



ConBRepro

XI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



01 a 03
de dezembro 2021

Aplicação ciclo PDCA para redução de defeitos

Renan Wesley Moro

Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara (UNIARA)

Resumo: O presente trabalho tem como tema, a aplicação do ciclo PDCA para redução de defeitos em peças produzidas em uma empresa de usinagem. O método adotado na formulação deste trabalho, encontra-se em concordância com a proposta de estudo, a qual encontra-se adequada por meio dos objetivos a serem alcançados. O desenvolvimento da ciência tem como base o alcance de resultados que permite validar hipóteses sobre determinado acontecimento ou fato, presente em nossas vidas, ou não. Assim, o objetivo geral desta pesquisa busca apresentar a aplicação do ciclo PDCA para redução de defeitos em peças produzidas em uma empresa de usinagem. Os objetivos específicos buscam apresentar o que é a gestão de qualidade, bem como destacar o que é o ciclo PDCA, além de apresentar as principais ferramentas de avaliação para melhorias em uma linha de produção, finalizando os objetivos, buscou-se realizar um estudo em uma microempresa que atua na usinagem de peças para a indústria em geral. Concluiu-se por meio do estudo realizado o quão importante é a aplicação do ciclo PDCA no cotidiano das atividades produtivas desempenhadas por uma empresa de usinagem.

Palavras-chave: Qualidade; Produção; Ciclo PDCA.

PDCA cycle application for defect reduction

Abstract: The present work has as its theme, the application of the PDCA cycle to reduce defects in parts produced in a machining company. The method adopted in the formulation of this work is in accordance with the study proposal, which is adequate through the objectives to be achieved. The development of science is based on the achievement of results that allow us to validate hypotheses about a certain event or fact, present in our lives or not. Thus, the general objective of this research seeks to present the application of the PDCA cycle to reduce defects in parts produced in a machining company. The specific objectives seek to present what quality management is, as well as highlight what the PDCA cycle is, in addition to presenting the main assessment tools for improvements in a production line, finalizing the objectives, we sought to carry out a study in a micro company that operates in the machining of parts for industry in general. It was concluded through the study carried out how important is the application of the PDCA cycle in the daily production activities performed by a machining company.

Keywords: Article, CONBREPRO, Formatting

1. INTRODUÇÃO

O entendimento mais usual é que a qualidade depende da percepção de valor do cliente e seu grau de satisfação em relação ao produto ou serviço. Segundo Maranhão (2006), “com a qualidade, é possível manter os clientes já existentes e conquistará outros, assim

operando com os menores riscos e maior volume de negócios”. Portanto, o sucesso da empresa estaria diretamente condicionado à qualidade do produto ou serviço que oferece ao mercado, e, conseqüentemente, à satisfação do consumidor. Dessa forma, a busca pelo melhoramento dos processos tem como um dos principais objetivos o de promover a cultura da qualidade na Gestão de Produção (CARPINETTI, 2012).

A Gestão da Qualidade, portanto, trabalha junto à produção, de forma a manter o foco no cumprimento de especificações, no design atrativo e na agilidade para atender aos prazos, ao mesmo tempo em que busca operar com baixíssimas taxas de defeitos. Neste sentido, o uso de tecnologia em todas as fases de produção contribui bastante para a melhoria do processo como um todo, aumentando a produtividade (MORAIS; GODOY, 2006).

Morais e Godoy (2006) defendem que a qualidade é um fator positivo em todos os aspectos da empresa e contribuem para aumentar sua competitividade perante a concorrência. Nesta linha, diversas ferramentas de certificação têm sido desenvolvidas com o intuito de padronizar e certificar as empresas, que investem nesse fator.

Cerqueira e Neto (1991) complementam, que a implementação de programas de qualidade pelas empresas garante não só a satisfação dos clientes, como a redução dos custos dos processos e minimização das perdas, otimizando a utilização dos recursos disponíveis em função da melhoria na produtividade. E é preciso entender que esta prática não se restringe à produção, mas deve ser entendida como um valor dentro das organizações.

Quando se iniciou o estudo da gestão da qualidade, a partir dos anos 90, e mais fortemente a partir dos anos 2000, havia céticos, mesmo dentro das empresas, que duvidavam da aplicabilidade de metodologias e ferramentas de chão de fábrica em outros processos ou serviços, ou seja, mais burocráticos ou tipicamente de escritório. Hoje, sabe-se que não só é possível, mas também desejável (MORAIS; GODOY, 2006).

O foco está cada vez mais em evitar desperdícios e retrabalhos e ter processos mais enxutos, ou seja, fazer mais com menos. Inspiração essa, que vem do conceito de *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta, em tradução livre) e mais tarde de *Lean Six Sigma* (LSS). Esta vem a ser uma estratégia aperfeiçoada, com uso de diversas ferramentas para análise quantitativa e qualitativa de processos de forma a reduzir custos, evitar desperdícios e retrabalhos, melhorar performance e conseqüentemente, alavancar lucros e assegurar a competitividade das empresas (GODOY, 2006).

Segundo Webb (2006), a melhoria do processo, usando a metodologia LSS, tem duas coisas em comum: presta atenção à forma de trabalho das pessoas e aos resultados que elas produzem; e utiliza enfoques sistemáticos para melhorar a forma de trabalho das pessoas e os resultados que elas produzem.

No entanto, mais importante ou mais desafiador do que implementar uma melhoria, é sustentá-la ao longo do tempo. Neste contexto é que surge o conceito de melhoria contínua. E quando trata-se desse tema, não pode-se deixar de citar Caffin et al. (1997), apud Mesquita e Alliprandini (2003), que entendem, que há cinco níveis a serem desenvolvidos no decorrer do tempo desde a implementação da melhoria: 1) melhoria contínua natural; 2) melhoria contínua formal; 3) melhoria contínua dirigida para a meta; 4) melhoria contínua autônoma; e 5) capacidade estratégica em melhoria contínua. Serão detalhados cada um desses níveis mais adiante.

