

## Implementação e continuidade do Ciclo PDCA: Um estudo de caso no setor metal mecânico

### *Implementation and continuity of the PDCA Cycle: A case study in the mechanical metal sector*

Sergio Possale da Silva Junior<sup>1</sup>, Universidade Estadual de Maringá, Engenharia de Produção

Jéssica Syrio Callefi<sup>2</sup>, Universidade de São Paulo, Engenharia de Produção

#### RESUMO

Este estudo tem por objetivo analisar a implementação e a continuidade do Ciclo PDCA como forma de gerenciamento para a aplicação de melhorias em toda a linha de produção de uma empresa do setor metal mecânico. Este estudo de caso teve início com a identificação das principais não conformidades existentes ao longo dos processos produtivos. Em seguida, utilizando o PDCA, planejou-se diversas melhorias em todos os setores da fábrica que foram aplicadas com o intuito de atingir algumas metas estabelecidas. Através do monitoramento dos indicadores relacionados a qualidade e produtividade, constatou-se uma redução de 55% nos custos da empresa com não conformidades e também ganhos de produtividades em alguns setores chave. Todas as alterações nos processos foram documentadas, para que as padronizações permanecessem inseridas na cultura da empresa. Como principal contribuição, verificou-se que, após notar os resultados de diminuição de custos, a empresa autorizou a implementação do PDCA como uma de suas estratégias de qualidade, dando continuidade ao programa de Gestão da Qualidade da empresa.

**Palavras-chave:** Gestão da qualidade. Ferramentas da qualidade. Melhoria contínua.

**Editor Responsável:** Prof.  
Dr. Hermes Moretti Ribeiro da  
Silva

#### ABSTRACT

*The objective of this study is to analyze the implementation and continuity of the PDCA Cycle as a form of management for the application of improvements in the whole production line of a company in the metal mechanic sector. This case study started with the identification of the principal nonconformities existing throughout the productive process. After that, using the PDCA, several improvements were planned in all company sectors which were applied in order to achieve some established goals. Through the monitoring of indicators related to quality and productivity, a reduction of 55% in the costs of the company with nonconformities was verified as well as productivity gains in some key sectors. All changes in the process have been documented so that standardizations remain embedded in company culture. As the main contribution, it was verified that after noting the results of cost reduction, the company authorized the implementation of the PDCA as one of its quality strategies, providing continuity for the Quality Management Program in the company.*

**Keywords:** *Quality management. Quality tools. Continuous improvement.*

1. Viela José Ferreira Maia, 110, Vila Esperança, Maringá – PR, sergiopossale@gmail.com; 2. jessica.callefi@gmail.com

SILVA JUNIOR, S.P.; CALLEFI, J.S. Implementação e continuidade do Ciclo PDCA: Um estudo de caso no setor metal mecânico. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, v. 15, n. 3, p. 155 - 182, 2020.

**DOI:** 10.15675/gepros.v15i3.2572

## 1. INTRODUÇÃO

A gestão da qualidade deve ser prioridade para qualquer empresa que deseja se manter competitiva em meio a um mercado concorrido como o atual. Estar atento às novas tecnologias e técnicas que surgem a todo momento, se torna imprescindível, pois, saber utilizá-las no intuito de qualificar cada vez mais o sistema produtivo pode traduzir-se em um aumento de produtividade e redução de custos significativos ao longo do processo. Além disso, uma boa gestão pautada em melhoria contínua pode ser o diferencial entre duas empresas concorrentes que buscam melhor satisfazer as expectativas do mercado (CARPINETTI, 2012).

As ferramentas da qualidade vêm ao encontro deste pensamento, auxiliam no processo de melhoria contínua e oferecem suporte para uma boa gestão, dando sentido a utilização delas no dia a dia das empresas que buscam na Gestão da Qualidade um diferencial para manterem sua competitividade.

Este trabalho teve como foco prático, melhorar a produtividade e reduzir o número de não conformidades na linha de produção, utilizando o PDCA (*Plan, Do, Check, Action*) em uma empresa do setor metal mecânico, localizada no norte do Paraná. Como contribuição teórica, esta pesquisa buscou entender como o PDCA pode auxiliar na implementação de padronizações e ações de melhorias nos processos que possibilitem a continuidade e manutenção da Gestão da Qualidade na empresa. De forma geral, o objetivo geral desta pesquisa é analisar a implementação e a continuidade do Ciclo PDCA como forma de gerenciamento para a aplicação de melhorias.

Durante a realização desta pesquisa utilizou-se as ferramentas: Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Histograma e Folha de Verificação e observou-se os resultados tanto de melhorias de processos e custos, como de implementação de uma nova prática de Gestão da Qualidade para a empresa.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo a NBR ISO 9000 (ABNT, 2015), define-se Gestão da Qualidade como um conjunto de tarefas estruturadas para administrar uma organização com relação à qualidade, integrando o planejamento, o controle, a garantia e a melhoria da qualidade. Para realizar tais

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 15, nº 3, p. 155 - 182, 2020.

atividades são utilizadas ferramentas da qualidade empregadas na coleta, processamento e estruturação das informações necessárias para a realização das etapas do PDCA (CAMPOS, 2004).

A Gestão da Qualidade quando realizada de maneira eficiente mostra-se ser um excelente recurso para as empresas que buscam reduzir custos, manter sua competitividade de negócio e gerar novas oportunidades (LONGO *et al.*, 2016). Estas ferramentas são importantes porque melhoram a produtividade, ou seja, consegue-se produzir cada vez mais e melhor utilizando menos recursos. Basicamente, este é um indicador que mensura a relação direta entre o que a empresa produz e o que consome, sendo que quanto maior for este valor, mais competitiva a empresa se torna perante seus concorrentes (CAMPOS, 2004).

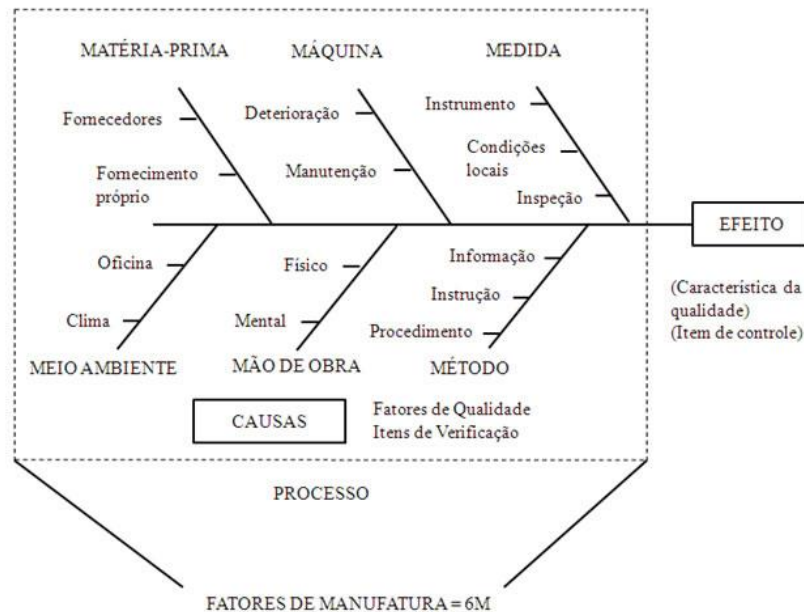
Diversas ferramentas podem ser utilizadas para controlar, medir e garantir a qualidade. Algumas das mais conhecidas, e também utilizadas nesta pesquisa, são: Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Folhas de Verificação, Ciclo PDCA e 5S, que são descritos brevemente na sequência.

