continuidade de sua aplicação ficaram evidentes as suas vantagens, tanto na facilidade gerada no momento de desmontagem e remontagem dos cilindros, quanto na melhoria da segurança dos colaboradores, evitando o esforço físico e possíveis lesões que poderiam acontecer anteriormente.

A motivação da equipe de colaboradores na busca da melhoria contínua dos processos ficou evidente. Então, isso se mostra como um desafio frente à cultura organizacional, pois de certa forma a mudança é uma quebra do procedimento rotineiro, mas é por meio dela que a melhoria pode ser obtida. Deixar isto evidente aos colaboradores é parte fundamental do processo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do ciclo PDCA no processo de manutenção dos cilindros apresentou resultados positivos para a empresa, conforme redução da taxa de retrabalho abaixo de 10% nos últimos três meses do ano de 2021. Além de implementar melhorias no processo, a metodologia motivou todos os envolvidos na busca contínua da aplicação do ciclo para atingir, cada vez mais, melhorias neste serviço e nos demais oferecidos pela empresa.

Pode-se apontar como principal contribuição do estudo a facilitação atingida já no primeiro ciclo, reduzindo o tempo gasto em retrabalhos e, principalmente, melhorando as condições para a execução do serviço. Ainda existem melhorias a serem aplicadas em ciclos futuros em conjunto com as melhorias ainda não implementadas completamente na empresa estudada.

A principal limitação do estudo está na falta de aplicação de uma pesquisa de satisfação com os colaboradores atuantes no processo de manutenção para identificação do nível de satisfação. Assim, a satisfação relatada está baseada na percepção dos gestores das áreas com base nos diálogos com os colaboradores do setor de manutenção.

Assim, para pesquisas futuras, recomenda-se a aplicação de um questionário estruturado antes e depois da implementação de um novo ciclo PDCA. E também, recomenda-se a implementação de outro ciclo PDCA para a continuidade de melhorias, direcionando ações específicas para redução do tempo de manutenção dos cilindros pneumáticos, mantendo a mesma qualidade atual.

REFERÊNCIAS

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ed. São Paulo: Editora Atlas, 2018.

LEMOS, M.A.; ALBERNAZ, C.M.R.M.; CARVALHO, R.A. **Qualidade na manutenção**. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 2011, Belo Horizonte, MG, Brasil.

LOBO, R. N.; LIMEIRA, E.T.N.P.; MARQUES, R.N. **Controle da qualidade: princípios inspeção e ferramentas de apoio na produção de vestuário**. 1ed. São Paulo: Editora Érica, 2015.

LOPES, J. C. C. **Gestão da qualidade: Decisão ou constrangimento estratégico**. Dissertação de mestrado (Estratégia Empresarial) - Universidade Europeia, Lisboa, Portugal, 2014.

MACHADO, S.S. **Gestão da Qualidade**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG, Inhumas e Universidade Federal de Santa Maria, Inhumas, 2012.

MARCATO, J. G.; PEREIRA, G. T.; KRAMBEK, R. Z.; MORENO, R. B. Análise do planejamento e gestão de manutenção de uma empresa de médio porte de bebidas: estudo de caso. **Revista Fatecnológica da Fatec-Jahu**, v. 13, n. 1, p. 26-43, 5 jun. 2020.

MARCONI, M. A. LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MILANI, V.B. **Utilização do ciclo PDCA na implementação de um sistema de gestão da manutenção em uma indústria metalomecânica da região de Londrina**. Monografia de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR, Londrina, 2020.

SOBRAL, W. S. **Design de interfaces: introdução**. São Paulo: Érica, 2019.

PAOLESCHI, B. **Almoxarifado e gestão de estoques**. 3. ed. – São Paulo: Érica, 2019.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. 1. ed. [9a Reimp.]. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Nacional (GEN) - Editora Atlas, 2021.

“Os autores declaram estar cientes quanto à responsabilidade pelo conteúdo do artigo”.