E para que seja possível a implementação e manutenção das melhorias, é essencial, que não só a empresa tenha uma cultura sólida voltada para mudanças, como também consiga identificar as competências do seu efetivo e de que forma elas contribuem para consolidar, ou não, a vantagem competitiva que busca. Segundo Barton (1995), estas competências podem ser divididas em três categorias: competências essenciais; competências habilitadoras; e competências suplementares. É importante ressaltar, que competências podem (e devem) ser desenvolvidas e precisam estar alinhadas com os objetivos individuais e coletivos em qualquer organização.

Desta maneira, o presente trabalho buscará responder em que medida o ciclo PDCA pode ser aplicado para redução de defeitos em linhas de produção?

Assim, o objetivo geral desta pesquisa buscará apresentar a aplicação do ciclo PDCA para redução de defeitos em linhas de produção. Os objetivos específicos buscarão apresentar o que é a engenharia de produção, além de conceituar o que é gestão de qualidade, bem como destacar o que é o ciclo PDCA, além de apresentar as principais ferramentas de avaliação para melhorias em uma linha de produção, por fim, irá se realizar um estudo em uma microempresa que atua na usinagem de peças para a indústria em geral.

Esta pesquisa é justificada mediante sua possível contribuição para o meio acadêmico, onde a partir de sua contextualização será capaz de enriquecer e agregar junto a temática abordada. Além disso, esta pesquisa pode ser vista como fonte de contribuição para o conhecimento em seu meio social a partir de um material coeso e estruturado, possibilitando também o entendimento do tema por leitores que não sejam especialistas sobre a temática.

O método que foi utilizado na elaboração do presente trabalho, consiste na pesquisa e análise dos principais assuntos sobre a temática abordada e da prática de suas atividades, existentes na bibliografia já publicada. Por meio do método de pesquisa, foram incluídas temáticas que apresentem o tema em questão como um meio de fornecer subsídios, incentivando os leitores a buscar um novo desenvolvimento quanto ao tema. Para o estudo, foi utilizado os critérios de citações, pesquisas relacionadas ao tema, artigos que apresentam o tema em questão, artigos que não apresentam o tema, teses, dissertações além de textos, artigos e citações traduzidas. Foi realizada uma leitura seletiva do material selecionado, tendo a finalidade de verificar se o material contribui para o alcance dos objetivos propostos. Também foi realizado o registro das fontes utilizadas na fundamentação desta pesquisa, especificando o nome e ano de publicação. Por fim, utilizou-se uma leitura analítica, a fim de ordenar todo o material construído para obter a resposta do problema aqui levantado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A engenharia de produção é uma combinação de tecnologia de fabricação, ciências da engenharia e ciências da administração. Um engenheiro de produção normalmente possui amplo conhecimento de práticas de engenharia e está ciente dos desafios de gerenciamento relacionados à produção. O objetivo é realizar o processo de produção da maneira mais suave, criteriosa e econômica (GODOY, 2006).

A engenharia de produção engloba a aplicação de fundidos, processamento de usinagem, processos de união, corte de metal e projeto de ferramentas, metrologia, máquinas-ferramenta, sistemas de usinagem, automação, gabaritos e acessórios, design de matrizes e moldes, ciência de materiais, design de peças automotivas e projeto de máquinas e fabricação. A engenharia de produção também se sobrepõe substancialmente à engenharia de manufatura e engenharia industrial. Os nomes são frequentemente intercambiáveis (MORAIS; GODOY, 2006).

Na indústria, uma vez que o projeto é realizado, conceitos de engenharia de produção em relação a estudo de trabalho, ergonomia, pesquisa de operação, gerenciamento de manufatura, gerenciamento de materiais, planejamento de produção etc., desempenham papéis importantes em processos de produção eficientes. Estes lidam com um design integrado e planejamento eficiente de todo o sistema de manufatura, que está se tornando cada vez mais complexo com o surgimento de sofisticados métodos de produção e sistemas de controle (GODOY, 2006).

2.2 CONTROLE DE QUALIDADE, CONCEITO E HISTÓRIA

O controle de qualidade é um processo pelo qual as entidades revisam a qualidade de todos os fatores envolvidos na produção. A ISO 9000 define controle de qualidade como "Uma parte do gerenciamento da qualidade focada no cumprimento dos requisitos de qualidade". Essa abordagem enfatiza três aspectos (consagrados em normas como a ISO 9001) (MORAIS; GODOY, 2006):

- Elementos como controles, gerenciamento de tarefas, processos definidos e bem gerenciados, critérios de desempenho e integridade e identificação de registros;

- Competência, como conhecimento, habilidades, experiência e qualificações;
- Elementos suaves, como pessoal, integridade, confiança, cultura organizacional, motivação, espírito de equipe e relacionamentos de qualidade.

A inspeção é um componente importante do controle de qualidade, onde o produto físico é examinado visualmente (ou os resultados finais de um serviço são analisados). Os inspetores de produtos receberão listas e descrições de defeitos inaceitáveis do produto, como rachaduras ou manchas na superfície, por exemplo. A qualidade dos resultados está em risco se algum desses três aspectos for deficiente de alguma forma (GODOY, 2006).

