



FERRAMENTAS DA QUALIDADE: UMA REVISÃO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA, 5W2H, CICLO PDCA, DMAIC E SUAS INTERREALÇÕES

Melkzedekue de Moraes Alcântara Calabrese Moreira, Dinâmica e Mecatrônica, melkzedekue@usp.br
Thiago Calabrese Azevedo, Projeto, Materiais e Manufatura, azevedo.thiago@usp.br
Samuel Ricardo da Silveira, Processamento de Sinais e Instrumentação, ssilveira7447@gmail.com
Igor Nazareno Soares, Sistemas Elétricos de Potência, igor.soares@usp.br
Tiago Mathes Nordi, Processamento de Sinais e Instrumentação, tmnordi@usp.br
Felipe Schiavon Inocêncio de Sousa, Sistemas Elétricos de Potência, felipesisousa@gmail.com
Denis Mosconi, Dinâmica e Mecatrônica, denis.mosconi@usp.br

Resumo. Com as dificuldades enfrentadas pelas organizações pós segunda guerra mundial (2GM), intensificou-se a necessidade de mudança nos processos de produção, pois um expressivo número de empresas tinham suas produções voltadas para o setor bélico. No pós-guerra, muitas organizações viram a necessidade de se remodelarem para manter-se produtivas. Sendo assim, tornou-se necessário o redesenho dos métodos e processos, pois tanto as indústrias norte-americanas, europeias e, principalmente, as indústrias japonesas encontravam-se em grave recessão. Nesse período, surgiram as metodologias de gestão da qualidade, com a introdução de diversas ferramentas tais como: Diagrama de Ishikawa, 5W2H, Ciclo PDCA, DMAIC entre outras. Essas novas metodologias proporcionaram ganho de escala de produção mundial, bem como produção de bens e serviços com qualidade, padrão e repetibilidade. Dessa forma, o objetivo desse artigo visa apresentar uma revisão dessas ferramentas de qualidade bem como a inter-relação entre essas para resolução de problemas.

Palavras-chave: Ferramentas da qualidade. Diagrama de Ishikawa. 5W2H. Ciclo PDCA. DMAIC.

1. INTRODUÇÃO

No início do século passado, houve a mudança da concepção das linhas de produção, desenvolvidas por Frederick Taylor (1856-1915), o qual introduziu a fragmentação dos processos de produção em diversas etapas, de forma que cada colaborador executasse uma única tarefa e/ou parte do todo. Essa metodologia tinha por objetivo a diminuição dos tempos de execução de tarefas, visando o maior aproveitamento do tempo e produção em massa, e consequentemente melhora no padrão e repetibilidade dos processos. Considera-se que a aplicação dessa metodologia foi o *startup* para o que se tornou o novo modo de se produzir nas organizações. No período pós 2GM, surgiu as primeiras ideias sobre o modelo de controle de qualidade introduzidas por Armand Feigenbaum (1920-2014). Outros nomes considerados precursores que também surgiram juntamente com Feigenbaum, intitulados de “gurus da qualidade” são: Frederick Taylor, William Deming, Joseph Juran, Shigeo Shingo, Genichi Taguchi, Kaoru Ishikawa, Walter Shewhart entre outros. Esses, contribuíram para implementação dos conceitos de gestão da qualidade e ferramentas da qualidade (FQ), gerenciamento de processos e processos de melhoria contínua e seus benefícios (Anjos, 2010).

A implementação desses conceitos, além de permitirem uma maior eficácia no monitoramento e controle dos processos, também tiveram impacto na melhoria das tomadas de decisões (Campos, 1995). Entretanto, a aplicação de FQ, com o intuito de melhoria contínua da qualidade de processos, produtos e serviços requer uma equipe de especialistas treinada com o uso dessas ferramentas. Seu uso, além de ser ingrediente essencial para o sucesso de um programa de qualidade, devem ser utilizadas de acordo com o problema que se deseja solucionar (Soković, 2009). Estima-se que atualmente existem mais de cem ferramentas e metodologias da qualidade disponíveis, e que diversos pesquisadores do tema tentaram defini-las e diferencia-las de acordo com sua especificidade em várias bases (Basu, 2004).

