



APLICAÇÃO DAS PRÁTICAS DE MANUTENÇÃO NA RESTAURAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MECÂNICOS: ESTUDO DE CASO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO TÉCNICO

APPLICATION OF MAINTENANCE PRACTICES IN THE RESTORATION OF MECHANICAL EQUIPMENT: A CASE STUDY IN A TECHNICAL EDUCATION INSTITUTION

Antonio Karlos Araújo Valença¹

DOI: 10.37702/REE2236-0158.v42p37-53.2023

RESUMO: O presente trabalho buscou apresentar a aplicação de práticas de manutenção mecânica em equipamentos como fomentadoras do conhecimento aplicado. O estudo foi realizado no laboratório de mecânica de uma Instituição de Ensino Técnico de Sergipe e foi oriundo de uma atividade formativa realizada com alunos do último ano do curso técnico Eletromecânica. O intuito, além da manutenção do equipamento, foi expor que a atividade proposta poderia ser realizada com auxílio de ferramentas estratégicas para melhor identificar os defeitos que o equipamento possuía e padronizar ações preventivas. Além disso, foi possível proporcionar aos futuros técnicos a experiência de uma atividade prática semelhante a uma situação real na qual poderiam vir a trabalhar profissionalmente. Por fim, entende-se que as atividades de cunho prático e aplicado, além de motivadoras, proporcionam o aprendizado e a visualização do que foi visto na teoria.

PALAVRAS-CHAVE: manutenção; curso técnico; eletromecânica; bomba centrífuga; furadeira vertical.

ABSTRACT: The present work sought to present the application of mechanical maintenance practices in equipment as a promoter of applied knowledge. The study was carried out in the mechanics laboratory of a technical education institution in Sergipe, and was the result of a training activity carried out with students in the last year of the technical course in electromechanics. The purpose, in addition to equipment maintenance, was to show that the proposed activity could be carried out with the aid of strategic tools to better identify the defects that the equipment had and standardize preventive actions. In addition, it was possible to provide future technicians with the experience of a practical activity similar to what they could come to work professionally. Finally, it is understood that practical and applied activities, in addition to motivating, provide learning and visualization of what was seen in theory.

KEYWORDS: maintenance; technical course; electromechanics; centrifugal pump; vertical drill.

¹ Mestre em Engenharia Mecânica, PPGEM – Universidade Federal da Paraíba, akavalenca@gmail.com



INTRODUÇÃO

No que se refere à reflexão sobre como possibilitar um melhor nível de aprendizado aos discentes, compreende-se que é necessário procurar despertar a curiosidade dos alunos, aproveitando os seus conhecimentos prévios e o ambiente no qual eles estão inseridos, para que, dessa forma, eles não fiquem presos apenas a referenciais teóricos.

Segundo Pozo e Crespo (2009), aparentemente, os alunos aprendem cada vez menos e têm menos interesse pelo que aprendem. Os autores afirmam ainda que essa crise da educação científica se manifesta não só nas salas de aula, mas também nos resultados da pesquisa em didática das ciências.

Atualmente, a mecânica e a eletricidade estão presentes em todos os momentos do no nosso cotidiano. Elas podem ser observadas, por exemplo, em indústrias, veículos entre outros. Em seus trabalhos cotidianos, pesquisadores, engenheiros e outros profissionais das mais variadas áreas do conhecimento humano têm necessidade de caracterizar os materiais que serão empregados em novos projetos, bem como aperfeiçoar outros já existentes.

Nesse conjunto, estudar e analisar as propriedades elétricas e mecânicas é, na maioria das vezes, fundamentalmente necessário. O estudo e a análise de suas características permitem uma melhor compreensão dos fenômenos, bem como a escolha adequada de materiais para as mais diversas aplicações.

Nesse contexto, permitir que os discentes tenham proximidade com as aulas práticas pode facilitar o processo de aprendizado de determinado assunto ou área. No presente trabalho, pretende-se expor como as aulas práticas em uma disciplina de manutenção mecânica contribuíram não apenas para o aprendizado da disciplina de manutenção, mas também para a formação técnica que os discentes irão exercer profissionalmente.