O Diagrama de Pareto foi desenvolvido pelo francês Vilfredo Pareto através de um estudo com foco na distribuição de renda em seu país, onde mostrava que cerca de 80% da riqueza nacional estava concentrada nas mãos de 20% da população (CARVALHO; PALADINI, 2012). Da mesma forma, o Diagrama de Pareto é utilizado para mostrar que, em diversas situações, 20% das causas podem representar 80% dos problemas.

De acordo com Machado (2012), uma das funções deste diagrama é ser utilizado para identificar problemas mais relevantes ao processo, para isto é escolhido alguma forma de critério de medição, por exemplo, frequência ou custo. A partir da análise feita por meio do diagrama, consegue-se então definir os elementos críticos que deverão ser tratados como prioridade para a realização outros estudos (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Outra ferramenta da qualidade amplamente disseminada é o Diagrama de Ishikawa também conhecido como Diagrama de Causa e Efeito ou gráfico de espinha de peixe. Desenvolvido por Kauru Ishikawa, em 1943. É um diagrama cuja representação gráfica se faz de forma lógica indicando como algumas causas potenciais ocasionam um efeito ou determinado problema (TOLEDO *et al.*, 2014). Um exemplo de Diagrama de Ishikawa pode ser observado na Figura 1.

**Figura 1** – Exemplo de um Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Campos (2004).

As causas do determinado efeito são agrupadas a partir do conceito dos 6M (materiais, métodos, mão de obra, máquinas, meio ambiente e medidas). Cada uma destas palavras representa uma determinada categoria, as quais ajudam a organizar as demais causas identificadas para o problema, sendo que de acordo com a necessidade, também podem ser utilizados outros conceitos para realizar este agrupamento, não sendo obrigatório o uso somente destas palavras (MACHADO, 2012).

As Folhas de Verificação podem ser definidas como tabelas ou planilhas simples utilizadas para coleta e análise de dados, são formulários planejados, cuja função é economizar tempo, evitando-se escrever números repetitivos (MACHADO, 2012). Esta ferramenta não possui um modelo específico para a realização de sua construção, visto que, os formulários acabam sendo elaborados de acordo com as necessidades do usuário, abrindo assim um enorme campo de aplicabilidade para a ferramenta, que apenas exige atenção na sua utilização, a fim de garantir a segurança e precisão na contagem dos dados coletados (CARVALHO; PALADINI, 2012).

De acordo com Carvalho e Paladini (2012) existe um roteiro para a construção de uma folha de verificação. Na primeira etapa, é selecionado o processo em que a ferramenta será aplicada, em seguida define-se qual das ações, referentes ao processo, serão o foco da análise,

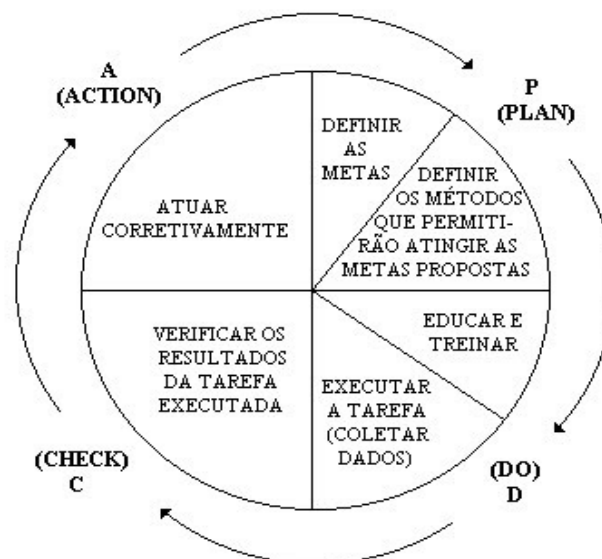
para definir quais serão as variáveis em estudo, em seguida, constrói-se um modelo visual de como será a folha de verificação utilizada no processo, e a última etapa do roteiro está relacionada quanto a interpretação da ferramenta.

O PDCA é uma ferramenta utilizada para direcionar a análise e solução de um determinado problema, percorrendo um ciclo com quatro etapas distintas, mas interligadas. Segundo Campos (2004) estas etapas são:

- Planejamento (*Plan*): consiste em estabelecer metas e maneiras para se alcançar estas metas.
- Execução (*Do*): através de treinamentos baseados no planejamento feito na etapa anterior, deve-se executar as tarefas definidas e realizar a coleta de dados sobre as mesmas.
- Verificação (*Check*): comparar os dados coletados a respeito dos resultados alcançados e a meta estabelecida na etapa de planejamento.
- Atuação corretiva (*Action*): etapa em que se faz uma análise do processo em geral detectando algumas imprecisões e o alinhando com o intuito de que o problema não volte mais a ocorrer.

A Figura 2 resume a metodologia do ciclo PDCA.

**Figura 2 – Ciclo PDCA de Controle de Processos**



Fonte: Campos (2004).

A ideia de implementar o PDCA parte do princípio de se ter uma ferramenta de melhoria contínua, voltada para o gerenciamento da resolução de problemas por meio de ações previamente planejadas com foco nas causas raízes dos problemas (COSTA, 2008).

Por fim, tem-se o 5S, o qual o principal objetivo é promover a qualidade em uma organização. É uma ferramenta que foi criada no Japão, no período pós-guerra e tem a limpeza como um dos seus princípios (HALL, 2011). Basicamente se trata de uma ordem com cinco passos que, ao serem cumpridos, ajudam a manter o local limpo e organizado, e assim, aumentam produtividade e a qualidade (HALL, 2011). Os cinco passos citados são:

- *Seiri* (organização): consiste em separar o que é útil do inútil para ser descartado.
- *Seiton* (arrumação): como o próprio nome define é o conceito de se manter as coisas nos seus devidos lugares, onde podem ser facilmente localizadas.
- *Seiso* (limpeza): significa preservar o local de trabalho, bem como os equipamentos utilizados, sem sujeira, resíduos ou poeira de qualquer tipo, abrangendo também a questão de se gerar menos lixo e dar a destinação correta ao que foi produzido.
- *Seiketsu* (higiene): este conceito está relacionado a saúde do trabalhador, entra neste tópico: sinalizar locais perigosos, reduzir ruídos e cobrar a utilização dos equipamentos de proteção por parte de todos aqueles que precisam.
- *Shitsuke* (disciplina): está relacionado a cobrança em cima para que os itens anteriores sejam executados adequadamente.