As primeiras ferramentas de pedra, como bigornas, não tinham furos e não eram projetadas como peças intercambiáveis. A produção em massa estabeleceu processos para a criação de peças e sistemas com dimensões e design idênticos, mas esses processos não são uniformes e, portanto, alguns clientes ficaram insatisfeitos com o resultado. O controle de qualidade separa o ato de testar produtos para descobrir defeitos da decisão de permitir ou negar a liberação do produto, que pode ser determinada por restrições fiscais. Para trabalhos contratuais, principalmente trabalhos concedidos por agências governamentais, as questões de controle de qualidade estão entre as principais razões para a não renovação de um contrato (CARPINETTI, 2012).

A forma mais simples de controle de qualidade era um esboço do item desejado. Se o esboço não corresponder ao item, ele será rejeitado, em um procedimento simples de ir / não ir. No entanto, os fabricantes logo descobriram que era difícil e caro fazer com que as peças fossem exatamente iguais à sua representação; portanto, por volta de 1840, foram introduzidos limites de tolerância, em que um projeto funcionaria se suas partes fossem medidas dentro dos limites. Assim, a qualidade foi definida com precisão usando dispositivos como medidores de plugue e medidores de anel. No entanto, isso não resolveu o problema de itens com defeito; reciclagem ou eliminação de resíduos aumenta o custo de produção, assim como tentar reduzir a taxa de defeitos. Vários métodos foram propostos para priorizar as questões de controle de qualidade e determinar se elas devem ser deixadas sem tratamento ou usar técnicas de garantia de qualidade para melhorar e estabilizar a produção (MORAIS; GODOY, 2006).

O teste de qualidade envolve cada etapa do processo de fabricação. Os funcionários geralmente começam com o teste de matérias-primas, retiram amostras ao longo da linha de fabricação e testam o produto acabado. O teste nas várias etapas da fabricação ajuda a identificar onde um problema de produção está ocorrendo e as etapas corretivas necessárias para evitá-lo no futuro (STURARI, 2010).

Existem vários métodos para medir o desempenho do controle de qualidade. Um gráfico de controle de qualidade é um gráfico que mostra se os produtos ou processos amostrados estão atendendo às especificações pretendidas - e, se não, o grau pelo qual eles variam dessas especificações. Quando cada gráfico analisa um atributo específico do produto, ele é chamado de gráfico uni variado. Quando um gráfico mede variações em vários atributos do produto, é chamado de gráfico multivariado (GODOY, 2006).

Os produtos selecionados aleatoriamente são testados para o atributo ou atributos fornecidos pelo gráfico. Uma forma comum de gráfico de controle de qualidade é o Gráfico de Barras X, onde o eixo y no gráfico rastreia o grau em que a variação do atributo testado é aceitável. O eixo x rastreia as amostras testadas. A análise do padrão de variação descrito por um gráfico de controle de qualidade pode ajudar a determinar se os defeitos estão ocorrendo aleatoriamente ou sistematicamente (STURARI, 2010).

O Método Taguchi de controle de qualidade é outra abordagem que enfatiza os papéis de pesquisa e desenvolvimento, design de produto e desenvolvimento de produto na redução da ocorrência de defeitos e falhas nos produtos. O Método Taguchi considera o design mais importante que o processo de fabricação no controle de qualidade e tenta eliminar variações na produção antes que elas ocorram (CARPINETTI, 2012).

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

Em geral, e especialmente em organizações de médio e grande porte, há uma área responsável por incentivar e suportar as iniciativas de melhorias, que é a área de Gestão

da Qualidade ou nome equivalente. É formada por uma equipe de profissionais especializados e, em sua maioria, certificados em uma ou mais metodologias, aptos a treinar funcionários de outras áreas e/ou auxiliá-los na condução de projetos de melhorias. Contribuem ainda no acompanhamento após implementação como forma de garantir, que os ganhos previstos se materializem e se mantenham, emitindo relatórios de desempenho periódicos para a alta gestão (MORAIS; GODOY, 2006).

É importante destacar, que a melhoria de processos tem sido cada vez mais requerida e recorrente nas organizações que se preocupam com a qualidade dos seus serviços ou dos seus produtos, o que pode ser entendido como a busca por aprimorar o uso dos recursos e das formas de trabalho em função dos melhores e mais efetivos resultados (GODOY, 2006).

2.1.1. Breve histórico

Pode-se dizer, que desde as primeiras transações comerciais já havia uma preocupação com a qualidade dos produtos. No entanto, sua validação era feita de forma visual e subjetiva, pois não havia métodos ou ferramentas para medi-la, dependendo mais da percepção e do valor que cada indivíduo reconhecia no produto ou serviço adquirido. Assim, ao longo do tempo, vem se construindo formas cada vez mais acuradas para se medir a qualidade de um serviço ou produto (CAMPOS, 2004).

Por volta dos anos 20, com o surgimento das produções em larga escala, surgiu a era das inspeções e controle estatístico a partir de amostragens. W.A Shewhart, estatístico norte-americano, preocupado com a grande variabilidade na produção de bens e serviços, elaborou um sistema batizado de Controle Estatístico de Processo (CEP) e o ciclo PDCA (*Plan – Do – Check – Act*) (OLIVEIRA, 2001).

Nas décadas seguintes, os procedimentos de verificação foram aperfeiçoados e começou-se a falar em qualidade total, trazendo maior abrangência para a questão da Qualidade. O primeiro a abordar o tema de forma sistêmica foi Armand Feigenbaum, criador do termo Controle de Qualidade Total (TQC - *Total Quality Control*). A partir deste ponto, já não era vista como um aspecto do produto ou somente do setor de produção, mas sim, um problema da empresa como um todo. Mais tarde Philip B. Crosby deu sua contribuição, criando os elementos de suporte ao programa Defeito Zero (CAMPOS, 2004).