Dentre as mais de cem FQ, sete dessas são consideradas básicas ou também elementares, tais como: Fluxograma; Diagrama de Pareto; Planilhas de verificação; Gráficos de Controle; Histogramas; Gráficos de dispersão e Diagrama de causa e efeito (Magar, 2014). Essas ferramentas, propostas por W. Deming (1900-1993), J. Juran (1904-2008) e K. Ishikawa (1915-1989), além de serem de fácil manuseio e aprendizado, podem ser aplicadas para análise de solução de problemas existentes, bem como podem ser combinadas com a ferramenta ciclo PDCA nas etapas de planejamento e controle. Segundo Magar (2014), Ishikawa declarava que o uso dessas sete ferramentas poderiam ser aplicadas na resolução de 95% de todos os problemas em uma organização. E a aplicação dessas facilitam a visualização, implementação e rastreamento de melhorias da qualidade.

No que tange aplicação de FQ, para garantia de um sistema de gestão de qualidade, a combinação de ferramentas como Diagrama de Ishikawa (DI), 5H2H e Ciclo PDCA, mostram-se de ótima eficiência na resolução de problemas. O Ciclo PDCA (Plan = Planejar, Do = Fazer/Realizar, Check = Controlar, Act = Agir), proposto por Edward Deming (1900-



1993), mostra o caminho a ser seguido para que o plano de metas seja atingido, tornando as etapas do processo de gerenciamento mais claras e ágeis, e possibilitando também a realização de ajustes e correções para melhor adequação.

2. FERRAMENTA DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Em 1960, K. Ishikawa foi responsável pela criação dos diagramas de *causa x efeito*, também conhecido como diagramas “*espinha de peixe*”. Com o uso dessa ferramenta, uma vez conhecido um problema ou seu efeito, permite-se elencar suas possíveis causas, bem como o motivo dessas (Werkema, 1995). No contexto industrial, as causas podem ser organizadas em seis categorias (*6 M's*): Método; máquina; medida; meio ambiente; material e mão de obra (Campos, 1992). Na Fig. (1), tem se representado um exemplo de DI.

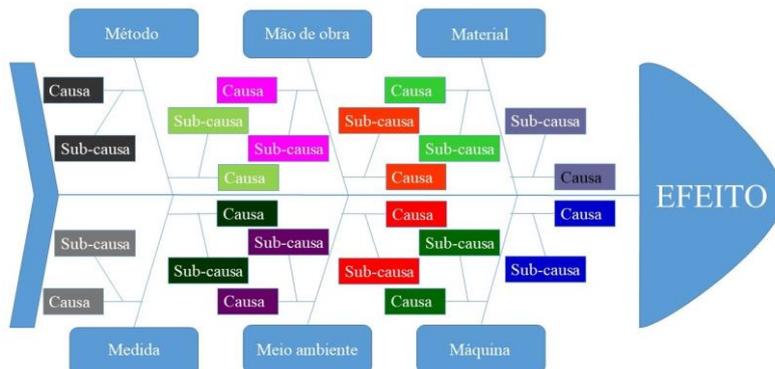


Figura 1. Diagrama de Ishikawa (DI) – *6M's*. Castro (2013). Fonte: Próprio autor.