MANUTENÇÃO

Com o contexto de uma competitividade acirrada, técnicas capazes de proporcionar às máquinas e aos equipamentos condições para operarem em perfeito estado e apresentarem produtos com mais qualidade são utilizadas com mais frequência. A manutenção, antes considerada custosa, é um forte meio de auxílio na obtenção desses resultados. Dessa forma, manter a maquinaria em



perfeitas condições é o objetivo das organizações, que, para isso, devem alinhar a estratégia organizacional das empresas.

Silva (2004) afirma que, devido à importância estratégica da manutenção, o sistema de gerenciamento deve estar alinhado com as metas de sobrevivência da empresa, utilizando-se, para tal, modernas ferramentas e técnicas de gerenciamento integradas com as atividades do setor produtivo. Portanto, as atividades de manutenção são indispensáveis ao setor produtivo, tendo como objetivo dar apoio e sustentação à produção com materiais, informações e serviços, de forma que elas possam cumprir a sua finalidade sem paralisações ou danos ao processo produtivo (MUASSAB, 2002).

A manutenção serve para garantir a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção e à preservação do meio ambiente, com confiabilidade, segurança e custos adequados. De acordo com a NBR 5462, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), a manutenção pode ser definida como uma combinação de ações que envolve a área técnica e a administração e que tem como objetivo a mantabilidade de elementos que possam desempenhar uma função requerida.

Para Kardec e Nascif (1998), a manutenção pode ser conceituada como a técnica de conservação e reparação de equipamentos e sistemas para que estes funcionem perfeitamente e para que se possa evitar a ocorrência ou reincidências de falhas, reduzir o custo de produção e aumentar a produtividade, tanto da máquina/equipamento quanto de todo o sistema operacional. Ainda segundo os autores, a função básica da manutenção pode ser resumida aos seguintes:

- a) efetuar reparos, selecionar, treinar e qualificar pessoal para assumir responsabilidades de manutenção;
- b) acompanhar projetos e montagens de instalações para posteriormente a manutenção poder otimizá-los;
- c) manter, reparar e fazer revisão geral de equipamentos e ferramentas, deixando-os sempre em condições operacionais;
- d) prever e preparar lista de materiais sobressalentes necessários e programar sua conservação.

De acordo com a maneira como é feita a intervenção nos equipamentos, o sistema pode caracterizar as várias técnicas de manutenção existentes. Pinto e Xavier (2001) consideram bastante adequada a seguinte classificação em função dos tipos de manutenção:



- a) Manutenção Corretiva Não Planejada: correção da falha de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha ou do desempenho menor que o esperado após a ocorrência do fato;
- b) Manutenção Corretiva Planejada: correção que se faz em função de um acompanhamento preditivo, detectivo ou até mesmo pela decisão gerencial de se operar até ocorrer a falha;
- c) Manutenção Preventiva: atuação realizada para reduzir falhas ou queda no desempenho e que obedece a um planejamento baseado em períodos estabelecidos de intervalos de tempo;
- d) Manutenção Preditiva: conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, como análise de ruídos, vibrações entre outros, de modo sistemático, visando a definir a necessidade ou não de intervenção;
- e) Manutenção Detectiva: atuação efetuada em sistemas de proteção ou comando, buscando a detecção de falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção;
- f) Engenharia de Manutenção: conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida, ou seja, garante que se deixe de ficar consertando, melhora padrões e sistemáticas, desenvolve a manutenibilidade, dá *feedback* ao projeto e interfere tecnicamente nas compras de peças de reposição ou sobressalentes.

Vale ressaltar que a manutenção de equipamentos e a utilização de ferramentas estratégicas são ações muito importantes para uma empresa, seja ela indústria ou de outra área. Dessa forma, é válido expor novos tipos e técnicas de manutenção, de modo que sejam difundidos o conhecimento e a aplicação dos diversos métodos na gestão de manutenção de equipamento de uma empresa.

