

Revista e-Tec de Ciência e Tecnologia



Faculdade da Indústria SENAI Londrina

e-TEC

Revista de
Tecnologia e
Ciência

Edição V2 - ano 2021 – Londrina Paraná

Corpo Editorial

Editor Chefe – Edição V2-2021
Prof. Dr. Rodolfo A. Hildebrandt

Comitê Executivo

Prof.^a Adriana G. Carvalho
Prof. Antônio Carlos Rodrigues
Prof. Aparecido Serapião dos Santos
Prof. Fábio Rodrigo Milanez
Prof. Renato Kazuo Miyamoto
Prof. Dr. Vicente de Lima Gongora
Prof. Wesley Candido da Silva

Editora: Faculdade de Tecnologia Senai Londrina

ISSN: 2358-5528

Direitos reservados

Faculdade de Tecnologia SENAI Londrina

Rua Belém, 844 – Londrina PR.

43 -3294-5100 – faculdade.londrina@sistemafiep.org.br

Partes desta publicação poderão ser reproduzidas, sem a autorização prévia e escrita da Editora Faculdade da Indústria SENAI Londrina, desde que citada a fonte.

Este periódico publica nomes individuais, comerciais, marcas registradas e produtos pertencentes a diversas companhias. O Editor utiliza-se destes nomes somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários dos nomes e marcas, sem intenção de atingir seus direitos. Observa-se ainda que os dados contidos nos artigos são de responsabilidade dos próprios autores.

Prefácio

Este ano de 2021, a jornada de Aprendizagem está caracterizada pela temática da Robótica móvel e cooperativa, tema aprovado pelos membros do NDE dos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica e dos cursos superiores de Tecnologia em Automação e Manutenção Industrial.

A partir desta temática buscou-se nas plataformas do Inova Senai, as demandas cadastradas pelas indústrias. Entre elas o kit didático solar adaptado para a nossa realidade, o projeto do Robô agro e o Robô CNC.

O desafio maior, a ser enfrentado é realizar estes projetos, envolvendo os alunos em pleno regime de exceção que a pandemia impôs; para atender de forma eficiente algumas das competências nominadas em nosso projeto pedagógico, adaptado das novas Diretrizes curriculares nacionais; tal como a de Interagir e trabalhar em equipe – exercitando a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

Destacam-se trabalhos sobre manutenção produtiva e outras técnicas um avanço em relação as técnicas usualmente implementadas na indústria e o open tec, uma novidade editorial iniciada em 2019; que pode caracterizar, entre outros tópicos, o processo educacional da Faculdade da Indústria SENAI Londrina, como é o caso nesta edição; que elucida as complexidades da educação superior, salientando as diferença quando comparadas com os sistemas de controle inteligente de processos industriais, não que este último seja simples, mas vale a pena verificar estas diferenças!

Boa leitura e forte abraço, prof. Dr. Vicente Gongora

Sumário

Capítulo I – Manutenção Produtiva Total: Os Impactos da Implantação da Metodologia nas Indústrias Brasileiras	4
Capítulo II – O Uso das Técnicas Preditivas na Manutenção de Esteiras Transportadoras.....	24
Capítulo III – Manutenção Preventiva: Proposta de Otimização em um Alimentador de Braço Robótico	36
Capítulo IV Open – Tech “Educação como um Sistema de Controle Inteligente de Processos em Malha Fechada”	49

Capítulo I – Manutenção Produtiva Total: Os Impactos da Implantação da Metodologia nas Indústrias Brasileiras

Matheus Henrique Segré ¹

Rodolfo Hildebrandt ²

Antonio Carlos Rodrigues ³

Aparecido Serapiao Dos Santos ⁴

Adriana Giseli Leite Carvalho ⁵

RESUMO

O estudo e a análise desta pesquisa apresentará os impactos provenientes da implantação da metodologia de manutenção produtiva total nas indústrias brasileiras, ao longo do texto será apresentado uma revisão sobre a metodologia TPM abordando brevemente suas principais características, posteriormente foram analisados estudos de casos publicados nos últimos anos que apresentam os resultados obtidos e mensurados provenientes da implantação desta metodologia no Brasil. O critério para escolha das pesquisas foram os trabalhos que apresentaram de forma fragmentada os resultados encontrados em cada pilar de implantação da metodologia, e apesar de encontrarem em grande parte dos casos uma alta dificuldade de aceitação por parte dos colaboradores quanto a metodologia, após o preconceito inicial quanto as mudanças e burocracias a metodologia, é visível as melhorias nos processos e significativas para a empresa que à adota.

Palavras-chave: Manutenção Produtiva Total. Gestão da Manutenção. Manutenção Autônoma.