O DI relaciona os problemas existentes e suas causas que resultam em um dado efeito. As origens desses problemas podem ser provenientes de 6 fontes específicas, por isso denomina-se *6M's*. Cada uma dessas fontes pode ter uma ou mais sub-fontes, ou nesse caso sub-causas (Santis, 2013). Esse método visa encontrar a relação entre causa e efeito, bem como diagnosticar o problema e sua fonte, para aplicar a correção. Segundo Santis (2013), Ishikawa propunha também que, em uma organização, todos deveriam estar envolvidos com os processos da qualidade. Essa concepção serviu de base para o que se tornou o Método da Qualidade Total (QT). Apesar do diagrama não propor uma ordem de prioridade dos problemas, utilizasse essa ferramenta na maioria das organizações nos dias atuais, combinada também com o ciclo PDCA em uma das sub-etapas de planejamento. Na Tab. (1) tem-se representado cada uma dos *6M's* e suas respectivas naturezas das fontes de problemas.

Tabela 1. Natureza das possíveis fontes de problemas – *6M's*. Fonte: Próprio autor.

Fontes	Natureza
Método	Relacionado à forma de execução da tarefa e/ou trabalho, seja da aplicação indevida de processos e/ou metodologias.
Mão de obra	Relacionado a qualquer ação indevida do colaborador que executa a tarefa de forma incorreta.
Material	Relacionado à causa provenientes de material ou matéria-prima utilizada no processo.
Medida	Relacionada a avaliações realizadas de maneira incorreta e/ou coleta de dados imprecisos.
Meio ambiente	Relacionada a fatores ambientais, tais como: climáticos, mercado, políticos que impactam de maneira originar problemas.
Máquina	Relacionado a fatores da máquina tais como: ajustes incorretos, o qualquer outro defeito elétrico ou mecânico.

3. FERRAMENTA 5W2H

A ferramenta 5W2H, tal qual a o Ciclo PDCA, pode ser aplicada para implantação de planejamento de ações. Essa ferramenta também teve origem no Japão no pós 2GM, idealizada por profissionais da indústria automobilística com o intuito de auxiliar na etapa de planejamento do Ciclo PDCA (Araujo, 2019). Esse tipo de ferramenta, por ser simples e objetiva para elaboração de planos de ação, é comumente utilizada em gestão de projetos; análise de negócios; elaboração de planos de negócios, planejamento estratégicos, entre outras atividades ligadas à gestão (Grosbelli, 2014; Lima, 2019). A ferramenta 5W2H é composta de sete etapas (*What* = O que será feito?; *Why* = Por que será feito?; *Where* = Onde será



feito?; *When* = Quando será feito?; *Who* = Por quem será feito?; *How* = Como será feito?; *How much*= Quanto custará?). Essa ferramenta, devido sua versatilidade e dinamismo, é utilizada em situações como planejamento da qualidade; planejamento de fusões e/ou aquisições de organizações; planejamento de áreas de recursos humanos; planejamento de etapas de desenvolvimentos de produto; planejamento dos riscos, entre outros. Na fig. (2), tem se representado um exemplo da ferramenta 5W2H, com cada uma de suas etapas.



Figura 2. Ferramenta 5W2H – Plano de Ação. Fonte: Próprio autor.

4. FERRAMENTA CICLO PDCA

Em 1930, E. Deming e W. Shewhart (1921-1967) foram responsáveis pela introdução do gerenciamento dos processos de qualidade nas indústrias japonesas e criadores do ciclo PDCA. Esse gerenciamento possibilitava a realização de correções e consequentemente a garantia da qualidade do produto. O ciclo PDCA é amplamente utilizado nas organizações desde o planejamento das ações, controle, garantia e melhoria dos processos relacionados à qualidade (Werkema, 1995). Como o próprio nome dessa ferramenta diz “Ciclo”, a representação dessa ferramenta é comumente apresentada em forma circular. O ciclo PDCA, assim como a ferramenta 5W2H, torna-se de fácil uso, além de também versátil e dinâmico. Porém essa é mais robusta, pois abrange 4 etapas: planejamento; realização; controle e ação. A aplicação dessa ferramenta permite por exemplo identificar se as necessidades dos clientes estão sendo atendidas ou não, através da satisfação desse cliente. Caso o cliente não esteja satisfeito, é um sinal que se precisa agir de maneira que as necessidades desse sejam atendidas. Entretanto, uma abordagem mais detalhada proposta por Werkema (2013), seria a representação do ciclo PDCA em forma de fluxograma com a divisão das 4 etapas do ciclo em sub-etapas. Nas Figs. (3) e (4) tem-se representado, respectivamente, a ferramenta Ciclo PDCA em forma de ciclo e em forma de fluxograma das sub-etapas e com o objetivo de cada uma delas.