FERRAMENTAS AUXILIARES À MANUTENÇÃO

Algumas dessas ferramentas e técnicas são de simples uso e auxiliam na tomada de decisão por parte dos gestores de manutenção, pois permitem que as operações sejam realizadas com eficiência e quase sem custo.

A técnica *brainstorming*, por exemplo, pode ser vista como uma atividade de dinâmica de grupo, uma maneira de incentivar a promoção simples de ideias e aumentar o potencial criativo de um indivíduo ou grupo sem restrições (GAIÃO



FILHO; CAMPOS, 2016). Segundo Miranda et al. (2015), o *brainstorming* consiste em um processo no qual um grupo de pessoas é reunido e os participantes irão dar suas ideias conforme elas vão surgindo na mente.

Segundo Baxter (1998), o *brainstorming* clássico pode ser dividido nas seguintes etapas:

- a) orientação: fase inicial do *brainstorming* em que o coordenador orientará a equipe, mostrando o problema a ser trabalhado;
- b) preparação: fase na qual o coordenador estipula um tempo determinado, geralmente em torno de 30 minutos, para o fornecimento das ideias por partes dos integrantes da equipe. Todas as informações devem ser anotadas pelo relator;
- c) análise: após o tempo inicial determinado pelo coordenador, entra-se em uma segunda marcação de tempo, também flexível, mas usualmente em torno de 15 minutos, para agrupar as ideias propostas segundo algum critério definido pelo grupo;
- d) ideação: ainda dentro do tempo anteriormente determinado pelo coordenador, inicia-se uma fase de associação, escolha das mais relevantes, refinamento ou junção das alternativas propostas com vistas a escolher a(s) alternativa(s) a ser detalhada(s);
- e) síntese e avaliação: nessas fases, o coordenador deve novamente determinar um intervalo de tempo para a sua conclusão, tipicamente entre 15 e 20 minutos. Os objetivos dessas fases é detalhar, descrever a solução (ou soluções) escolhida, e confrontá-la com o "briefing", verificando a sua aderência.

Por sua vez, o 5W2H, também conhecido como Plano de Ação, é uma ferramenta que foi criada no Japão por profissionais da indústria e que tem o objetivo de bloquear as causas fundamentais de um problema (SILVA et al., 2013; WERKEMA, 1995). Para se entender a nomenclatura 5W2H, traduz-se a junção das sete palavras na língua inglesa (GELARCH; PACHE, 2011):

1. *what* (o quê): qual ação será executada?
2. *who* (quem): quem irá executar a ação?
3. *where* (onde): onde será realizada a ação?
4. *when* (quando): quando será realizada a ação?
5. *why* (por quê): por que a ação será realizada?
6. *how* (como): como será executada a ação?
7. *how much* (quanto custa): quanto custará a execução da ação?



Por meio da utilização dessa ferramenta é possível determinar quais serão as ações a serem tomadas e também se pode analisar de que forma os recursos serão alocados (GELARCH; PACHE, 2011).

Ackerman (2004) afirma que embora o 5W2H não seja algo revolucionário, ele é uma reorganização concisa e útil das perguntas que devem ser realizadas em qualquer processo de melhoria e produtividade. Em resumo, o 5W2H se mostra uma ferramenta simples e de fácil aplicação, que proporciona a execução das ações de modo eficiente com base nas sete perguntas que são feitas (COSTA, 2015).

O plano de ação 5W2H pode ser usado para diversas atividades, sendo assim a realização das perguntas se dão especificamente sobre a atividade ou problema identificado e, juntamente com outras ferramentas, auxilia na aplicação de melhorias e resolução de problemas (VALENÇA et al., 2017).

Para Campos (2016), muitas falhas que ocorrem em uma unidade industrial são de natureza simples e direta, o que permite uma tomada da decisão mais rápida. Nesse sentido, o método dos “cinco porquês” é compatível para tal realização.