Total Productive Maintenance: The results of the implementation of the Methodology in Brazilian Industries

ABSTRACT

The study and analysis of this research will present the impacts arising from the implementation of the total productive maintenance methodology in Brazilian industries, throughout the text a review of the TPM methodology will be presented, briefly addressing its main characteristics, later case studies published in the last few years that present the results obtained and measured from the implementation of this methodology in Brazil. The criteria for choosing the research were the works that presented in a fragmented way the results found in each pillar of implementation of the methodology, and despite finding in most cases a high difficulty of acceptance by employees about the methodology, after prejudice initial as the changes and bureaucracies to the methodology, the improvements in the processes are visible and significant for the company that adopts it.

¹ Esp. Gestão da Manutenção industrial, Faculdade de Tecnologia Senai Londrina.

² Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

³ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

⁴ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: aparecido.serapiao@sistemafiep.org.br

⁵ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

Keywords: Total productive maintenance. Maintenance management. Autonomous Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

A gestão da manutenção é um assunto amplo no meio industrial, com o avanço das tecnologias, da globalização e do crescimento acelerado industrial, as empresas precisaram pensar em formas de reduzir seus gastos operacionais para se manterem competitivas no mercado. Desta forma iniciaram-se estudos sobre a gestão da manutenção, a qual vem se provando uma forma eficaz de mitigar os custos de produção resultando no aumento da lucratividade.

Dentre as diversas técnicas e metodologias de manutenção já aplicadas ao longo dos anos na indústria a metodologia de Manutenção Produtiva Total, é uma das que mais recebe destaque no Brasil. Suas propostas inovadoras de modelo de gestão veem agradando grande parte dos empresários e gestores de grandes indústrias. Mas qual a real eficiência desta metodologia no meio industrial.

Esta pesquisa terá como objetivo apresentar por meio de revisão literária os resultados encontrados a partir das aplicações da metodologia de MPT em indústrias brasileiras, demonstrando vantagens e desvantagens obtidas com a implantação de modo a caracterizar sua eficiência no país. Bem como apresentar as dificuldades encontradas durante o processo de implantação. De modo a preparar as empresas que pretendem adotar esta metodologia em seu processo produtivo em busca de melhorar os resultados adquiridos com a implantação.

2. O INÍCIO DA MANUTENÇÃO

Desde o início dos tempos o homem reconhece a necessidade da manutenção, efetuando reparos e cuidados em suas ferramentas de trabalho buscando garantir que não ocorram falhas em momentos de necessidade. Foi com a chegada da revolução industrial (1760) que se iniciou o reconhecimento da real importância da manutenção. Dois séculos depois (1970) a manutenção foi introduzida aos meios acadêmicos como objeto de estudo. (SHIGUNOV NETO e SCARPIM, 2014)

Almeida (2016, p. 16) define a manutenção como “o conjunto de cuidados e procedimentos técnicos necessários ao bom funcionamento e ao reparo de máquinas, equipamentos, peças, moldes, estampos, ferramentas e instalações”.

Já para Shigunov Neto e Scarpim (2014, p. 53) a manutenção tem como objetivo “efetuar reparos e consertos em máquinas, equipamentos e instalações para que possam funcionar em perfeito estado”.

Ao longo dos anos a manutenção Industrial vem evoluindo e conforme os estudos avançaram nesta área pode-se classificar manutenção em diversos tipos, técnicas e metodologias, dentre essas as mais reconhecidas são: corretiva, preventiva, preditiva, Manutenção produtiva total (TPM), Manutenção centrada na Confiabilidade (MCC). (ALMEIDA, 2016)

2.1 A evolução da manutenção industrial

A história da Manutenção industrial pode ser dividida em seis grandes fases, como demonstrando na Figura 1.

Figura 1 – Fases da Manutenção



Fonte: Adaptado de Shigunov Neto e Scarpim (2014)

A respeito das fases históricas da manutenção os autores Shigunov Neto e Scarpim (2014) explicam que:

A primeira fase iniciada por volta do século V se estendeu até o surgimento do Feudalismo. É conhecida como a fase onde o homem se preocupava com a manutenção de suas ferramentas de sobrevivência procurando manter seu equipamento sempre pronto para utilização.

A segunda fase aparece entre o período feudal e o início do capitalismo onde existiu um grande aumento das atividades agrícolas e conseqüentemente a preocupação em manter uma boa condição dos equipamentos e ferramentas utilizados.

A terceira fase inicia-se na idade contemporânea, junto a revolução industrial (1750) onde a manutenção passa a ser vista como uma atividade importante para a indústria, o objetivo da manutenção neste período era basicamente manter as máquinas em funcionamento.

A quarta fase foi destacada como a da mecanização, teve início no ano de 1900 e se estendeu até a segunda guerra mundial (1945), durante este período os maquinários da indústria eram superdimensionados e cabia a manutenção manter o funcionamento destes equipamentos e dos meios de comunicação disponíveis na época.

Na quinta fase (1945) devido a guerra e a necessidade de dispor soldados na frente batalha a indústria se viu com uma escassa quantidade de mão de obra e uma alta demanda de produtos a serem produzidos, resultando na necessidade de maquinários confiáveis e disponíveis a todo tempo, inicia-se então estudos aprofundados sobre métodos para evitar a falha dos equipamentos.