A implementação desta ferramenta pode começar a partir de pequenas atitudes que a medida que vão aumentando, se refletem em otimização do tempo e conseqüentemente aumento da eficiência.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

#### 3.1 Método de estudo

Esta é uma pesquisa de natureza aplicada, pois, o objetivo é gerar conhecimento para aplicação prática de soluções a alguns problemas específicos (MENEZES; SILVA, 2005), neste caso, voltados para o setor metal mecânico. Também, classifica-se como um estudo de caso (YIN, 2005), pois, apresenta como características o fato da investigação ocorrer em

ambiente natural e ser realizada através de diversos meios como: observações diretas e indiretas, formulários e documentos (PRODANOV; FREITAS, 2013).

O trabalho iniciou-se através da revisão bibliográfica, realizada para levantar informações a respeito do que já foi estudado na área de aplicação do estudo, em seguida, por meio de folhas de verificação, ocorreu a coleta de dados a respeito de não conformidades detectadas ao longo do processo produtivo. Alguns dados relacionados à produtividade foram obtidos através de consulta ao sistema interno da empresa e também houve a coleta de informações, quanto a problemas existentes na linha de produção, por meio de observação e conversas informais com os trabalhadores.

Depois, tabulou-se os dados e realizou-se uma análise através do Gráfico de Pareto e o Diagrama de Ishikawa onde se verificou as principais não conformidades, oportunidades de reparos e melhorias para ganhos de produtividade.

A partir disso, estabeleceu-se metas a serem cumpridas e quais as oportunidades de ganho de produtividade nos diversos setores da empresa. Em seguida, realizou-se uma pesquisa de novas técnicas e soluções para os problemas encontrados na empresa.

Durante a fase de execução do ciclo PDCA, ocorreu a implementação das melhorias que passaram a ter seus resultados monitorados por meio de indicadores, os quais foram discutidos e analisados, para novamente se iniciar um outro ciclo PDCA com as sugestões de melhorias provenientes do primeiro executado.

O período de pesquisa abrangeu janeiro de 2018 até novembro de 2018. Focou-se, nos setores de solda, tratamento/pintura e almoxarifado da empresa, os quais apresentaram maiores problemas com não conformidades.

### **3.2 Objeto de estudo**

O objeto deste estudo é uma empresa do setor metal mecânico, de pequeno porte, localizada na cidade de Maringá, região noroeste do Paraná, com 35 funcionários. Fundada na década 90, a empresa atende a uma produção média de 700 estruturas metálicas para autoclaves por mês, as quais são comercializadas em todo o Brasil e em alguns países da América do Sul.

Ressalta-se que entre janeiro a março de 2018, período em que a empresa começou a monitorar os dados de qualidade, o número de não conformidades chegou a quase 40%, como

apresentado na Figura 3, ou seja, mais de um terço das peças produzidas, em alguma etapa do processo precisaram ser retrabalhadas antes de serem destinadas a cliente.

**Figura 3** – Gráfico com a relação entre não conformidades e produção.



Fonte: Dados da empresa (2018).

O produto produzido pela empresa são autoclaves, as quais são dispositivos cuja função é esterilizar objetos através dos princípios de calor e pressão adequados. Estes equipamentos são utilizados em hospitais, consultórios odontológicos e salões de beleza. A Figura 4 apresenta um modelo de Autoclave.

**Figura 4** – Autoclave de 21 litros.



Fonte: Catálogo da empresa (2018),

### 3.3 Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados foi realizada na empresa durante o primeiro semestre do ano de 2018, através de formulários preenchidos pelos próprios operários no chão de fábrica, consultas ao banco de dados e por meio de observação no chão de fábrica. Os dados são



referentes a não conformidades, produção mensal e dados financeiros necessários para a realização das análises dos resultados obtidos.

### 3.4 Procedimentos de análise de dados

Os dados coletados nos primeiros três meses do ano referentes às não conformidades, foram classificados em duas categorias: não conformidades internas, relativos aos problemas detectados durante a produção, e não conformidades externas, que são as detectadas pelo cliente ao receber os produtos acabados. Dentro desses dois grupos existe também a categoria de não conformidades que culminaram no descarte do material, para aquelas peças consideradas refugo e sem condições de serem retrabalhadas.

Para auxiliar na análise dos dados foi empregada a ferramenta da qualidade Gráfico de Pareto, visto que, através dela é possível detectar as não conformidades de maior impacto e que exigem maior atenção. Neste caso, utilizou-se para identificar o setor responsável pela maior quantidade de não conformidades internas, Figura 5.

**Figura 5** – Gráfico com relação entre as não conformidades internas e os setores.



Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

A partir deste gráfico, é possível concluir que dentre os sete setores existentes na fábrica o setor de solda é responsável por 40% das não conformidades internas detectadas neste período.

Com relação às não conformidades externas, consideradas pela empresa como sendo as mais graves, por serem detectadas pelo cliente, optou-se por construir um diagrama

relacionando diretamente a elas para identificar as falhas de maior impacto nos valores, assim, tem-se a Figura 6.

**Figura 6** – Gráfico de não conformidades Externas.



Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Através do gráfico nota-se que as não conformidades externas mais frequentes estão relacionadas às imperfeições na rosca interna do nipple (conexão comprada de terceiros para ser soldada na cuba), com aproximadamente 78% das ocorrências.

Com relação aos descartes de peças mortas, ou seja, sem condições de serem utilizadas ou retrabalhadas, geradas pela empresa, tem-se a Tabela 2.

**Tabela 2** – Descartes por tipo de peça

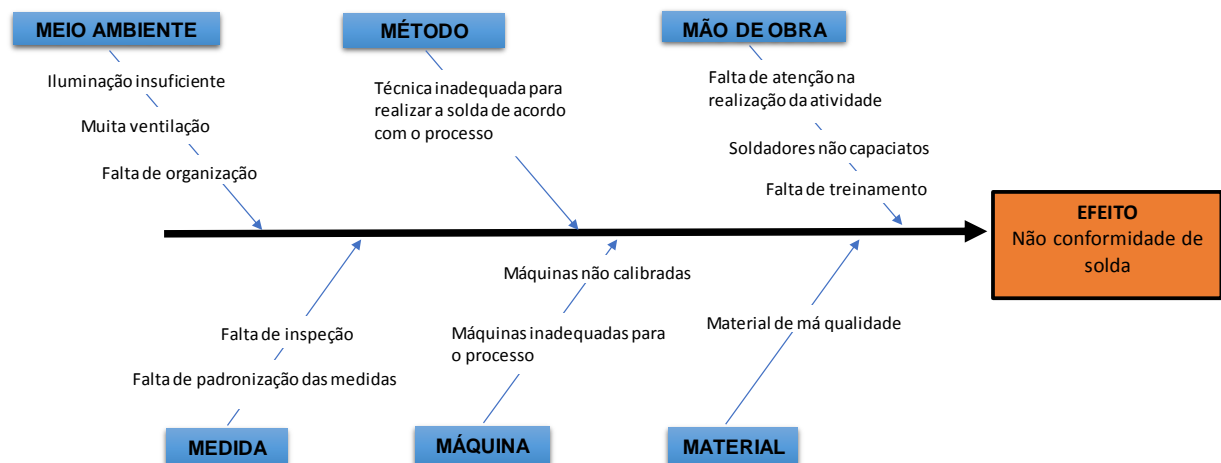
Produto	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Base 21	1	R\$ 283,03	R\$ 283,03
Cuba 12	36	R\$ 215,96	R\$ 7.774,56
Cuba 21	30	R\$ 271,64	R\$ 8.149,20
Tampa 12	27	R\$ 216,28	R\$ 5.839,56
Tampa 21	21	R\$ 272,09	R\$ 5.713,89
<b>Total</b>			<b>R\$ 27.760,24</b>

Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Na Tabela 2 também consta o valor financeiro de cada uma das peças descartadas, totalizando no primeiro trimestre, uma quantia de R\$ 27.760,24 reais, em média R\$ 9.253,41 reais por mês. Este dinheiro é perdido pela empresa, visto que as peças mortas são doadas como sucata para outra companhia e nada é reembolsado.