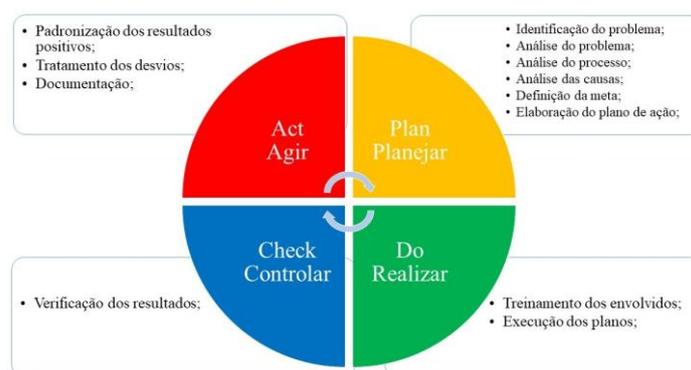


Figura 3. Ferramenta CICLO PDCA. Fonte: Próprio autor.

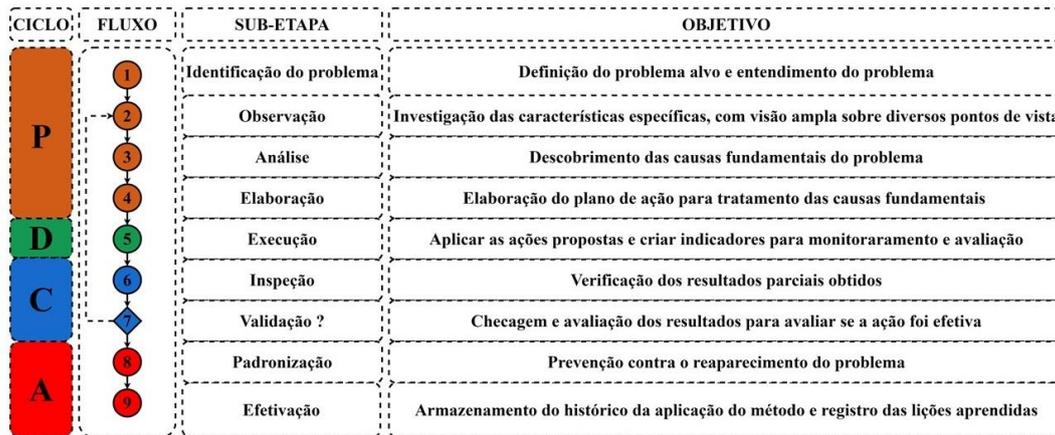


Figura 4. Ferramenta CICLO PDCA em Fluxograma. Fonte: Próprio autor.

Na sub-etapa 1 define-se o problema alvo que se deseja resolver e o reconhecimento de sua importância. Considera-se essa uma fase preliminar de diagnósticos, anotações, elaboração de esboços de processos com objetivo de entendimento a respeito do problema (fase de raciocínio) e definição do que se almeja. Na sub-etapa 2 tem-se a fase de investigação das características específicas, com visão ampla sobre diversos pontos de vista. Essa sub-etapa caracteriza-se pela análise do fenômeno e circunstâncias que ocorrem, volume e quais os impactos e desdobramentos causados por esse problema. Nessa etapa e na posterior utiliza-se algumas das sete ferramentas básicas e elementares da qualidade, tais como: gráfico de Pareto (80-20); gráficos de dispersão; gráficos de tendência; mapa fatorial de distâncias euclidianas, que permite trabalhar com diversas variáveis ao mesmo tempo com intuito de testar a correlação entre as variáveis, entre outros tipos de análise.