Na sexta fase, conhecida como *Total Productive Maintenance* foram introduzidos os conceitos de parada zero por manutenção nas indústrias, onde o objetivo da manutenção é aumentar a confiabilidade e disponibilidade do equipamento de modo a nunca interferir na capacidade de produção da indústria.

2.2 Tipos de Manutenção

2.2.1 Manutenção Corretiva

De acordo com Wyrebski (1997) a manutenção corretiva é uma técnica de manutenção reativa, ou seja, quando a falha ocorre os responsáveis pela manutenção precisam encontrar meios de colocar a máquina em funcionamento o mais breve possível, a manutenção ocorre quando o equipamento já está quebrado.

Para Almeida (2016 p. 17) “manutenção corretiva é aquela de atendimento imediato à produção, ou seja, o equipamento parou e a equipe de manutenção deve consertá-lo imediatamente para sanar a falta na produção”.

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994) define manutenção corretiva como: “aquela efetuada após a ocorrência de uma pane e é destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”.

Ou seja, a manutenção corretiva é aquela que tem caráter reativo à uma falha, a falha deve ocorrer, o equipamento ser paralisado ou sua funcionalidade comprometida para que ocorra a manutenção.

2.2.2 Manutenção Preventiva

De acordo com Monchy (1989 p.40) “manutenção preventiva é uma intervenção de manutenção prevista, preparada e programada antes da data provável do aparecimento de uma falha”.

Para Branco Filho (2004 p.86) “manutenção preventiva é todo o serviço de manutenção realizado em máquinas que não estejam em falha , ou antes da falha, estando com isto em condições operacionais ou no máximo em estado de defeito.”

De acordo com Nunes (2001 p. 13):

A manutenção preventiva, por sua vez, é definida para a situação em que não se caracterizou um estado de falha. Sendo assim, essa forma de manutenção é aquela realizada em um equipamento com a intenção de reduzir a probabilidade de ocorrência da falha. É uma intervenção de manutenção prevista, preparada ou programada antes da data provável do aparecimento da falha.

A manutenção preventiva é o tipo de manutenção que tem por objetivo evitar que o equipamento falhe. Esta técnica de manutenção utiliza análise do projeto e de vida útil dos componentes internos da máquina para definir os prazos ideais para realizar a troca dos componentes de modo a prevenir que a falha ocorra de forma imprevista. As intervenções desta técnica de manutenção são geralmente executadas no contra turno da produção de modo a minimizar as paradas por manutenção e maximizar a produção.

2.2.3 Manutenção Preditiva

Com o processo de implantação de manutenção preventiva nas indústrias foi observado que o custo com a manutenção estava se elevando drasticamente. Notou-se também que em grande parte dos componentes, as trocas periódicas não condiziam com a capacidade real de vida útil atribuída, ocasionando na troca de componentes prematura, ou seja, ainda em bom estado para utilização. Com isto em vista foram estudadas formas de reduzir este desperdício, resultando na manutenção preditiva.

Para Otani e Machado (2008, p. 4) manutenção preditiva “é um conjunto de atividades de acompanhamento das variáveis ou parâmetros que indicam o desempenho dos equipamentos, de modo sistemático, visando a definir a necessidade ou não de intervenção”

De acordo com Seleme (2015, p 46) a manutenção preditiva é mais que só o monitoramento:

É o meio de melhorar a produtividade, a qualidade do produto e a eficiência geral da fabricação e das plantas de produção. Vai além do monitoramento de vibrações, da análise de uma imagem térmica ou ensaios de viscosidade do óleo ou qualquer uma das outras técnicas, dos ensaios não destrutivos.

A manutenção preditiva pode ser definida como a associação entre técnicas de manutenção preventiva com a atribuição de monitoramento e diagnóstico das condições reais dos componentes internos do maquinário. De modo a só realizar a

troca de algum dos componentes quando o mesmo esteja realmente prestes a apresentar algum defeito que prejudique sua função na máquina.

3. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (MPT)

A Manutenção Produtiva total foi implantada primeiramente no Japão, na empresa Nippodenso, integrante do grupo Toyota. Trata-se de uma metodologia de manutenção que adota os princípios de trabalho em equipe e tem como principais objetivos a melhoria contínua e redução de falhas nos processos industriais. Seu maior diferencial em relação as outras metodologias é o conceito de manutenção autônoma, onde o operador do equipamento é capacitado para realizar pequenas manutenções de rotina e zelo por seu instrumento de trabalho, trazendo consigo o senso de dono. (SELEME, 2015)

A MPT é uma metodologia complexa, como o próprio nome sugere (total) é uma manutenção que envolve todos os setores, equipamentos e funcionários da empresa, não importando o cargo exercido.