Um diagrama de Ishikawa foi feito para cada um dos três itens destacados na coleta de dados referente às não conformidades, como forma de auxílio para analisar os problemas encontrados. Com relação às ocorrências referentes ao setor de solda, a qual apresentou a maior quantidade de anomalias internas dentre todos os setores, obteve-se o Diagrama 1.

**Diagrama 1** – Diagrama de Ishikawa para o setor de solda.

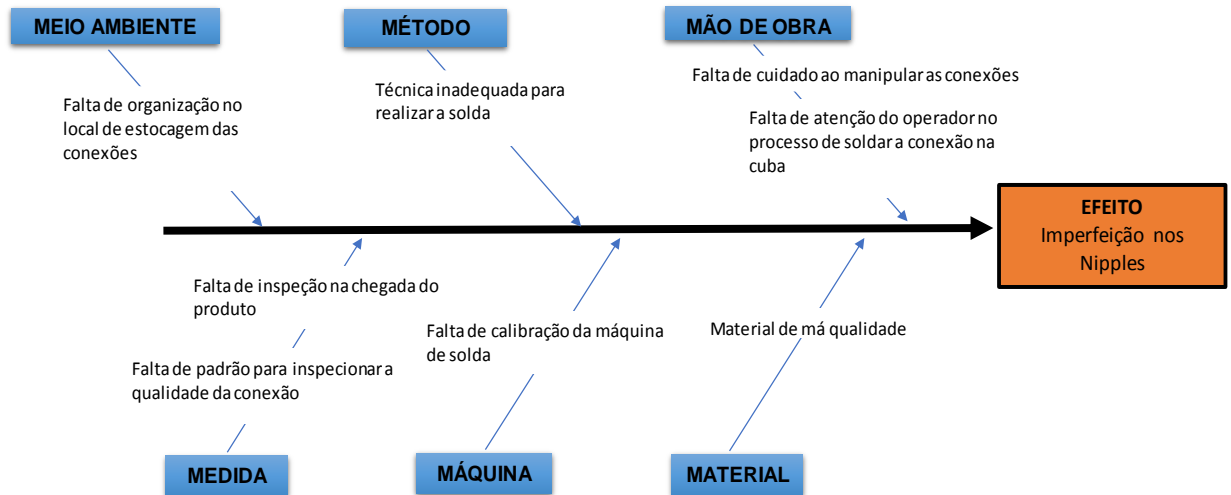


Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Baseado no diagrama, as melhorias começaram a ser planejadas de maneira que todas possíveis causas para as não conformidades fossem tratadas. Algumas delas como “Falta de treinamento” e “Técnica inadequada” foram resolvidas prontamente, com o auxílio do setor de desenvolvimento da empresa, através de treinamentos e acompanhamento dos processos, tirando as dúvidas dos operadores. Para outras causas que necessitavam do serviço de terceiros, como “Calibração das máquinas” e “Material de má qualidade”, começou-se então o processo de pesquisa de mercado e realização de orçamentos, para analisar a melhor alternativa para se resolver estas questões.

O mesmo foi feito para as não conformidades externas, levando em consideração a principal ocorrência, que seria o problema com a rosca das conexões, construiu-se então o Diagrama 2.

**Diagrama 2** – Diagrama de Ishikawa para as não conformidades externas.



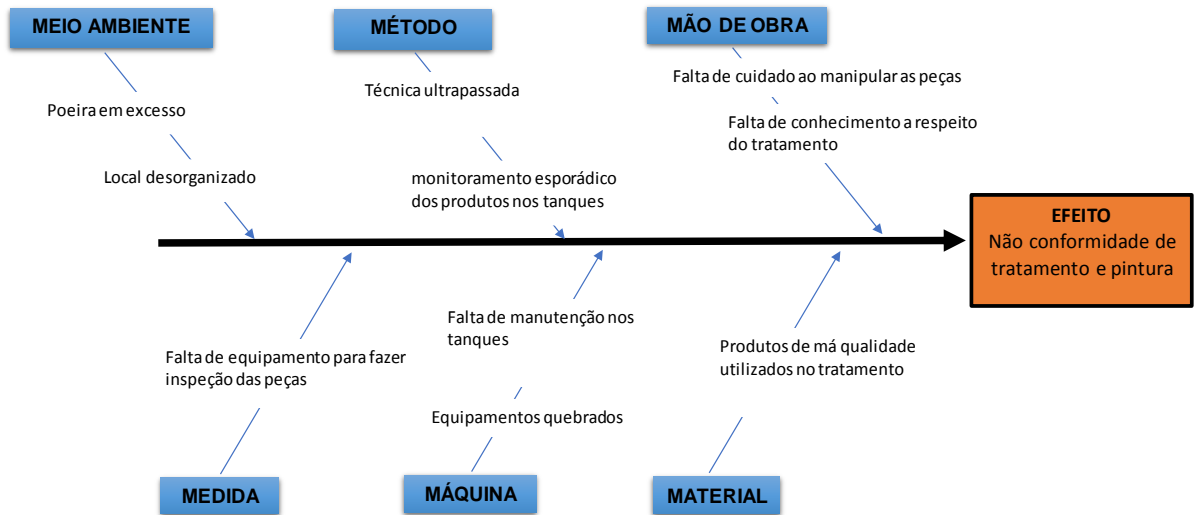
Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Analisando o diagrama, o primeiro ponto discutido foi quanto a não realização de inspeção dos materiais provenientes de fornecedores externos. Ficou então estabelecido que este processo seria implementado imediatamente em cima de qualquer peça que chegasse ao almoxarifado da empresa. Além disso, antes de soldar a conexão na cuba, o operador deveria possuir um corpo de prova e também checar a qualidade da rosca da conexão para ver se estava conforme. Outro aspecto levantado foi quanto a falta de atenção dos operadores no momento da solda, visto que algumas das conexões, que só possuem rosca em uma de suas extremidades, estavam sendo soldadas invertidas, com a parte sem rosca, voltada para cima. Com relação a isto, foi cobrado mais atenção dos funcionários e passou-se a demarcar em uma das extremidades da conexão, o lado que deveria ser soldado para evitar confusões durante a produção.