Nos dias de hoje, o termo de Qualidade Total é entendido como o alinhamento de seis vertentes: Qualidade Intrínseca (que é atestar que o produto ou serviço cumpre a finalidade a que se propõe); custo (preço justo); atendimento (local, prazo e quantidade); moral (interna, ligada ao clima organizacional); segurança (dos funcionários e clientes); e ética (atendimento a códigos de conduta e legislação) (MORAIS; GODOY, 2006).

Na sua essência, o TQC é uma filosofia de negócios que defende a ideia de que o sucesso a longo prazo de uma empresa vem da satisfação do cliente e exige que todas as partes interessadas em um negócio trabalhem juntas para melhorar processos, produtos, serviços e a cultura da própria empresa (ADAMS, 1997).

Sem dúvida, não é possível falar sobre gestão da Qualidade, sem mencionar a Segunda Guerra Mundial e o Japão, que foi totalmente destruído e precisou reunir todos os esforços para, literalmente, renascer das cinzas. O país não só foi reconstruído, como tornou-se uma grande potência (CAMPOS, 2004).

Foi durante esse período que o Japão se viu diante de um ambiente econômico industrial severo. Seus cidadãos eram considerados analfabetos e seus produtos eram de baixa qualidade. Os principais negócios no Japão perceberam essas deficiências e procuraram fazer uma mudança. Baseando-se em pioneiros no pensamento estatístico, empresas como a Toyota integraram a ideia de gerenciamento e controle de qualidade em seus processos de produção (CARPINETTI, 2012).

Esse renascimento só foi possível, em parte, pelo financiamento dos EUA, que mantiveram sua ocupação até 1952 e sua assistência política para democratização do país, e em parte, pela determinação, foco e disciplina dos japoneses, que estimularam a iniciativa privada e instauraram controles rígidos de produção e, ao longo dos anos, se consolidaram como referência inegável de qualidade. Seus casos sucesso são até hoje reverenciados no meio e tornaram-se metodologias (OLIVEIRA, 2001).

No final da década de 1960, o Japão mudou completamente sua narrativa e ficou conhecido como um dos países de exportação mais eficientes, com alguns dos produtos mais admirados. Um gerenciamento eficaz da qualidade resultou em melhores produtos que poderiam ser produzidos a um preço mais barato (PALADINI, 2000). Não por acaso, muitas ferramentas de melhoria contínua têm nomes de origem nipônica, como *Kaizen*, *Lean*, *Six Sigma*, Diagrama de *Ishikawa*, para citar apenas alguns, que serão abordados posteriormente.

2.2 CICLO PDCA

O ciclo PDCA, vem do inglês, plan do checkact, PDCA (planejar-fazer-verificar-agir ou planejar-fazer-verificar-ajustar) é um método de gerenciamento iterativo de quatro etapas usado nos negócios para o controle e a melhoria contínua de processos e produtos. Também é conhecido como círculo / ciclo / roda de Deming , o ciclo de Shewhart , o círculo / ciclo de controle ou planejar-fazer-estudar-agir (PDCA) (OLIVEIRA, 2001). Outra versão deste ciclo PDCA é o OPDCA. O "O" adicionado significa observação ou como algumas versões dizem: "Observe a condição atual". Essa ênfase na observação e nas condições atuais está em conformidade com a literatura sobre manufatura enxuta e o Sistema Toyota de Produção . O ciclo PDCA, com as mudanças de Ishikawa, pode ser rastreado até S. Mizuno do Instituto de Tecnologia de Tóquio em 1959 (HUTCHINS, 1992).

O PDCA foi popularizado por W. Edwards Deming , considerado por muitos como o pai do controle de qualidade moderno ; no entanto, ele sempre se referiu a ele como o "ciclo de Shewhart". Mais tarde na carreira de Deming, ele modificou o PDCA para "Planejar, Fazer, Estudar, Agir" (PDCA) porque sentiu que o "cheque" enfatizava a inspeção sobre a análise. O ciclo PDCA foi usado para criar o modelo de processo de transferência de know-how, e outros modelos (MATTAR, 1994).

O conceito de PDCA é baseado no método científico , desenvolvido a partir do trabalho de Francis Bacon (*Novum Organum* , 1620). O método científico pode ser escrito como "hipótese-experimento-avaliação" ou como "planejar-fazer-chechar". Walter A. Shewhart descreveu a manufatura sob "controle" - sob controle estatístico - como um processo de três etapas de especificação, produção e inspeção (STURARI, 2010).

Ele também relacionou isso especificamente com o método científico de hipótese, experimento e avaliação. Shewhart diz que o estatístico "deve ajudar a mudar a demanda [por mercadorias] mostrando como fechar o intervalo de tolerância e melhorar a qualidade das mercadorias". Claramente, Shewhart pretendia que o analista agisse com base nas conclusões da avaliação. De acordo com Deming, durante suas palestras no Japão no início dos anos 50, os participantes japoneses encurtaram os passos para o agora tradicional plano de fazer, checar, agir . Deming prefere planejar, fazer, estudar e agir porque "estudar" tem conotações em inglês mais próximas da intenção de Shewhart do que "verificar" (TBM, 2000).

Um princípio fundamental do método científico e do PDCA é a iteração - uma vez confirmada (ou negada) uma hipótese, a execução do ciclo novamente ampliará ainda mais o conhecimento. Repetir o ciclo do PDCA pode aproximar seus usuários da meta, geralmente uma operação e saída perfeitas. Outra função fundamental do PDCA é a separação "higiênica" de cada fase, pois, se não forem adequadamente separadas, as medidas dos efeitos devido a várias ações (causas) simultâneas correm o risco de serem confundidas (IMAI, 1994).