Em definição, para Shigunov Neto e Scarpim (2014, p. 72):

Manutenção Produtiva Total é uma atividade integrante da manutenção, que visa aperfeiçoar o gerenciamento orientado para seus equipamentos, sendo compatível com as necessidades da sociedade atual. Pode também ser definida como uma filosofia de manufatura que enfoca e valoriza o relacionamento efetivo dos operadores com o equipamento e suas funções, objetivando a eliminação total das perdas, por intermédio do melhoramento contínuo das habilidades das pessoas e do desempenho de seus equipamentos.

De acordo com Martins e Laugeni (2005 apud. SELEME, 2015) a MPT recomenda análise de seis grandes perdas, as quais devem ser controladas e reduzidas de modo possibilitar o aumento da produtividade dos equipamentos, sendo estas:

- I. Perda por quebra/falha de equipamentos
- II. Perda por mudança de Linha/Regulagem (*setup*)
- III. Perda por paradas Temporárias
- IV. Perda por baixa velocidade
- V. Perda por Qualidade Insatisfatória
- VI. Perda por entrada em regime e queda de rendimento (*startup*)

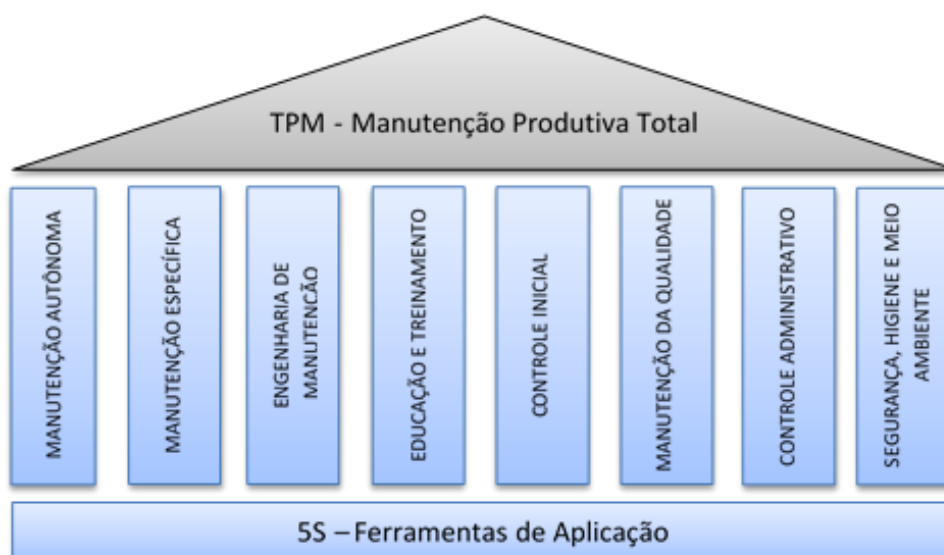
As análises devem ser sempre constantes, podendo ser organizadas e apresentadas por meio de indicadores. É importante ressaltar que não basta apenas verificar e tabular estas perdas, deve-se elaborar planos de ação almejando a redução dos valores encontrados, para maximizar a produção.

3.1 Os Pilares da Manutenção Produtiva Total

A Manutenção Produtiva total, por se tratar de uma metodologia complexa e de difícil implantação, pode ser dividida em pilares, os quais podem ser implementados no processo produtivo gradativamente. (SELEME, 2015)

De acordo com Shigunov Neto e Scarpim (2014) embora não exista em literatura uma ordem fixa para a implantação de cada pilar, ou uma definição única e unanime a respeito de quais são estes pilares, serão classificados neste artigo os oito pilares que representam a forma como a manutenção é estruturada. A Figura 2 apresenta os oito pilares da Manutenção de acordo com os autores Shigunov Neto e Scarpim. (2014).

Figura 2 – Os Oito Pilares da Manutenção Produtiva Total



Fonte: Adaptado de Seleme (2015)

A seguir será apresentado cada pilar da Figura 2, para deixar claro como deve funcionar cada etapa da implementação, como mencionado anteriormente, a ordem de implantação nunca é fixa, entretanto, quando é realizada a etapa de educação e treinamento do pessoal prioritariamente o resultado da implantação pode ser potencializado.

3.1.1 Manutenção Autônoma

De acordo com Shigunov Neto e Scarpim (2014) o objetivo do pilar de manutenção autônoma é capacitar os operadores de modo que se tornem responsáveis pelas máquinas e equipamentos que utilizam durante sua jornada de trabalho, ou seja, cabe ao operador realizar os serviços rotineiros de manutenção, como limpeza periódica, lubrificação, pequenas substituições e reparos de componentes da máquina, identificar e reportar anomalias encontradas de modo a evitar paradas não programadas na produção. Deixar o operador consciente a respeito de seu equipamento, suprindo as necessidades rotineiras da máquina e deste modo, reduzindo o número de quebras e aliviando a equipe de manutenção para realizar outras atividades de manutenção planejada na fábrica.