A pedidos da diretoria da empresa, também se realizou um estudo sobre o setor de tratamento e pintura, pois, a mesma enxergava potencial no setor em termos de aumento da produtividade com a realização de alguns ajustes e melhorias pontuais.

Sendo assim também se elaborou um Diagrama de Ishikawa a respeito das não conformidades geradas pelo setor de tratamento e pintura, e a partir disto, pensou-se em um conjunto de melhorias a serem implementadas no local. As causas levantadas estão apresentadas no Diagrama 3.

**Diagrama 3** – Diagrama de Ishikawa para as não conformidades do setor de tratamento/pintura.



Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

A partir do Diagrama 3, notou-se diversas oportunidades de melhorias a serem implementadas no setor em busca de diminuir as não conformidades e aumentar a produtividade. Também por meio de observação e entrevista informal com alguns operários antigos do setor, descobriu-se problemas até então não detectados, como a demora para aquecer os tanques com os produtos químicos utilizados no tratamento que devem estar em uma temperatura já pré-estabelecida para a realização do processo e problemas com os *trollers*, que são equipamentos utilizados para transportar um carrinho com as peças penduradas, de um tanque para o outro, mas que constantemente apresentavam defeito parando toda a linha de tratamento de superfícies.

Além da coleta de dados por meio das folhas de verificação preenchidas pelos próprios operadores no chão de fábrica, também utilizou-se o critério de observação do local e entrevista informal com os funcionários, para fazer a análise de possíveis melhorias inclusive no setor do almoxarifado, que estava desorganizado, acarretando em demora para encontrar as peças que eram solicitadas, além de também gerar dificuldades na hora de realizar o apontamento do estoque no sistema ERP da empresa, dificultando em manter atualizados os valores reais da quantidade de peças ali estocadas, para com os dados existentes no sistema. Todas estas informações foram relatadas pelo responsável do setor.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Planejamento para implementação das melhorias

Para acompanhar o processo de implementação das melhorias estruturou-se alguns indicadores com o objetivo de estar traduzindo em números o andamento do processo e a partir deles estipular metas a serem cumpridas. Os mesmos são expostos e discutidos na análise de resultados.

As metas definidas em reunião com a diretoria da empresa para os valores de não conformidades apresentadas foi de reduzir as anomalias internas em 20%, enquanto que para as não conformidades externas o objetivo era chegar a nenhuma ocorrência por mês, ou seja, nenhuma peça deveria ir com defeito para a cliente. Já para o setor de tratamento e pintura, estipulou-se que a quantidade de metros quadrados tratados e pintados ao longo do mês deveria, pelo menos, ser aumentada em 25% no setor.

### 4.2 Implementação e monitoramento das melhorias

Para acompanhar o processo de implementação das melhorias que começaram a ser implantadas nos diversos setores ao mesmo tempo, elaborou-se uma ferramenta em formato de tabela, conforme apresentado pela Tabela 3. Nela é possível visualizar qual melhoria está sendo implantada em determinado setor, e de acordo com os preceitos do PDCA, em qual fase de implementação ela se encontra.

**Tabela 3 – PDCA utilizado para gerenciamento das melhorias.**

Setor	P	D	C	A
Solda	Baixar índice de NC (Não conformidades) em 20 %	Qualificação de alguns dos soldadores Calibração das máquinas de solda Treinamento a respeito do processo de solda Melhoria no ambiente de trabalho (iluminação e organização) Manutenção nos dispositivos das máquinas de solda Marca nas conexões Compra dos materiais consumíveis de melhor qualidade	Indicador de NC de solda	Qualificação dos demais soldadores    Elaborar procedimento para o setor de solda
Tratamento e Pintura	Aumentar em 25% a metragem de	Soldar mais carrinhos Rearranjar a ordem dos tanques de tratamento	Monitoramento visual dos tanques	Troca do aquecimento dos tanques por meio de

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 15, nº 3, p. 155 - 182, 2020.

	peças pintadas	5S Atualizar os procedimentos relacionado aos testes de controle da concentração dos tanques Comprar dois filtros prensa para auxiliar no tratamento dos resíduos gerados Realizar manutenção corretiva nos canos do tratamento	Indicador de NC	resistências para aquecimento a gás Contratar um líder para o setor Realizar a troca dos enxágues antigos
	Diminuir índice de NC em 20%	Realizar manutenção no painel de controle Treinamento a respeito da importância do uso de EPI para os operadores Calibrar a temperatura da estufa de pintura		Indicador de metros quadrados pintados
Almoxarifado	Reduzir NC de problemas com a rosca dos Nipples em 20%	5S Inspeção dos produtos provenientes de fornecedores Ficha de entrada e saída para cada produto	Monitorar quantidade de conexões com problema Indicador de NC de cubas com conexões com problemas de rosca	Elaborar procedimento para o almoxarifado

Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Nos meses de abril e maio, período após a implementação das melhorias, destacados por um retângulo verde na Figura 7, continuou-se o monitoramento dos processos para saber se os resultados obtidos estavam de acordo com as metas estabelecidas. Sendo assim, os dados coletados, relacionados às não conformidades externas, podem ser observados na Figura 7.

**Figura 7** – Gráfico de não conformidades externas.



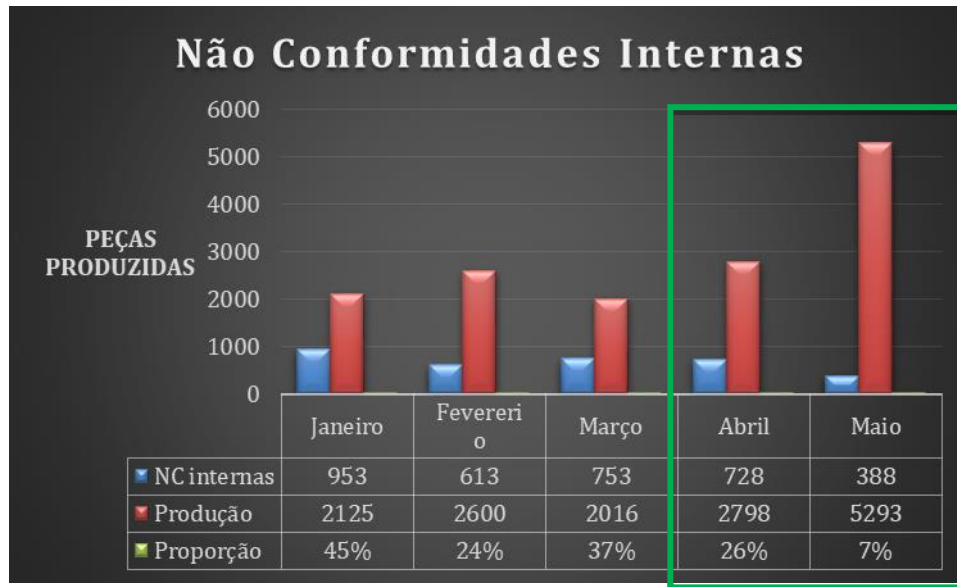
Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Através da marcação em que demonstra os meses após a aplicação das melhorias nota-se uma diminuição nas ocorrências de não conformidades detectadas na cliente, visto que agora com a realização de uma inspeção interna mais rigorosa, poucas são as peças defeituosas que acabam chegando até a cliente. No mês de maio, por exemplo, em que a produção praticamente dobrou, o índice de não conformidades externas ficou em menos de 1%, sendo o mais baixo do ano até então.