O PDCA (e outras formas de solução científica de problemas) também é conhecido como um sistema para o desenvolvimento do pensamento crítico. Na Toyota, isso também é conhecido como "Construir pessoas antes de construir carros". A Toyota e outras empresas de manufatura enxuta propõem que uma força de trabalho engajada e de resolução de problemas usando o PDCA em uma cultura de pensamento crítico seja mais capaz de inovar e permanecer à frente da concorrência por meio da resolução rigorosa de problemas e das inovações subsequentes (NATALI, 2004).

Deming enfatizou continuamente a iteração em direção a um sistema aprimorado; portanto, o PDCA deve ser implementado repetidamente em espirais de conhecimento crescente do sistema que convergem para o objetivo final, cada ciclo mais próximo que o

anterior. Pode-se visualizar uma mola helicoidal aberta, com cada loop sendo um ciclo do método científico e cada ciclo completo indicando um aumento no conhecimento do sistema em estudo. Essa abordagem é baseada na crença de que nossos conhecimentos e habilidades são limitados, mas estão melhorando (ARAUJO, et al. 2006).

Especialmente no início de um projeto, informações importantes podem não ser conhecidas; o PDCA - método científico - fornece feedback para justificar suposições (hipóteses) e aumentar o conhecimento. Em vez de entrar "paralisia na análise" para aperfeiçoar na primeira vez, é melhor estar aproximadamente certo do que exatamente errado. Com um conhecimento aprimorado, pode-se optar por refinar ou alterar a meta (estado ideal). O objetivo do ciclo PDCA é aproximar seus usuários para qualquer objetivo que eles escolherem (GOMES, 2004).

Quando o PDCA é usado para projetos ou produtos complexos com certa controvérsia, a verificação com as partes interessadas externas deve ocorrer antes do estágio Do, pois as alterações nos projetos e produtos que já estão em design detalhado podem ser caras; isso também é visto como planejar-verificar-fazer-agir (ARAUJO, et al. 2006).

A taxa de mudança, ou seja, a taxa de melhoria, é um fator competitivo essencial no mundo de hoje. O PDCA permite grandes "saltos" no desempenho ("descobertas" frequentemente desejadas em uma abordagem ocidental), assim como o kaizen (pequenas melhorias frequentes) (GOMES, 2004).

2.3 MELHORIA CONTÍNUA DE PROCESSOS

Hoje em dia quando se fala em melhoria contínua, muitas pessoas acham que se trata simplesmente de se esforçar ao máximo para as coisas sempre correrem da melhor forma em seu negócio. Na verdade, a melhoria contínua envolve diversas metodologias e ferramentas específicas, onde não basta ficar de olho em suas equipes e superar as expectativas dos clientes (CARPINETTI, 2012).

As ferramentas de melhoria contínua de processos são métodos comprovados de fazer seu negócio evoluir continuamente. Assim, fica fácil inovar na forma de trabalhar e entregar cada vez mais valor ao cliente final, gastando a menor quantidade de recursos possíveis, para que isso ocorra. É óbvio, que entregar mais valor gastando menos significa maior lucratividade (STURARI, 2010).

A busca pela melhoria contínua nas empresas é um aspecto essencial para que um negócio aumente o seu desempenho e alcance melhores resultados. É pertinente ressaltar, que a melhoria contínua de processos é o resultado da análise de como os processos se encontram atualmente, determinando as atividades, que podem ser melhoradas. Por meio das ferramentas de melhoria contínua de processos é possível identificar as ineficiências, gargalos, desperdícios, atrasos e prover soluções para eliminá-los (CARPINETTI, 2012).

A implementação e utilização de ferramentas de melhoria contínua de processos é uma decisão importante para uma empresa. Entretanto, a parte mais difícil é como aplicar os conceitos sem deixá-los cair no esquecimento. A melhor forma de conseguir fazer da melhoria contínua nas empresas um hábito é aplicá-la diariamente. O constante uso das ferramentas se tornará uma rotina, sendo fácil de ser aplicada e impossível de ser esquecida (STURARI, 2010).

Para tanto, é preciso incorporar o uso de princípios básicos, para que sua empresa atinja resultados mais satisfatórios e eficazes. Os gestores precisam estabelecer um foco de ação, definindo em quais processos serão aplicadas as técnicas de melhoria contínua nas empresas. Além disso, a padronização será outro fator primordial para o sucesso, garantindo que todos os produtos ou serviços sejam realizados da mesma maneira, tornando mais fácil a identificação dos pontos a serem melhorados. Segundo Caffin et al. (1997), apud Mesquita e Alliprandini (2003) a melhoria contínua pode ser representada por cinco níveis que serão desenvolvidos no decorrer do tempo pelas organizações, são eles:

- Nível 1 (melhoria contínua natural): A organização não apresenta habilidades e comportamentos com foco em melhoria contínua, que neste caso seriam as

ferramentas de qualidade adequadas e a inserção de práticas de melhoria contínua dentro da empresa.