Para Seleme (2015) utilizar um técnico altamente qualificado ou um engenheiro para realizar tarefas de manutenção básicas não é rentável. Com o treinamento dos operadores para realização destas atividades, além do acréscimo do nível de habilidade do operador, a indústria consegue liberar o pessoal mais qualificado para realização de tarefas mais complexas o que acaba reduzindo custos das tarefas mais simples.

Para Britto e Pereira (2004, p. 4) “O Pilar de Manutenção Autônoma é uma das partes mais visíveis da Manutenção Produtiva Total, onde o impacto visual e as mudanças no ambiente de trabalho são percebidas com o aumento do comprometimento dos operadores e manutentores.”

3.2.2 Manutenção Específica

Este pilar visa à redução de perdas, em consequência, o aumento da disponibilidade dos maquinários e potencial produtivo dos ativos, resultando em um

maior lucro operacional. É o pilar que mais apresenta resultados da metodologia, nele são abordados as técnicas e metodologias para a eliminação das seis grandes perdas e a eficiência Global dos equipamentos pelo indicador OEE. (BRITTO e PEREIRA, 2004)

Shigunov e Scarpim (2014) apresentam dois exemplos de metodologias utilizadas neste pilar, sendo: a redução de pequenas paradas, a qual objetiva aumentar a disponibilidade do equipamento durante seu regime de trabalho, reduzindo a ocorrência de pequenas paradas no equipamento e a redução de setup, a qual objetiva reduzir o tempo necessário para configurar o equipamento na troca de produto.

3.2.3 Engenharia de Manutenção

A Engenharia de Manutenção é o pilar responsável pelo planejamento e controle do setor de manutenção da indústria, seu objetivo é preparar estrategicamente o setor de manutenção da empresa, de modo que consigam efetuar as manutenções planejadas sem impactar negativamente na produção, visando alcançar o nível de quebras zero e maximizando o rendimento operacional da indústria. Utiliza de diversas técnicas para estruturar classificar e organizar os equipamentos, pessoal e peças de reposição. (BRITTO e PEREIRA, 2004)

É neste pilar que será estudado a melhor forma de realizar a manutenção nos equipamentos, decidido se serão realizados procedimentos preventivos, preditivos, ou até mesmo corretivos para manter a produção eficaz. Grandes empresas possuem um setor especializado apenas para esta função denominado PCM (Planejamento e Controle da Manutenção) com profissionais capacitados para desenvolver e executar as estratégias de manutenção da indústria.

3.2.4 Educação e Treinamento

Para Shigunov Neto e Scarpim (2014 p. 77) “a educação e o treinamento buscam elevar continuamente o nível de capacitação de cada colaborador. Este componente é responsável por identificar e desenvolver as habilidades, os conhecimentos e as atitudes de todos os colaboradores.”

De acordo com Britto e Pereira (2004) o treinamento é um meio de atingir um objetivo, mas não basta a empresa disponibilizar o treinamento para seus colaboradores, os mesmos devem aceitar a capacitação. Além disso, cabe a empresa acompanhar as habilidades adquiridas de modo a tornar o processo de capacitação contínuo. Destacando que o ser humano gosta de ser elogiado e entende críticas construtivas, o que torna o processo de treinamento mais eficaz.

3.4.5 Controle inicial

Para Seleme (2015, p 71) este pilar “consiste no conjunto de atividades e que visa à redução das perdas do período entre o desenvolvimento do produto e o início da produção plena.”

De acordo com Britto e Pereira (2004, p. 5)

O Pilar de Controle Inicial tem como objetivo romper a premissa do projeto focado no equipamento. Busca uma abordagem que considere o equipamento como sendo um sistema homem máquina, embutido em uma condição ambiental e condição de produção. A ideia básica é conceber equipamentos capazes de garantir as características de confiabilidade, qualidade, segurança, como também a economia de recursos.

Para Shigunov Neto e Scarpim (2014) o objetivo do Controle inicial é reduzir o tempo de início de novos produtos e equipamentos e processos, garantindo sua implantação em conformidade com os outros pilares da TPM, como manutenção autônoma, qualidade, segurança, meio ambiente, manutenção planejada, entre outros.

3.4.6 Manutenção da Qualidade

Pilar responsável por adequar as máquinas e equipamentos para a obtenção de “defeitos zero” dos produtos fabricados, neste pilar se enquadram todas as atividades destinadas a definir, controlar, e otimizar as condições operacionais do equipamento para que não ocorra defeitos na produção.

Para Shigunov Neto e Scarpim (2014, p. 79-80) “a manutenção da qualidade busca incessantemente três objetivos: Zero defeito; Zero retrabalho; Zero Rejeito.”

Sendo que para Seleme (2015, p 70) uma das técnicas mais eficazes de obter estes resultados é a aplicação do “6M” que consiste em:

Mão de Obra, máquina, Material, método, medida e meio ambiente. Estes seis fatores incidem diretamente sobre a qualidade, sendo que o objetivo básico é a transformação deles em condições ideais. Uma análise de causas em conjunto de propostas de melhorias reduzem a variabilidade e aumentam a qualidade.