Shingo (1996) afirma que para diminuir e evitar a taxa de defeitos, o processo sempre deve ser informado quando um defeito for encontrado, de tal modo que alguma medida seja tomada visando à correção de tal defeito; ou melhor, evitando a reincidência desse defeito ou a condição que levou à ocorrência.

De acordo com Ries (2012), a técnica dos “cinco porquês” foi desenvolvida por Taiichi Ohno, pai do Sistema de Produção Toyota, para solucionar problemas. A técnica consiste em decretar a pergunta “por quê” cinco vezes para, então, ser possível entender o que realmente aconteceu, ou seja, descobrir qual foi a causa raiz do problema (SOARES; BRITO, 2014). Conforme Ohno (1997), a natureza de um problema, assim como a sua solução, torna-se evidente quando são repetidos cinco vezes o “por quê?”, assim, pode-se observar a simplicidade e a objetividade do método.

METODOLOGIA

A pesquisa tem por objetivo o interesse prático, e seus resultados devem ser aplicados na solução de problemas reais. Esta pesquisa classifica-se quanto aos seus objetivos como descritiva, pois os dados utilizados na pesquisa foram registrados e não sofreram nenhum tipo de alteração ou modificação, uma vez que foram coletados e descritos no formato imparcial (PRODANOV; FREITAS, 2013).



Com relação à abordagem do problema, pode-se dizer que foi utilizado o método qualitativo, pois segundo Prodanov e Freitas (2013), o ambiente estudado serve como fonte direta para a coleta de dados e os autores atuaram como instrumento-chave de execução. Já em relação à estratégia, foi utilizado o estudo de caso, pois, segundo Woodside e Wilson (2003), essa estratégia de estudo investiga um fenômeno dentro de um contexto real.

No caso deste trabalho, as práticas de manutenção foram realizadas no laboratório de mecânica de uma Instituição de Ensino Técnico situada na cidade Aracaju/SE.

As disciplinas que envolvem as práticas de manutenção são apresentadas aos alunos do curso técnico nos períodos finais do curso. O Planejamento e Organização da Manutenção Mecânica envolve o estudo, conhecimento, aprimoramento e desenvolvimento das principais metodologias e técnicas de manutenção aplicadas, com o intuito de manter a disponibilidade e manutenibilidade dos equipamentos industriais no dia a dia das operações. Diversos equipamentos, tanto elétricos quanto mecânicos, são imprescindíveis para as atividades diárias em um fábrica, a exemplo das bombas centrífugas, furadeiras de coluna, serras, fornos industriais entre outros.

De maneira geral, os laboratórios das escolas de ensino técnico devem estar preparados, com equipamentos adequados, para oferecer cursos que estejam aptos a formar profissionais qualificados para o mercado, tanto na teoria quanto na prática. Por falta de recursos, muitas instituições carecem de alguns equipamentos que não são adquiridos ou que estão sem condições de uso, prejudicando assim a formação profissional dos alunos.

Buscando a relação entre as aulas teóricas e práticas, propõe-se então que os alunos sejam levados ao laboratório de mecânica para realizarem um estudo de caso, no qual irão avaliar as condições de uso e disponibilidade dos equipamentos. O estudo foi realizado com um grupo de alunos que se encontravam no período final do curso técnico Eletromecânica de uma Instituição de Ensino Técnico particular da cidade de Aracaju/SE, no ano de 2017.

Figura 1 – Componentes desmontados da bomba centrífuga (a) e furadeira vertical (b)


Fonte: acervo dos autores.

Após a desmontagem, foi possível verificar que vários componentes estavam sem condições de uso; desse modo, as aulas de outras disciplinas também seriam comprometidas pela indisponibilidade dos equipamentos. Foram identificados na bomba centrífuga (Figura 1a) os seguintes problemas: quebra da chave de alavanca do eixo, rolamentos estourados, gaxetas ressecadas e falta de lubrificação. Já na furadeira (Figura 1b), foi possível perceber que o equipamento estava há algum tempo sem operação, sua estrutura possuía alguns pontos de danificação, sem lubrificação e com alguns componentes em desgaste.