Para as não conformidades internas cujo objetivo era reduzir o índice de ocorrência das mesmas em pelo menos 20% tem-se a Figura 8, com destaque para a marcação em verde que enfatiza os meses após a implementação das melhorias.



**Figura 8** – Gráfico de não conformidades internas.



Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Após a realização da implementação das melhorias, o índice que monitora a quantidade de não conformidades internas (peças defeituosas) por peças produzidas caiu para menos de 10% no mês de maio (Figura 8), mesmo tendo ocorrido o aumento da produção programada para este mês, reflexo da evolução obtida na qualidade dos processos em geral após as modificações realizadas.

Analisando o setor de tratamento e pintura, onde diversas melhorias foram implementadas com o intuito de aumentar a produtividade do setor, visto com grande potencial de lucro pela alta gerência da empresa, obteve-se os resultados plotados no gráfico exposto na Figura 9.

**Figura 9** – Gráfico de produtividade do setor de tratamento e pintura.



Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

O principal objetivo com a implementação das melhorias era evitar que a linha de tratamento e pintura ficasse parada para manutenção ou qualquer outra atividade que não agregasse valor, visto que, com uma alta demanda do setor, sua produtividade estaria diretamente relacionada ao tempo em que estivesse produzindo, sendo assim, nota-se um aumento na produção nos meses de abril e maio.

Antes devido a lentidão no processo químico de tratamento dos resíduos produzidos por estes tanques, demorava-se em torno de dois dias para realizar todo o processo de limpeza e troca dos banhos. Após a implementação de dois filtros prensa, que auxiliam no processo de secagem dos resíduos produzidos, dando mais velocidade ao processo, e também, da substituição dos produtos químicos utilizados no tratamento dos resíduos, por novos, que utilizando a mesma técnica de decantação, agem mais rápido, conseguiu-se reduzir o tempo total gasto com o tratamento de efluentes em pelos menos um dia, ou seja, isto representa o ganho de um dia produtivo a mais. Levando em consideração que o processo de renovação e limpeza dos tanques é realizado semanalmente, isto representa um ganho de quatro dias produtivos a mais ao longo do mês.

Quanto a outra meta estipulada para o setor, de baixar o número de não conformidades, também obteve-se resultados positivos, observou-se uma sensível melhora nos índices de ocorrência das mesmas devido principalmente ao melhor ajuste e monitoramento do processo de tratamento de superfícies metálicas. Com a realização do acompanhamento diário em relação as concentrações dos produtos químicos em cada um dos tanques do tratamento, a qualidade da camada proveniente do tratamento nas peças antes de

serem pintadas, melhorou visivelmente e conseqüentemente assim evitou-se com que os produtos acabados (após receberem a camada de tinta) apresentassem alguns problemas em sua superfície pintada, causados em sua maioria pela má qualidade do tratamento químico sobre peças. Os dados estão expostos na Figura 10.

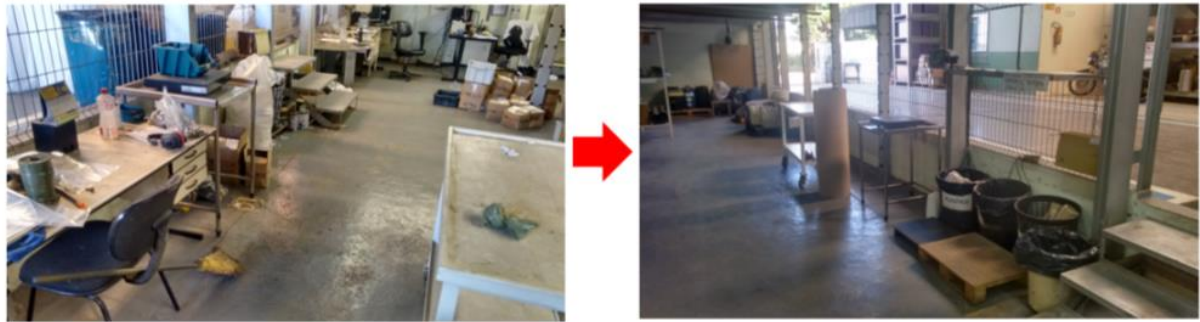
**Figura 10** – Gráfico de não conformidades do setor de tratamento e pintura.



Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

No setor de almoxarifado, onde foi proposto a implementação de um programa de 5S, com o objetivo principal de melhorar a organização do local, que até então estava bagunçado ao ponto de prejudicar o atendimento aos funcionários pela dificuldade de se encontrar os materiais, além de complicar a correta gestão dos estoques, visto que não se sabia a quantidade exata de peças no local, o resultado obtido pode ser observado visualmente nas Figuras 11, 12 e 13.

**Figura 11** – Foto do almoxarifado da empresa antes e depois do 5S ser implementado.



Fonte: Arquivos da empresa (2018).

**Figura 12** –Foto do almoxarifado da empresa antes e depois do 5S ser implementado.



Fonte: Arquivos da empresa (2018).

**Figura 13** – Foto do almoxarifado da empresa antes e depois do 5S ser implementado.



Fonte: Arquivos da empresa (2018).

A sensível melhora no ambiente proporcionou diversas consequências positivas, uma delas foi a diminuição nas reclamações dos demais funcionários que ao ir até o almoxarifado buscar alguma ferramenta ou peça, até então tinham que enfrentar fila pela demora, após o 5S implementado este problema foi praticamente foi eliminado.

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 15, nº 3, p. 155 - 182, 2020.

Continuando a análise dos resultados, com o intuito de se obter uma melhor representatividade dos mesmos, foi realizado um estudo a respeito dos tempos perdidos em cada setor para retrabalhar as peças que possuem não conformidades.

No setor de solda, toda peça produzida passa por uma inspeção, realizada através de um teste pneumático, que consiste em mergulhar a peça em um tanque com água, para observar se existe algum vazamento nos cordões de solda. Todo produto detectado com vazamento precisa ser retrabalhado e passar novamente por este teste antes de dar sequência na linha produtiva. O tempo gasto por peça para realizar o teste é de aproximadamente cinco minutos.

Com relação ao setor de acabamento, o último processo do setor é o polimento final, realizado para dar brilho as peças, na sequência, a peça é encaminhada para o lavatório, onde é lavada com detergente neutro e posteriormente é levada para o setor de inspeção final e expedição. Toda peça que retorna da inspeção final para o setor de acabamento devido à falta de brilho ou qualquer outra não conformidade proveniente do setor, precisa então ser retrabalhada com uma lixadeira manual, processo que demora de três a cinco minutos, dependendo da não conformidade. Em seguida a peça é encaminhada novamente para a máquina de polimento final e posteriormente ao lavatório. O tempo médio de realização do processo de polimento é doze minutos e o de lavar a peça, cinco minutos.