Existem diversas outras técnicas que podem ser aplicadas neste pilar, Britto e Pereira (2004) citam que a eliminação da deterioração dos equipamentos também é uma importante condição para a obtenção de defeito zero na linha produtiva

3.4.7 Controle Administrativo

Este pilar pode ser considerado uma expansão da metodologia para as áreas não produtivas da empresa. Com o objetivo de eliminar as perdas administrativas, utiliza de técnicas de controle da logística, compras, programação, almoxarifado, evitando o excesso ou falta de peças de reposição em estoque, melhorando o tempo de resposta destes setores em relação a indústria, garantindo qualidade e confiabilidade das informações trocadas entre os setores.

De acordo com Britto e Pereira (2004, p. 6) o controle administrativo “ é um pilar que consiste em processar informações de maneira rápida, com qualidade e confiabilidade, a fim de otimizar processos administrativos e reduzir perdas administrativas.”

Para Shigunov Neto e Scarpim (2014) as áreas administrativas funcionam como fábricas de informação e tais informações devem ter tanta qualidade quanto um produto fabricado, logo, os mesmos conceitos aplicados as áreas produtivas, devem ser aplicados as áreas administrativas, ou seja, perda zero.

3.4.8 Segurança Higiene e Meio Ambiente

Para Seleme (2015) este pilar é de suma importância pois a Metodologia de Manutenção Produtiva Total também estabelece a meta de acidentes zero. Consiste no planejamento e atividades relacionadas a eliminar os índices de acidentes de trabalho e contaminação ambiental, propiciar um ambiente seguro para os

trabalhadores e capacitá-los a realizar a avaliação de riscos das tarefas que irão desenvolver durante as manutenções autônomas.

Para Britto e Pereira (2004, p. 6) “é o pilar responsável pelo estabelecimento do sistema de gestão que proporcione à empresa a oportunidade de atingir acidente zero, doença ocupacional zero e danos ambientais zero.”

Além da importância interna para a fábrica, as atividades aplicadas neste pilar auxiliam na imagem externa da empresa, perante o mercado, devido as considerações feitas com relação ao meio ambiente e os impactos ambientais. (SHIGUNOV NETO E SCARPIM, 2014)

4. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão de Literatura sobre a implantação da metodologia de Manutenção Produtiva Total nas indústrias Brasileiras. Foram pesquisados em livros, artigos e revistas de caráter científico por obras literárias que fundamentaram o tema para apresentá-lo de maneira sucinta ao leitor. Em seguida, iniciou-se o trabalho de pesquisar por estudos de caso, publicados nos últimos 20 anos, os quais, abordaram a implantação da metodologia em indústrias brasileiras de variados setores e apresentaram resultados referentes a implantação da metodologia no Brasil.

Foram utilizadas apenas as referências que apresentaram os resultados obtidos com a implantação da metodologia em indústrias brasileiras, sejam negativos ou positivos. A pesquisa foi realizada de forma não sendo pré-selecionados nenhum dos estudos com o intuito de promover ou destacar apenas as que obtiveram resultados positivos ou negativos. Procurou-se também demonstrar a ao fim da pesquisa pode-se obter uma visão macro de como as indústrias brasileiras reagem ao processo de implantação, quais os principais desafios encontrados durante o processo e finalmente, quais foram os principais benefícios adquiridos com a utilização da TPM.

Foram selecionados trabalhos e artigos científicos recentes, publicados em revistas e anais de manutenção como critério de inclusão foram escolhidas as obras que apresentaram os resultados obtidos provenientes da implantação da metodologia TPM no Brasil.

5. DISCUSSÃO

Ao longo da pesquisa foi possível perceber que a Manutenção produtiva total oferece inúmeras vantagens para as indústrias que optam por sua escolha como metodologia de produção/manutenção. A seguir serão apresentados alguns estudos de caso de aplicações desta metodologia nas indústrias brasileiras, de modo a caracterizar e relatar a real eficácia do método quando aplicado a realidade industrial do país.

Cury Netto (2008) apresentou em sua pesquisa os resultados da implantação do TPM em duas renomadas indústrias no Brasil, a primeira, Natura, uma empresa de cosméticos, a implantação da TPM resultou na redução do índice de defeitos de produção em aproximadamente 35%, além disso, elevou-se o indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) utilizado para medir a eficiência global do equipamento em 11%. Na segunda indústria citada pelo autor, V&M do Brasil, empresa siderúrgica situada em Belo Horizonte, foram encontradas reduções: do tempo de limpeza dos equipamentos (64%), do tempo de processo (14,7%), de paradas não programadas (34,1%) e do custo de manutenção (62,5%). Além disso elevou-se o OEE dos maquinários em 54,9%, concluindo que a TPM se mostrou uma metodologia eficaz no que se propõe e por isso é tão utilizada.