Com essas informações foram aplicadas duas técnicas de solução de problemas: o *brainstorming* e os 5PQs. A dinâmica de grupo foi fundamental na elaboração do *brainstorming* e os 5PQs foi utilizado para se chegar ao problema, ou seja, à causa raiz do problema dos equipamentos. A Figura 2 apresenta a identificação da causa raiz por intermédio do método 5PQs.

Figura 2 – Identificação da causa raiz


Fonte: acervo dos autores.



Conforme se confere na Figura 2, a causa raiz que motivou a parada dos equipamentos foi a inexistência de uma manutenção corretiva e de um plano de manutenção que possivelmente poderia ter corrigido o problema e mantido a disponibilidade dos maquinários. Com essa causa raiz identificada, foi elaborado o plano de ação com as atividades a serem realizadas para sanar o problema. O plano é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Plano de ação para a e recuperação e manutenção dos maquinários

O que fazer	Quem	Quando	Por que	Onde	Como	Quanto Custa
Realizar limpeza e lubrificação dos elementos de cada equipamento	Alunos	Até 30/09/2017	Retirar as impurezas	Laboratório de mecânica	Submeter cada componente a uma limpeza rigorosa	-
Realizar os reparos mecânicos e elétricos da Furadeira	Alunos	Até 30/09/2017	Alguns componentes elétricos estava danificados e impossibilitam o funcionamento da máquina	Laboratório de mecânica	Avaliar os componentes que podem ser aproveitados para uso e trocar os danificados	RS 522,00
Pintura da Furadeira	Alunos	Até 30/09/2017	Conservação do equipamento	Laboratório de mecânica	Pintar toda a estrutura da furadeira	RS 50,00
Elaborar um plano de manutenção	Alunos	Até 30/09/2017	Padronizar ações preventivas da máquina	Laboratório de mecânica	Listar as operações e atividades que devem ser realizadas	-
Fabricação de chaveta da bomba	Alunos	Até 30/09/2017	Redução das vibrações no eixo da bomba	Laboratório de mecânica	Tirar as medidas do rasgo da chaveta do eixo e fabricar com as medidas encontradas	-
Realizar troca dos rolamentos da bomba	Alunos	Até 30/09/2017	Melhorar o desempenho do eixo da bomba	Laboratório de mecânica	Realizar a compra de novos rolamentos	RS 120,00
Pintura da Bomba	Alunos	Até 30/09/2017	Conservação do equipamento	Laboratório de mecânica	Pintar a carcaça da bomba para conservação	-

Fonte: acervo dos autores.

A partir do plano de ação (Quadro 1), foi iniciada a etapa de reparos na bomba centrífuga e na furadeira vertical. A Figura 3 apresenta os reparos mecânicos e elétricos dos componentes da furadeira vertical que estavam em más condições de uso, bem como a limpeza destes.

Os reparos elétricos consistiram na aquisição de uma nova caixa de comando e adicionou-se um relé térmico, o que ocasionou uma melhoria contra o aquecimento das peças. Foram trocados o disjuntor e o contactor, o disjuntor foi colocado separado para o comando na parte frontal da caixa. Substituiu-se a chave seletora, foi colocado um LED para a indicação do botão *On-Off* e um LED de cor diferenciada para sinalização do botão de emergência.

Figura 3 – Reparo na tampa da caixa motora e estrutura da furadeira

Fonte: acervo dos autores.

Na bomba centrífuga foi iniciada a etapa de recuperação e fabricação de alguns componentes da bomba. A Figura 4 apresenta o dano sofrido pela chaveta do eixo. Uma das possíveis causas da degradação do componente pode ter sido a falta de alinhamento correto entre a bomba e o motor, podendo isso ter causado vibrações excessivas e, conseqüentemente, ter transmitido tensões concentradas na chaveta causando desgaste por fadiga.

Figura 4 – Chaveta do eixo danificada

Fonte: acervo dos autores.