A respeito do setor de tratamento e pintura, as peças que necessitam serem pintadas novamente devido a alguma não conformidade na camada de tinta precisa ser lixadas antes de retornar a linha de pintura. Este processo varia de acordo com o tamanho da área não conforme que será necessário ser lixada. Entretanto, de acordo com os responsáveis pela realização desta atividade, o tempo gasto em média é de cinco minutos por peça, sendo que, após repintada duas vezes, se continuar apresentando defeito na camada de tinta, ela precisará ser encaminhada para o processo de decapagem, realizada por uma empresa terceirizada que presta o serviço na cidade de Londrina. Em posse destes dados, formulou-se a Tabela 4.

**Tabela 4** – Tempo gasto com retrabalho.

Setor	Tempo gasto com retrabalho por peça
Solda	5 minutos
Acabamento	21 minutos
Tratamento e pintura	5 minutos

Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Salienta-se que os tempos levados em consideração nesta análise são referentes apenas aos processos descritos anteriormente, que são algumas atividades chave realizadas no processo de retrabalho de uma peça. Entretanto não foi levado em consideração, por exemplo, o tempo gasto para se retrabalhar uma peça, realizando um cordão de solda sobre ela novamente, ou o tempo necessário para se pintar uma peça novamente após ter sido lixada no setor de pintura, nem o custo do material que foi utilizado no processo de retrabalho, sendo assim, enfatiza-se que os resultados obtidos, se fosse levado em consideração todos estes gastos necessários para se retrabalhar uma peça, os resultados finais obtidos seriam ainda mais expressivos. Esta análise financeira mais completa fica para ser realizada em trabalhos futuros.

Utilizando as informações descritas na Tabela 4, construiu-se a Tabela 5 com os dados referentes a antes e depois da implementação das melhorias, levando em consideração as horas desperdiçadas com o retrabalho das não conformidades internas, bem como o custo médio de R\$ 12,00 à hora da mão-de-obra dos funcionários responsáveis por fazer estes retrabalhos (dados fornecidos pela empresa, já levando em consideração todos os encargos trabalhistas).

**Tabela 5 – Relação do custo da mão-de-obra gasta com os retrabalhos.**

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio
Total de horas gastas com retrabalho	130,70 h	110,88 h	106,62 h	101,80 h	58,38 h
Custo por hora da mão-de-obra	R\$ 12,00	R\$ 12,00	R\$ 12,00	R\$ 12,00	R\$ 12,00
Custo total	R\$ 1.568,40	R\$ 1.330,60	R\$ 1.279,40	R\$ 1.221,60	R\$ 700,60

Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Com relação aos descartes também ocorreu uma diminuição no número de ocorrências após o período de implementação das melhorias, conforme descrito na Figura 14.

**Figura 14** – Gráfico com a quantidade de peças descartadas por mês.



Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Resultando assim na diminuição do desperdício de dinheiro com peças mortas, como descrito na Tabela 6.

**Tabela 6** – Descartes por tipo de peça após implementação das melhorias (abril e maio)

Produto	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
Base 21	4	R\$ 283,03	R\$ 1.132,12
Cuba 12	6	R\$ 215,96	R\$ 1.295,76
Cuba 21	10	R\$ 271,64	R\$ 2.716,40
Tampa 12	10	R\$ 216,28	R\$ 2.162,80
<b>Total</b>			<b>R\$ 7.307,08</b>

Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Levando em consideração que estes números apresentados na Tabela 6 equivalem a coleta de dados referentes a abril e maio, em cada mês se perdeu R\$ 3.753,54 reais, com peças descartadas.

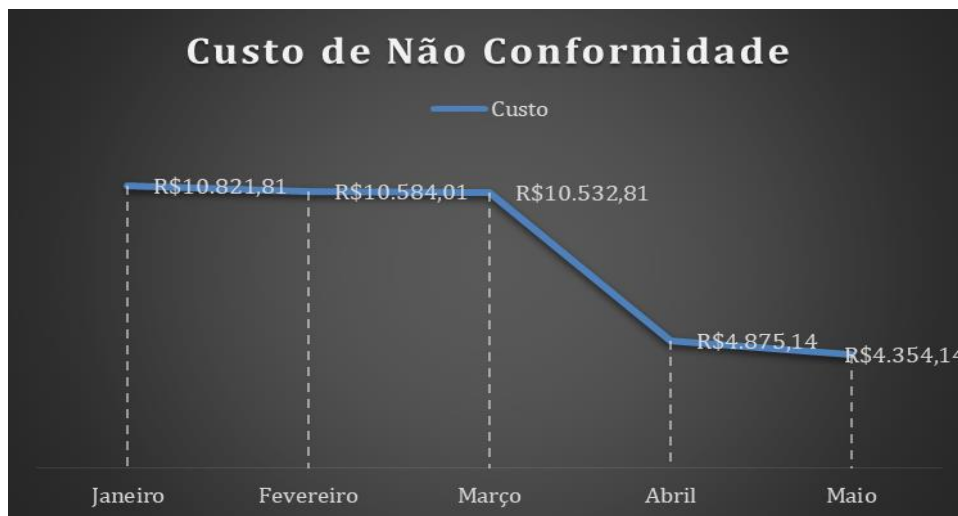
Para finalizar o primeiro ciclo do PDCA, todas as melhorias implementadas foram devidamente documentadas através de procedimentos internos, para que assim permanecessem inseridas na empresa independente dos funcionários presentes no momento.

Foi desenvolvida uma planilha de controle para monitorar e manter em dia a calibração dos equipamentos da fábrica, também foram escritos e atualizados procedimentos para os setores que até então não possuíam ou já estavam ultrapassados, como o almoxarifado, indicando como devem ser realizadas as inspeções das matérias-primas

provenientes de todos fornecedores, bem como deve ser realizada a gestão de estoque e instruções de aplicação do 5S para manter-se a organização no local. Também se atualizou o procedimento interno do setor de tratamento e pintura, levando em consideração todas as mudanças de produtos que ocorreram, em seguida, realizou-se treinamento com os funcionários do setor para que aprendessem a fazer o correto monitoramento dos produtos químicos nos tanques utilizados no tratamento de superfícies.

O resultado final do primeiro ciclo do PDCA pode ser observado na Figura 15, nota-se uma redução de aproximadamente 55% no custo com não conformidades internas, o que no começo do ano estava chegando a R\$ 11.000,00 por mês, reduziu-se para R\$ 4.354,14 no período pós implementação das melhorias, gerando uma economia de aproximadamente R\$ 6.000,00 por mês.

**Figura 15** – Gráfico com o custo das não conformidades



Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Perante os resultados positivos com a utilização das ferramentas da qualidade para a diminuição das não conformidades internas, foi autorizado pela alta gerência da empresa o início de uma segunda rodada do PDCA, para que mais melhorias fossem implementadas, desta vez focando apenas no setor de tratamento e pintura, pois, os demais setores tiveram suas atividades paralisadas no mês seguinte, devido a negociações de um novo contrato comercial com a principal cliente.