- Nível 2 (melhoria contínua formal): Nesta fase a organização já possui as ferramentas de qualidade adequadas e desenvolve treinamentos de como utilizá-las para identificar problemas.
- Nível 3 (melhoria contínua direcionada para o atingir as metas): A organização já possui as ferramentas de qualidade adequada e esse método já está implementado no cotidiano dos colaboradores que sabem da eficiência que elas representam nos resultados da melhoria. Por esse motivo, há na organização métodos de controle para avaliar se as melhorias alcançarão as metas desejadas.
- Nível 4 (melhoria contínua autônoma): Em determinado momento haverá um problema que poderá gerar uma oportunidade de melhoria e será selecionado alguns colaboradores, que formarão um grupo para identificar o que pode ser aprimorado em determinado processo que está com alguma deficiência.
- Nível 5 (capacidade estratégica em melhoria contínua): A organização possui todo o conjunto de habilidades necessárias para aprimorar e identificar processos falhos que precisem de ajustes a fim de trazer resultados significativos para o negócio da empresa.
- Após identificar os cinco níveis, a organização precisa verificar se os colaboradores possuem habilidades e competências necessárias, para que seja mantida a vantagem competitiva no mercado de atuação que está inserido. Leonard-Barton (1995) reforça que não basta ter somente as competências sem verificar sua eficácia dentro da organização. As competências apresentadas por Leonard-Barton (1995) são:
- Competências essenciais: geram vantagem competitiva para a empresa e dificilmente são imitadas;
- Competências habilitadoras: são necessárias para a organização, mas não é a diferença no mercado e não é suficiente para gerar vantagem competitiva; e
- Competências suplementares: dão suporte às competências essenciais e podem ser imitadas.

2.4 PRINCIPAIS FERRAMENTAS

Existem diversas ferramentas de melhorias de processos disponíveis no mercado, que podem ser usadas isoladamente ou em conjunto, cabendo ao profissional capacitado da empresa identificar aquela(s) que melhor servirá a seu propósito (CARPINETTI, 2012).

2.4.1 *Brainstorming* ou Tempestade de Ideias

Desenvolvida em 1939 pelo publicitário americano Alex Osborn, que se vendo frustrado com seus funcionários pela falta de criatividade para desenvolver campanhas publicitárias desenvolveu um método criativo de “como pensar alto”. Uma das principais premissas desta ferramenta é a capacidade de difundir a sinergia em grupos de trabalho e, para tanto, deve-se focar no resultado desejado e evitar que problemas oriundos do ambiente organizacional exerçam sua influência durante a atividade. Recomendam-se um local amplo, bem iluminado, com vistas para paisagens naturais – como jardins (CAMPOS, 1992).

Arioli (1998) aborda o *brainstorming* como uma metodologia de levantamento de hipóteses, sem critérios aprofundados ou restrições, permitindo a livre expressão do grupo. Os pensamentos são lançados num ambiente informal, de modo que os componentes do grupo possam usar da criatividade para gerar o máximo de ideias possível. Ainda que as opiniões não possuam nexos, estas não devem ser destacadas, pois podem levar ao desencadeamento de ideias pertinentes e aplicáveis.

Segundo Sturari (2010) algumas etapas devem ser seguidas para o sucesso dessa ferramenta. Primeiramente, a equipe deve ser conduzida por um líder, que definirá o tema a ser discutido. A duração da reunião deve ser relativamente rápida, para que o foco não seja extrapolado. O grupo deve ser formado preferencialmente por integrantes criativos, motivados e qualificados para que os resultados possam ser satisfatórios. Por último, a

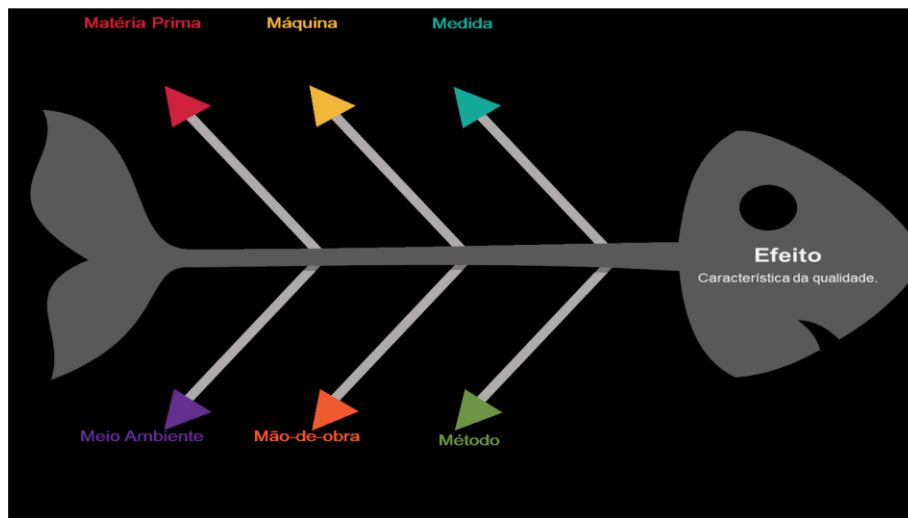
lista final deve ser analisada para a seleção das melhores ideias e, em seguida, definir os passos para implementação das soluções escolhidas.

2.4.2 Diagrama de Causa e Efeito

Denominado também como Diagrama de *Ishikawa* ou espinha de peixe, essa ferramenta foi criada em 1943 pelo engenheiro japonês Kaoru Ishikawa. Seu objetivo principal é analisar as operações dos processos produtivos. O diagrama é utilizado para investigar causa e efeito de um determinado problema. Os fatores adotados como base para a investigação das causas são chamados de 6M, pois se trata da matéria-prima, máquina, medida, medida, meio ambiente, mão de obra e método. Por meio dessa análise minuciosa, torna-se possível encontrar as causas de um problema, de forma estruturada, e seus efeitos em relação aos processos e suas qualidades (BALLESTERO-ALVAREZ, 2010).

Essa ferramenta geralmente é adotada em associação ao *brainstorming*. Isto porque o método de levantamento de ideias funciona adequadamente no processo de investigação das causas do diagrama. Em relação aos fatores investigados, tem-se os seguintes desencadeadores para cada tipo:

Figura 1: Espinha de peixe.



Fonte: Adaptado Ballestero-Alvarez (2010).