A chaveta danificada foi substituída por uma fabricada no laboratório de manutenção, desse modo não houve custo. Na Figura 5 são comparadas as chavetas, a com defeito (a) e a nova (b), para posteriormente ser realizada a substituição.

Figura 5 – Comparação entre a chaveta danificada (a) e a fabricada (b)

Fonte: acervo dos autores.

A manutenção dos outros elementos da bomba centrífuga se deu de maneira conjunta e englobou a limpeza do eixo, as tampas do mancal e a troca dos rolamentos. A Figura 6 mostra o processo de remoção dos rolamentos do eixo. Para os rolamentos, tomou-se o cuidado para evitar que o processo de remoção pudesse danificar o eixo no uso da prensa hidráulica para retirar os rolamentos.

Figura 6 – Remoção do rolamento através da prensa hidráulica

Fonte: acervo dos autores.

A Figura 7 apresenta o antes e o depois dos rolamentos NSK. Eles foram substituídos porque já teriam atingido a carga máxima de trabalho ultrapassando o tempo de vida útil, por isso apresentaram defeitos de corrosão e desgastes.

Figura 7 – Rolamentos antes e depois da manutenção

Fonte: acervo dos autores.

Outra tarefa importante foi a limpeza das tampas de mancal, já que apresentavam traços de ferrugem. Para isso, foi utilizado óleo anticorrosivo para limpeza e proteção contra a corrosão e ferrugem. Na Figura 8 podem ser vistas as peças antes e depois da limpeza e da remoção das sujeiras.

Figura 8 – Antes e depois da limpeza e da remoção das impurezas das tampas do mancal

Fonte: acervo dos autores.

Para a substituição das gaxetas da bomba, foi preciso avaliar as condições físicas em que elas se encontravam. Como estavam em estado crítico de uso, foi necessário realizar a troca seguindo as seguintes etapas de instalação:

- 1) instalar um anel de gaxeta cada vez, na sequência inversa da desmontagem;
- 2) colocar graxa no diâmetro interno de cada anel de gaxeta ou outro lubrificante quando recomendado pelo fabricante da bomba;

- 3) os anéis de gaxeta podem ser introduzidos no interior da caixa de gaxeta com o auxílio do “aperta” gaxeta ou utilizar uma bucha bipartida. A Figura 9 demonstra a instalação dos anéis da gaxeta.

Figura 9 – Instalação das gaxetas da bomba



Fonte: acervo dos autores.

Após a limpeza e a troca de todos os componentes danificados, partiu-se para a etapa de pintura. Na Figura 10 é mostrado o processo de pintura dos componentes da bomba e na Figura 11 a pintura dos componentes da furadeira.

Figura 10 – Pintura dos componentes da bomba centrífuga



Fonte: acervo dos autores.

Figura 11 – Componentes da furadeira após a pintura

Fonte: acervo dos autores.

Por fim, foi realizada a etapa de montagem dos equipamentos. A Figura 12 apresenta a montagem da bomba centrífuga e a Figura 13 o antes e o depois da furadeira vertical.

Figura 12 – Montagem da bomba

Fonte: acervo dos autores.

Figura 13 – Antes e depois da furadeira vertical

Fonte: acervo dos autores.



Com a realização das correções e com a retomada do funcionamento dos maquinários, foi reunida a equipe para que fossem traçadas as atividades que seriam necessárias para compor o plano de manutenção preventivo. Por meio de outro *brainstorming*, definiu-se que as atividades seriam elaboradas conforme períodos de utilização do laboratório e das máquinas. O plano de manutenção pode ser visualizado no Quadro 2. Não houve atividades com períodos anuais, pois entendeu-se que com essas atividades propostas é possível prevenir falhas.

CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo apresentar práticas de manutenção mecânica realizadas por alunos do Ensino Técnico no laboratório de mecânica de uma escola técnica da cidade de Aracaju/SE.

Diante do exposto, pode-se concluir que, considerando-se os resultados, a aplicação das práticas de manutenção deu-se de maneira satisfatória, pois todas as etapas propostas foram seguidas e com isso o plano de ação foi executado de maneira eficiente.