Na sub-etapa 3 tem-se a fase de descobrimento das causas fundamentais do problema, considerada uma das etapas “chave”. Essa etapa, caso não seja executada de maneira adequada, pode levar à uma solução que resolva o problema de maneira parcial, ou a não solução. Dessa forma, deve-se realizar uma análise criteriosa, pois o reconhecimento da causa fundamental do problema torna-se essencial para que se encontre uma solução eficaz. Nessa etapa, podem ser empregados DI e 5W2H. Na sub-etapa 4, etapa de planejamento, tem-se a fase de elaboração do plano de ação para tratamento das causas fundamentais do problema. Nessa etapa, torna-se importantíssimo concentrar-se nas causas reais do problema e não nos efeitos. Como exemplo, uma bomba que cavita. Esse efeito de cavitação é causado por algum problema que deve ser investigado e encontrado para então tomar-se uma ação corretiva. Com isso, torna-se necessário a criação de um indicador, para avaliar se a ação tomada solucionou o problema, ou houve qualquer tipo de melhora, para saber-se se a ação adotada resultou em benefícios.

Na sub-etapa 5, realização e execução, tem-se a fase de aplicação das ações propostas e criação de indicadores para monitoramento e avaliação das ações implementadas. Nessa etapa, a liderança do responsável pela implantação do plano de ação torna-se fundamental para que o mesmo seja implementado como planejado, pois em boa parte dos planos de resolução de problemas podem ocorrer eventuais falhas. Com isso, a ação do líder torna-se de extrema importância. Além da liderança ser fundamental, a medição dos resultados através de indicadores para checar se a solução está sendo eficiente também é de suma relevância. Na sub-etapa 6, controle, tem-se a fase de inspeção e verificação dos resultados parciais obtidos pós implementação do plano de ação. Nessa etapa, deve-se verificar se as ações que estão sendo implantadas estão surtindo efeito e o quão positivo ou negativo são esses efeitos. Com isso, pode-se realizar alguns ajustes e seguir na implementação do ciclo PDCA. Dentre as ferramentas dessa etapa tem-se: gráficos de tendência; *dashboard* DBA; modelos de “*dray a driven analysis*” muito usados no mundo digital; relatórios de 3 gerações divididos em análise de passado, presente e futuro em disposição de linha do tempo das ações tomadas, resultados obtidos e proposições futuras; dentre outras ferramentas.

Na sub-etapa 7, de controle, tem-se a fase validação, checagem e avaliação dos resultados para avaliar se ação tomada foi eficaz. Caso o efeito das ações foram dentro do esperado passa-se para etapa seguinte, caso não, retorna-se para sub-etapa 2. Dessa forma, caso o resultado obtido com o plano de ação esteja abaixo do esperado, isso indica que as causas podem não ter sido muito bem definidas. Por isso, nessa etapa é recomendável que não se faça ajustes. Deve-se evitar a teoria que, se deu errado muitas vezes, tem que seguir tentando até dar certo, pois isso não funciona e pode acarretar em desperdício de tempo e dinheiro. Na sub-etapa 8, etapa de ação, tem-se a fase de padronização e prevenção contra o reaparecimento do problema. Nessa etapa, deve-se realizar as descrições dos procedimentos e de que forma são realizados durante todas as etapas da resolução do problema. Isso chama-se de boas práticas de fabricação; operação; execução;



entre outros. Portanto caso o problema reapareça novamente, a solução pode ser replicada com mais dinamismo e velocidade, tornando a resposta ao problema mais rápida e eficiente.