Carpinetti (2012) fundamenta o funcionamento do diagrama ao afirmar, que este foi desenvolvido para demonstrar as relações entre um problema e todas as possíveis causas. Assim, essa ferramenta torna-se um guia para identificar as causas principais e as medidas necessárias para sua solução.

Observa-se na Figura 1 um exemplo detalhado do diagrama de causa e efeito. Além da presença de cada fator de investigação – 6M – também verifica as possíveis linhas de análise dentro de cada fator. No fator Método, por exemplo, pode-se adotar as causas relacionadas à informação, à instrução e ao procedimento.

2.4.3 5W2H

Ballestero-Alvarez (2010) aborda a técnica 5W2H como uma ferramenta de *check-list*, de maneira prática, que se estabelece com atividades de qualquer situação organizacional. Mapeadas as atividades por meio de critérios estabelecidos de informações mais importantes, pode ser aplicada para diversos contextos que envolvem atividades, processos e projetos. A ferramenta se baseia nas respostas de sete perguntas em inglês que dão origem à sigla técnica. Sendo elas:

- *What?*(O quê?)
- *Who?*(Quem?)
- *Where?*(Onde?)
- *When?*(Quando?)
- *Why?*(Por quê?)
- *How?*(Como?)
- *How much?* (Quanto?)

A Figura 2 oferece uma orientação para aplicação da técnica, de forma a facilitar o entendimento:

Passos	Conteúdo das respostas	Exemplo de perguntas
What	Ações necessárias ao tema analisado	- O que deve ser ou está sendo feito? - Quais os insumos do problema? - O que se pretende extrair? - Quais os métodos utilizados?
Why	Justificativas das ações	- Por que ocorre este problema? - Por que executa desta forma? - Para que atuar neste problema?
Where	Locais influenciados pelas ações	- Onde ocorre o problema? - Onde é preciso atuar para resolvê-lo?
Who	Responsabilidades pelas ações	- Quem são os agentes envolvidos? - Quem conhece melhor o processo? - Quais pessoas deverão executar o plano de ação?
When	Definição de prazos	- Quando começar e terminar? - Quando deverão ser executadas cada etapa?
How	Métodos a serem utilizados	- Como será executado o plano? - Como registrar as informações necessárias? - Como definir as etapas do processo?
How much	Definição de orçamento	- Quanto será o custo envolvido? - Quanto custa corrigir o problema?

2.4.4 Kaizen

Kaizen, em japonês significa mudança para melhor, seja na vida pessoal, familiar, social ou profissional e foi a palavra escolhida para batizar uma das metodologias mais utilizadas no âmbito corporativo, pois contribui para a redução de custos e melhoria da produtividade e é de rápida aplicação. Talvez até mais do que uma metodologia, seja uma filosofia, de que é sempre possível fazer melhor. Neste sentido, o método tem por foco reconhecer e eliminar os desperdícios existentes em todos os departamentos e setores da empresa.

O aprimoramento do trabalho em pequena etapa foi desenvolvido nos EUA no programa Treinamento na Indústria (TWI Job Methods). Em vez de incentivar mudanças grandes e radicais para alcançar os objetivos desejados, esses métodos recomendavam que as organizações introduzissem pequenas melhorias, preferencialmente aquelas que poderiam ser implementadas no mesmo dia. O principal motivo foi que, durante a Segunda Guerra Mundial, não houve tempo nem recursos para mudanças grandes e inovadoras na produção de equipamentos de guerra. A essência da abordagem se resumiu a melhorar o uso da força de trabalho e das tecnologias existentes (NATALI, 2004). Segundo ROTHER & SHOOK (1999), há dois níveis de kaizen:

- *Kaizen* de fluxo (ou de sistema): foca no fluxo de valor, dirigido ao gerenciamento;
- *Kaizen* de processo: foca em processos individuais, dirigido às equipes de trabalho e líderes de equipe.

2.4.5 Lean Manufacturing

Trata-se de uma ferramenta onde seu objetivo principal é entregar o maior valor possível ao cliente, investindo a menor quantidade possível de recursos. Pode-se dizer, que o *Lean Manufacturing* procura aumentar a eficiência dos processos de produção. Para isso, é preciso eliminar os desperdícios, deixando de lado tudo aquilo que não agregará valor ao resultado. E aqui, valor deve ser entendido sob o olhar do cliente, ou seja, deve-se perguntar o que o cliente reconhece como valor e se ele paga por isso (NATALI, 2004). Para colocá-lo em execução é necessário controlar todas as atividades de um determinado setor ou da empresa como um todo. (ARAUJO, et al. 2006).

- **Desperdício Intelectual:** enxergar o desperdício gerado a partir de uma máquina ou o defeito de um lote é bem mais possível do que observar o mau uso do chamado capital intelectual. Assim como a importância dos outros tipos de desperdício listados acima, a falta de habilidade de um profissional em uma função estratégica para a organização é tão prejudicial quanto. Por isso, o não aproveitamento de talentos dos profissionais nas organizações também pode ser grande fonte de desperdício para a empresa (NATALI, 2004).

- **Movimentos desnecessários:** refere-se à movimentação demasiada e desnecessária seja dos equipamentos ou dos colaboradores no processo. O tempo gasto com esses movimentos poderia ser utilizado de forma a aumentar a produtividade da empresa e a agregar valor ao produto ou serviço (STURARI, 2010).

- **Espera:** tempo gasto em uma fila sem valor agregado. Uma grande parte da vida de um produto individual é gasta esperando para ser trabalhada (ARAUJO, et al. 2006).