Pode-se concluir ainda, em razão dos resultados obtidos, que as ferramentas utilizadas – *brainstorming*, 5W2H e 5PQs – foram eficazes, uma vez que o objetivo proposto foi alcançado e a causa raiz do problema foi detectada e tratada a fim de evitar que este ocorra novamente. Deve-se sempre buscar a evolução na maneira de realizar as operações, promover ações corretivas para que os problemas já resolvidos não voltem a aparecer.

Além das práticas, percebeu-se um engajamento dos alunos após a atividade prática, isso porque foi despertado o lado de trabalho em equipe e a vontade de colocar em ação o que foi aprendido nas aulas do laboratório.

Por fim, entende-se que com a realização deste trabalho foi possível compreender a importância do uso de ferramentas estratégicas para a aplicação da manutenção preventiva, considerando diversos fatores que vão desde a produtividade até a segurança das pessoas envolvidas nas operações.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5462**: confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.



- ACKERMAN, K. **350 Dicas para gerenciar seu armazém**. São Paulo: Instituto IMAM, 2004.
- BAXTER, M. **Projeto de produto** – Guia prático para o desenvolvimento de novos produtos. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1998.
- CAMPOS, D. N. Aplicação de metodologias de confiabilidade na manutenção industrial. **Revista de Administração & Ciências Contábeis**, v. 5, n. 1, 2016.
- GAIÃO FILHO, I.; CAMPOS, F. Análise comparativa da experiência das técnicas criativas, Brainstorming e Método 635 a partir da Teoria da Atividade. **Revista dos encontros internacionais Ergotrip Design**, v. 1, n. 1, p. 10-19, 2016.
- GERLACH, G.; PACHE, R. Aplicação de ferramentas da qualidade no processo de recebimento de materiais em uma empresa metal-moveleira. **Anais...** Semana Internacional das Engenharias da FAHOR. 2011.
- GONÇALVES, R. G. S. et al. Suporte ao processo de tomada de decisão na operação de bombas centrífugas, através de um sistema informatizado que emprega inteligência artificial. 13º Congresso Nacional de Iniciação Científica, 2013. **Anais...** Conic-Semesp, Universidade Santa Cecília, 2013.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção função estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1998.
- MIRANDA, M. H. U. et al. Uso das ferramentas de qualidade em uma indústria de alimentos para a redução das reclamações dos consumidores. **Anais...** Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2015.
- MUASSAB, J. R. **Gerenciamento da Manutenção na Indústria Automobilística**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Taubaté. São Paulo, 2002.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produtividade em larga escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.
- PINTO, A. K.; XAVIER, J. **Manutenção**: função estratégica, Editora Qualitymark, 2001.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- PRODANOV, C.C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.
- RIES, E. **A startup enxuta**: como os empreendedores atuais utilizam a inovação contínua para criar empresas extremamente bem-sucedidas. São Paulo: Lua de Papel, 2012.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Artmed, 1996.
- SILVA, A. O. et al. Gestão da Qualidade: aplicação da ferramenta 5W2H como plano de ação para projeto de abertura de uma empresa. **Anais...** Semana Internacional das Engenharias da FAHOR, 2013.



- SOARES, S. C.; BRITO, J. N. Análise da causa raiz da falha de um moinho de pinos utilizado no processo produtivo de uma indústria processadora de amêndoa de cacau. **Anais...** XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2014.
- VALENÇA, A. K. A. et al. Aplicação da metodologia de análise e melhoria de processos em uma linha de pintura eletrostática numa indústria de móveis de Sergipe. **Anais...** Simpósio de Engenharia de Produção – SIMEP, UDESC/UNIVILLE, 2017.
- WERKEMA, M. C. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. 6. ed. Belo Horizonte: DG, 1995.
- WOODSIDE, A. G.; WILSON, E. J. Case study research methods for theory building. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 18, n. 6/7, 2003, p. 493-508.