Na sub-etapa 9, última etapa de ação, tem-se a fase de efetivação do plano de ação, e armazenamento do histórico da aplicação do método e registro das lições aprendidas para uma posterior reaplicação em problemas similares. Nessa etapa, faz-se os registros e publicação das boas práticas para pronta implantação da solução, facilitando o treinamento de novos membros. Essa etapa tem o objetivo de formar uma base de dados para identificação das ações assertivas e não assertivas, servindo de base para solução de problemas futuros. Dessa maneira, assim como o 5W2H, o ciclo PDCA mostra-se multifuncional e ágil para aplicar-se na resolução dos mais diversos problemas nas organizações e seus diversos setores, mostrando-se, porém, mais robusto por englobar um número maior de ferramentas.

5. FERRAMENTA DMAIC

A ferramenta DMAIC (*Define* = Definir, *Measure* = Medir, *Analyze* = Analisar, *Improve* = Aperfeiçoar/melhorar, *Control* = Controlar) é similar ao ciclo PDCA. É comumente utilizada, por exemplo, na implantação de processos *6 Sigma*. Essa metodologia foi concebida na década de 80 por Bill Smith (1929-1993). A ferramenta DMAIC consiste na identificação e correção de defeitos e alinhamento dos processos para atender os requisitos de qualidade exigidos pelo cliente (Werkema, 2013). Na Fig. (5), conforme proposto por Werkema (2013), tem-se a comparação entre as similaridades das ferramentas Ciclo PDCA e DMAIC.

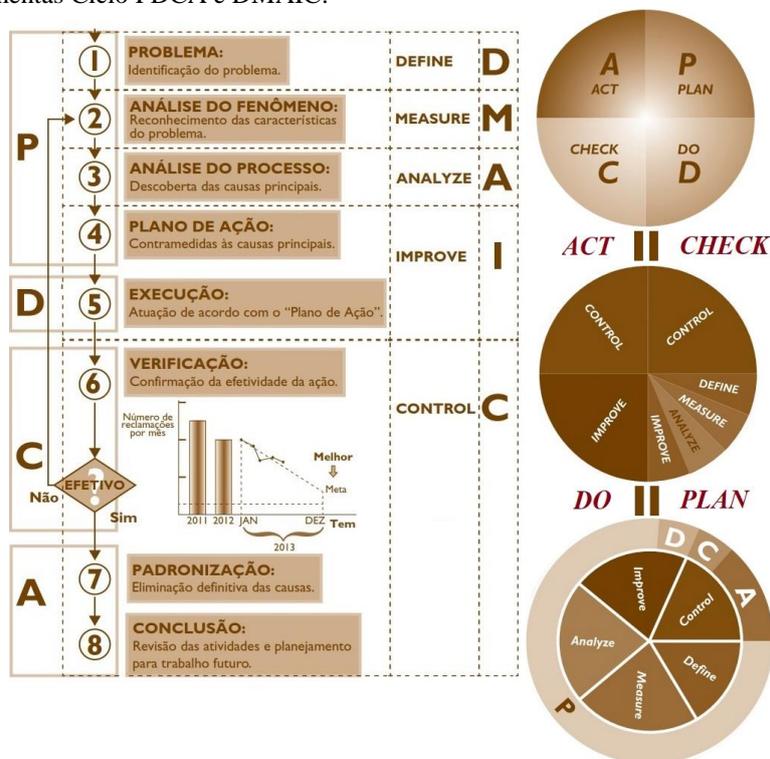


Figura 5. Similaridade entre ferramentas Ciclo PDCA e DMAIC. Fonte: Adaptado de Werkema (2013).

Dessa forma, a ferramenta DMAIC auxilia na melhoria da qualidade dos produtos; diminuição do ciclo de produção e custos; otimização dos estoques; satisfação dos clientes e conseqüentemente maximização dos lucros. Dentre os pontos fortes da metodologia DMAIC em relação ao ciclo PDCA, segundo Werkema (2013) destacam-se:

- [1] Maior ênfase no planejamento das ações (Etapas D, M, A e maior parte de I) antes dessas terem sido executadas;
- [2] Maior detalhamento em forma de roteiro das atividades a serem executadas, gerando análise mais ampliada e adequada, permitindo conclusões mais efetivas e manutenção dos resultados por um longo período de tempo;
- [3] Centrada em atender os requisitos de desempenho do cliente;
- [4] Enfoque na validação dos sistemas de medição, conferindo maior confiabilidade dos dados;
- [5] Enfoque e validação do retorno do investimento no projeto pelo setor de controladoria da organização.