- **Processo desnecessário:** compreende o processamento excessivo, além do que o cliente pede, ou seja, a falta do cumprimento de uma sequência lógica de funcionamento

do processo. A falta de padronização inibe o gerenciamento e controle eficaz de um processo, não agregando valor (CAMPOS, 2004).

- **Defeitos e Retrabalhos:** considera a produção de produtos defeituosos gerados pelo processo, que são posteriormente retrabalhados ou sucateados (ARAUJO, et al. 2006).
- **Transporte:** é atrelado ao transporte dispensável de materiais, funcionários e informações no processo. Todo transporte é um desperdício, pois não agrega valor ao produto, no entanto, muitas vezes ele é necessário ao processo. Sendo assim, já que é um mal necessário, ele deve ser minimizado (STURARI, 2010).
- **Estoques:** está ligado ao armazenamento excessivo de insumos, matérias-primas, produtos intermediários e produtos acabados. Estocar materiais em excesso impede a descoberta mais eficaz de problemas decorrentes do processo produtivo, dificultando assim o desenvolvimento de atividades que busquem melhorar o desempenho empresarial. Estoque é dinheiro parado (NATALI, 2004).
- **Superprodução** remete-se a produzir em excesso, ou seja, obter mais saídas de materiais ou informações que o necessário, ou seja, mais estoque, mais defeitos, mais transporte, mais movimentação e etc. (STURARI, 2010).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho tem como tema, a aplicação do ciclo PDCA para redução de defeitos. O método adotado na formulação deste trabalho, encontra-se em concordância com a proposta de estudo, a qual encontra-se adequada por meio dos objetivos a serem alcançados. O desenvolvimento da ciência tem como base o alcance de resultados que permite validar hipóteses sobre determinado acontecimento ou fato, presente em nossas vidas, ou não.

Por meio do presente trabalho pode-se concluir o quão importante é o ciclo PDCA aplicado como uma ferramenta para a redução de defeitos. Como fora visto na presente pesquisa, simples ferramentas como o diagrama de causa e efeito e a ferramenta 5W2H podem gerar um grande impacto no processo produtivo de qualquer empresa. Assim, conclui-se então que tais ferramentas apresentam um grande índice de assertividades, desde que elas sejam empregadas da forma adequada. No estudo aqui apresentado destaca-se que tais proporções a nível anual só serão alcançadas se o proprietário continuar seguindo as mudanças propostas. Por fim, o presente trabalho deixa o tema em aberto, propondo que no futuro se realize uma nova pesquisa, com a finalidade de contextualizar os temas aqui abordados. Juntamente com esta nova pesquisa, sugere-se a realização de um estudo de caso, para o qual propõe-se um novo estudo com a finalidade de comparar a efetividade das ferramentas aqui utilizadas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, Scott. **Corra, o Controle de Qualidade vem aí! Rio de Janeiro:** Ediouro, 1997. 224 p.

ALVAREZ, Maria Esmeralda Ballester. **Administração da qualidade e da produtividade:** abordagens do processo administrativo. São Paulo: Atlas, 2001.

ARAUJO, C. e RENTES, A. (2006). **“The Kaizen Methodology in the Conduction of Change Processes on Lean Manufacturing Systems”**, Revista Gestão Industrial.

ARIOLI, Edir Edemir. **Análise e solução de problemas:** o método da qualidade total com dinâmica de grupo. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Gestão de qualidade, produção e operações.** São Paulo: Atlas, 2010.

CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC: Controle da Qualidade Total (no estilo japonês).** 5ªed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992. 229p.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade:** Conceitos e técnicas. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CERQUEIRA, A. ;NETO, B.P. **Gestão da qualidade princípios e métodos**. São Paulo: Livraria Pioneira Editora, 1991.

CHIAVENATO, Idalberto. **Introdução à teoria geral da administração**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

DENNIS, Pascal. **Produção lean simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. Porto Alegre: Bookman, 2008.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade**: a visão estratégica e competitiva. 1ªed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992. 357p.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, P. (2004). “**A evolução do conceito de qualidade**: dos bens manufaturados aos serviços de informação”, Cadernos BAD2.

HEINRITZ, Stuart F. & FARRELL, Paul V. **Compras**: Princípios e aplicações. 1ª edição. São Paulo: Atlas, 1984.

HUTCHINS, David. **Sucesso através da qualidade total**. 1ªed. Rio de Janeiro: Imagem Ed., 1992. 243p.

IMAI, Masaaki. **Kaizen**: a estratégia para o sucesso competitivo. 51ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994. 235p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003

LONGO, Rose Mary Juliano. **Gestão da Qualidade**: evolução histórica, conceitos básicos e aplicação na educação. Texto para discussão nº 397. Brasília, 1996.

MARANHÃO, M. **ISO Série 9000: manual de implementação**: versão 2000: o passo-a-passo para solucionar o quebra-cabeça da gestão. 8 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006. Xv, 2012p. 2006.

MARINO, Lúcia Helena Fazzane de Castro. **Gestão da qualidade e gestão do conhecimento**: fatores-chave para produtividade e competitividade empresarial. XIII SIMPEP, Bauru,SP. 2006.

MATTAR, Fauze Najib. **Pesquisa de marketing**: metodologia, planejamento, execução, análise. 2ªed. São Paulo: Atlas, 1994. 350p.

MICHAEL, Maria Helena. **Metodologia e Pesquisa Científica Em Ciências Sociais**. Capa ilustrativa. Ano: 2009; Editora: atlas.

MORAIS, A. P.; GODOY, L. P. **Qualidade em serviços**: uma abordagem conceitual. Bauru/SP, UNESP. 2006.

NARUSAWA, Toshiko and SHOOK, John, Kaizen **Express**. 2ª impressão. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2011.