Para este novo ciclo PDCA a meta estabelecida foi aumentar a produção do setor de tratamento e pintura em pelo menos 20% e algumas sugestões de melhorias foram elaboradas

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 15, nº 3, p. 155 - 182, 2020.



para serem analisadas, planejadas e, se consideradas viáveis, implementadas, conforme apresentado na Tabela 7.

**Tabela 7** – 2º ciclo de PDCA utilizado para gerenciamento da aplicação de melhorias.

Setor	P	D	C	A
Tratamento e Pintura	Aumentar em 20% a metragem de peças pintadas	<p>Implementar todas as melhorias sugeridas na fase de ação do primeiro ciclo PDCA</p> <p>Automatizar a linha de tratamento de efluentes</p> <p>Criar um segundo turno de trabalho</p> <p>Trocar o método de aquecimento dos tanques através de resistências, para aquecimento a gás</p> <p>Fazer uma segunda linha de pintura menor, para cores com pouca demanda</p>		

Fonte: Dados do estudo de caso (2018).

Desta forma, tem-se que a continuidade do ciclo PDCA dentro da empresa do estudo de caso.

A partir do estudo de caso, observou-se que o objetivo prático de aplicação do Ciclo PDCA trouxe redução de desperdício, redução do número de não conformidades e melhora na capacidade produtiva de diversos setores. Entretanto, o uso desta ferramenta para obter ganhos produtivos não é novidade. Sendo a grande discussão em torno de como manter estes tipos de implantações de melhores práticas sustentáveis, ou seja, que perpetuem e continuem trazendo bons resultados para a empresa.

Assim, convém destacar elementos que contribuíram para que o Ciclo PDCA fosse requerido a ser utilizado novamente pela alta direção neste estudo de caso.

O primeiro elemento a ser apontado é a obtenção de bons resultados financeiros, visto que o lucro é o fator que mais instiga a alta direção a apoiar projetos e permite uma melhor saúde financeira para a empresa. Entretanto, recomenda-se a documentação e medição adequada dos ganhos, para que estes possam ser comprovados ao final da implantação das melhorias.

O segundo elemento é a melhora de processos, a qual traz a possibilidade de ganhos financeiros e da melhora do trabalho dos operadores, contribuindo para melhores facilitações no trabalho, diminuição da possibilidade de erros durante os processos e melhoria na qualidade de vida no trabalho, por causar menos estresse.

A documentação de todo o procedimento pode ser elencada como um terceiro elemento que contribui para a implementação de futuras melhorias, visto que a padronização permite que não se percam informações sobre o que foi realizado, possibilitando consultas futuras, bem como as maneiras de se realizar novamente o procedimento.

Ter um gestor que conheça o processo, os problemas da empresa e tenha conhecimento teórico sobre a aplicação do Ciclo PDCA e de ferramentas de qualidade coerentes com as necessidades de obtenção de dados, é o quarto elemento a ser elencado. Observa-se que é necessário ter um líder, ou um grupo responsável somente pelo levantamento e organização de informações referentes às melhorias a serem implantadas. Dessa forma, este profissional pode focar toda sua energia em promover uma Gestão da Qualidade para toda a empresa.

## 5. CONCLUSÕES

Com o intuito de reduzir o número de não conformidades presentes em uma linha produtiva e aumentar a produtividade em setores específicos, utilizou-se o ciclo PDCA como forma de gerenciamento para que a aplicação de diversas melhorias acontecesse de maneira organizada ao longo de variados processos. O resultado percebido foi a redução do índice de não conformidades internas e externas e consequentemente a redução nos custos com as mesmas, o que trouxe benefícios como o aumento da satisfação da empresa cliente com a melhora na qualidade dos produtos entregues.

Com a implementação do programa 5S no setor do almoxarifado, logo notou-se a melhora da organização do local, o que trouxe benefícios como maior velocidade no atendimento as requisições internas de materiais, bem como também facilitou para que a gestão de estoque ocorresse de maneira correta e organizada.

No setor de tratamento e pintura, onde melhorias foram realizadas com o intuito de aumentar a produtividade do setor, o resultado foi um aumento de 30% na quantidade final de metros quadrados pintados no mês, após o primeiro ciclo do PDCA ser finalizado. Perante a

GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 15, nº 3, p. 155 - 182, 2020.

satisfação da alta gerência da empresa com os resultados obtidos, foi autorizado que o planejamento de um novo ciclo PDCA acontecesse no setor e novas melhorias foram propostas.

A utilização da ferramenta PDCA proporcionou padronização e melhoria dos processos em geral resultando no aumento da produtividade, organização e gerando diversos benefícios paralelos a toda a companhia. Sendo assim fica a possibilidade de novos ciclos PDCA serem implementados na empresa, principalmente nos setores ao qual não foram o foco deste trabalho, sempre monitorando os resultados obtidos e documentando todas as alterações realizadas pra que uma cultura de melhoria contínua e gestão da qualidade permaneçam inseridas no dia a dia da empresa.

Por fim, com a implementação das ações de melhorias utilizando a metodologia PDCA, o resultado final obtido foi uma redução de 55% do custo com não conformidades internas. Outro importante resultado obtido foi o aumento da produtividade por parte do setor de tratamento e pintura, mais de 1000 m<sup>2</sup> de peças pintadas por mês a mais se comparado com o período anterior as melhorias. Estes são os ganhos que uma gestão da qualidade aplicada de maneira organizada e eficiente, principalmente através da utilização de suas ferramentas, trouxe para empresa.

Teoricamente, observa-se que este estudo de caso traz uma pequena contribuição no que podem ser pistas para se garantir que o Ciclo PDCA possa se perpetuar como um procedimento na empresa. Foram elencados pelos pesquisadores: obter resultado financeiro, obter melhoria de processos, prover documentação de toda a implementação e ter um gestor responsável pela implementação. Ressalta-se que estes elementos não podem ser generalizados, mas contribuem com indícios para análise em futuras pesquisas.

## Referências

ABNT. NBR ISO 9000: **Sistemas de gestão da qualidade** - Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro, 2015.

CAMPOS, V. F. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade** – Conceitos e Técnicas. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E.P. (Org.) **Gestão da Qualidade**: Teoria e Casos. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.

COSTA, E.L. J. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba: Ibplex, 2008.

HALL, P. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

LONGO, M. T.; MORAES, K. K.; BARBOSA, P. P.; SANTOS, V. C.; RODRIGUES, G. J.. Aplicação do Ciclo PDCA e de Ferramentas da Qualidade em uma Empresa Produtora e Empacotadora de Alimentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 36., 2016, João Pessoa. **Anais...**Rio de Janeiro, ENEGEP, 2016.

MACHADO, S. S. **Gestão da qualidade**. Inhumas: IFG; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MENEZES, E.; SILVA, E. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.

PRODANOV, C.; FREITAS, E. **Metodologia do Trabalho Científico**: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: FEEVALE, 2013.

TOLEDO, J. C.; BORRÁS, M. À. A.; MERGULHÃO, R. C.; MENDES, G. H. S. **Qualidade**: gestão e métodos. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento e métodos. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.