Amaral Junior (2012) apresentou os resultados obtidos com a implantação da metodologia em uma indústria de bens de consumo no Paraná. Em sua pesquisa o autor destaca que a produção obteve uma redução de 92% na quantidade de intervenções de manutenção e os produtos com refugo também foram reduzidos em 94%. Concluindo que as melhorias resultantes da implantação dos conceitos de TPM na indústria foram nítidas, mais especificamente, neste caso, os conceitos da manutenção autônoma.

Padovan e Adamovicz (2013) em sua pesquisa avaliaram a implantação de um time de TPM em uma cervejaria em Ponta Grossa, PR. O time em questão responsável pela redução de riscos nas atividades de recebimento do Controle de Qualidade (pilar de Segurança Higiene e Meio Ambiente) obteve com a utilização de técnicas de TPM uma redução de 65% no nível de acidentes, melhorando de forma significativa os indicadores da companhia.

Marocco (2013) apresenta em sua pesquisa os resultados da implantação do TPM em uma indústria fabricante de produtos médicos hospitalares, localizada em Juiz de Fora – MG. Foi identificada uma queda de 55% das não conformidades de produção (pilar Manutenção da Qualidade) e atingida a meta de acidentes 0 na indústria. O autor relata em sua pesquisa que os resultados encontrados foram positivos para a empresa, a qualidade dos produtos melhorou de forma considerável, entretanto, também encontrou dificuldades durante a implantação para disciplinar as pessoas e encontrar momentos propícios para realizar o treinamento dos operadores (parar a produção).

Em outra pesquisa Bazi (2014) demonstrou os resultados da implantação do TPM em uma cervejaria de Ponta Grossa, PR. De acordo com o autor, obteve-se uma redução do set up de máquina de aproximadamente 71%, além de uma redução de 53% no número médio de paradas por turno para manutenção, resultando em um ganho de 29 minutos no tempo total de produção. A implantação da metodologia na fábrica resultou em um ganho de quase 40% na eficiência da linha de produção e proporcionou aos funcionários um ambiente de trabalho mais seguro e agradável.

Alves e Oliveira (2014) em sua pesquisa realizada em uma empresa alimentícia localizada em Minas Gerais notaram uma expressiva evolução nos indicadores da empresa, além de um aumento de 120% da capacidade de produção e a redução dos custos de mão de obra com a implantação do TPM, concluindo que: “é impossível negar o efeito benéfico causado pela implantação da TPM.” (ALVES E OLIVEIRA, 2014 p. 22)

Zorzenon (2015) em sua pesquisa numa multinacional do setor alimentício do interior de São Paulo constatou que a metodologia apresentou uma redução de 26% do prejuízo com as linhas piloto da fábrica, além de uma economia de aproximadamente 30% com materiais da mesma linha. Foi identificado também um aumento médio de 67% da quantidade de horas de treinamento na fábrica e uma perceptível redução de produtos com defeito do processo. Os resultados encontrados foram promissores, entretanto, a autora deixa claro que existiram uma série de dificuldades encontradas durante o processo de implantação da metodologia, como: falta de adesão dos colaboradores as mudanças, a alta rotatividade dos funcionários da empresa, problemas de gestão do tempo, concluindo que o maior desafio da empresa é mudar a visão dos colaboradores sobre o TPM.

Ferreira (2016) em sua pesquisa implantou a Manutenção autônoma em uma linha branca no polo Industrial de Manaus. Como principais resultados, observou-se um aumento na produtividade, maior envolvimento dos operadores com suas atividades e queda de 34% no registro de paradas no setor de produção. O autor observou também que com os operadores realizando pequenos ajustes e reparos nos maquinários a disponibilidade do pessoal de manutenção aumentou para que solucionem problemas mais complexos. Concluindo que a TPM tornou a empresa mais competitiva no mercado e sustentável.

Melo e Loos (2017) apresentaram em sua pesquisa uma situação exitosa da implementação da TPM. A indústria apresentada é de grande porte e do ramo alimentício, situada em Fortaleza – Ceará. Foram observados incrementos na qualidade e produtividade da indústria, observaram também um aumento motivacional dos funcionários e da consciência de trabalho em equipe em relação a importância das atribuições de cada indivíduo. Concluíram que a prática dos conceitos da TPM refletiram diretamente nos resultados operacionais da empresa, entretanto, levantaram a problemática que a metodologia gerou excedente mão de obra em seu processo, o qual poderia ser melhor explorado caso aderissem à ideia de Ferreira (2016) citado acima, que direcionou seu pessoal de manutenção para tarefas mais complexas, como a otimização do pilar de Engenharia de Manutenção por exemplo.

Biehl e Sellitto (2015) descreveram com sua pesquisa a aplicação da manutenção autônoma em uma área-piloto de uma indústria metalmeccânica brasileira. Os resultados mais eficazes encontrados foram de um aumento de mais de 700% no tempo médio entre falhas (MTBF), a redução de 40% no tempo médio até o reparo (MTTR) e a redução de 60% dos custos de insumos para manutenção. Os autores concluíram a partir de sua pesquisa que o TPM pode aumentar a eficiência da manutenção como fator estratégico para aumentar a competitividade da indústria no mercado.