6. CONCLUSÕES

Conclui-se que as ferramentas PDCA, DMAIC são similares e ambas podem ser aplicadas para implantação de planejamento de ações, sendo a segunda ferramenta mais adequada para implantação de metodologia 6 Sigma. Dessa forma, fica evidente o uso de ambas ferramentas nas organizações, pelo fato de serem robustas para análise de problemas e busca de planos de ações para correções, uma vez que em suas sub-etapas tem-se englobado diversas outras ferramentas, conferindo uma inter-relação. Como exemplo, as sete ferramentas básicas e elementares, assim como DI e 5W2H, entre outras. As ferramentas de qualidade e gestão mostram-se de suma importância não somente para o ganho de escala de produção mundial, mas também na produção de bens e serviços com qualidade, padrão e repetibilidade, atendendo as exigências de mercado. Dessa forma, depreende-se que a Engenharia aplicada no desenvolvimento de técnicas e FQ proporcionaram significativo avanço para o modo de produção global, bem como no controle da qualidade de processos, produtos e serviços. Os benefícios do uso dessas ferramentas, além de garantir a manutenção de toda e qualquer organização, pode também oferecer melhora de requisitos de desempenho, tais como: aumento na produtividade e competitividade; melhora na eficiência de seus produtos, processos e serviços. Esses resultados podem ser traduzidos em satisfação e fidelização de seus clientes, e consequentemente em maior lucratividade das organizações, beneficiando assim sócios, acionistas e colaboradores.

7. REFERÊNCIAS

- Anjos, M. C. **O uso de ferramentas da qualidade na gestão da agroindústria em Mato Grosso Do Sul**. 2010. UNIVERSIDADE ANHANGUERA – UNIDERP, 2010.
- Araújo, A. K. R. et al. **5WIH E 5 PORQUÊS: APLICAÇÃO EM PROCESSO DE ANÁLISE DE FALHA E MELHORIA DE INDICADORES**. 2019. p. 279, 15–24.
- Basu, R. **Implementing quality: a practical guide to tools and techniques: enabling the power of operational excellence**. Cengage Learning EMEA, 2004.
- Campos, V. F. **Controle da Qualidade Total**. Rio de Janeiro: Block, 1995. 246 p.
- Campos, V. F. **TQC: controle da qualidade total**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, v. 11, 1992.
- Grosbelli, A. C. **Proposta de melhoria contínua em um almoxarifado utilizando a ferramenta 5W2H**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Magar, V. M.; Shinde, V. B. **Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Continuous Improvement of Manufacturing Processes**. International Journal of Engineering Research and General Science, v. 2, n. 4, p. 364–371, 2014.
- Santis, S. H. da S. de. **A implantação de sistema de qualidade em uma indústria têxtil de malharia de pequeno porte**. 2013. Universidade de São Paulo, 2013.
- Soković, M. et al. **Basic quality tools in continuous improvement process**. Strojinski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering, v. 55, n. 5, p. 1–9, 2009.
- Werkema, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. In: **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. 1995. p. 128-128.
- Werkema, M. C. C. **Métodos PDCA e DMAIC e Suas Ferramentas Analíticas**. Elsevier Brasil, 2013.

8. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPQ pela concessão da bolsa de mestrado a Thiago C. Azevedo (Processo: 133205/2020-7) e CAPES pela concessão das bolsas de doutorado a Melkzedekue M. A. C. Moreira (Processo: 88887.498688/2020-00) e Igor N. Soares (Processo: 88887.505819/2020-00).

9. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.