Silva et. Al. (2017) demonstrou a eficiência da implantação do TPM em uma indústria papelreira em São Paulo. Como principais resultados encontrados, o tempo médio de ocorrência de paradas não planejadas na produção (indicador MTBF) foi aumentado de 1,5 dias para 31 dias e o tempo médio para reparar tais falhas (indicador MTTR) foi reduzido de 1,5 horas para 1,2 horas. O autor constatou também

que foi encontrada grande dificuldade durante a implantação do projeto devido a mudança de cultura dos funcionários da empresa.

Klems e Nunes (2017) estudaram uma indústria de médio porte localizada na região de Irati – Paraná e demonstraram o impacto causado pela implantação da TPM nas atividades de manutenção da empresa. Constataram avanço na redução das quebras de 47,74%, aumento da confiabilidade e manutenibilidade dos equipamentos e diminuição do refugo de produção. Concluíram que a empresa só obteve vantagens ao aplicar a metodologia, entretanto, deixaram explícito que a falta de envolvimento, a cultura da empresa, a falta de investimento inicial e principalmente o comprometimento da alta direção com a metodologia foram fatores que dificultaram o processo de implantação.

A Metodologia de Manutenção Produtiva Total, em grande parte das implantações (100% dos casos citados no trabalho) se mostra uma metodologia muito eficaz para o processo produtivo industrial. No Brasil, de acordo com o documento Nacional disponibilizado pela ABRAMAN (2013) aproximadamente 13% das empresas utilizam a metodologia TPM como ferramenta para promover a qualidade e de acordo com a revisão aqui apresentada grande parte das implantações, apesar das dificuldades encontradas quanto a cultura, tempo e dinheiro são eficazes e proporcionam melhorias significativas para as empresas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que os impactos que a metodologia de Manutenção Produtiva Total traz as indústrias brasileiras, em grande maioria dos casos são positivos, desde que seja corretamente implantada.

A metodologia traz consigo diversas vantagens, como o aumento da produtividade, qualidade e segurança, redução dos custos da manutenção, quebras de equipamento e tempo necessário para realizar os reparos, tendo como principais desvantagens um elevado custo inicial e a necessidade de que toda a indústria incluindo a alta gerencia aceitem a metodologia e pratiquem suas filosofias, uma tarefa que se mostrou trabalhosa, mas possível no Brasil.

Com a revisão dos estudos de caso apresentados, comprova-se que esta metodologia é eficiente e apesar de todas as dificuldades encontradas durante o processo de implantação é de grande valia para as Indústrias que desejam aumentar sua capacidade produtiva, a qualidade de seus produtos e otimizar os custos de produção para se manter competitivas no mercado.

REFERÊNCIAS

ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos. A situação da Manutenção no Brasil. In: 28º CONGRESSO BRASILEIRO DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS / 5º CONGRESSO MUNDIAL DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. Documento nacional. Salvador, Bahia, 2013 Disponível em: <http://www.abraman.org.br/Arquivos/403/403.pdf> Acesso em: 20 jun. 2019.

ALMEIDA, Paulo Samuel de. Manutenção Mecânica Industrial Princípios Técnicos e Operações. São Paulo: Érica, 2016.

ALVES, Leandro Martins; DE PAULA OLIVEIRA, Francisco. Estudo de implementação do sistema TPM na indústria de alimentos e seus ganhos. **Revista do Curso de Administração–PUC Minas. Edição, 2014**

AMARAL JUNIOR, Renato Saens. Implantação do pilar manutenção autônoma em equipamento de carga de gás de uma indústria de bens de consumo. 52f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2012. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/44853/R%20-%20E%20-%20RENATO%20SAENS%20AMARAL%20JUNIOR.pdf?sequence=1&isAllowed=y> acessado em : 24 jun. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade.** ABNT, 1994.

BAZI, Frank de Lima. AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS ALCANÇADOS APÓS IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL (TPM / MPT) EM UMA INDÚSTRIA DE CERVEJA. 70f. Monografia (especialização em engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5920/1/PG_CEEP_2014_1_09.pdf Acessado em: 18 jun. 2019.

BIEHL, Norberto Carvalho; SELBITTO, Miguel Afonso. TPM e manutenção autônoma: estudo de caso em uma empresa da indústria metal-mecânica. **Revista Produção Online**, v. 15, n. 4, p. 1123-1147, 2015.

BRANCO FILHO, Gil. Dicionário de termos de manutenção, confiabilidade e qualidade. ABRAMAN, 2004.

BRITTO, Ricardo Pitelli de; PEREIRA, M. A. Manutenção Autônoma: Um estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas. In: VII Semead - FEA USP, 2004, São Paulo. Anais do VII Semead, 2004. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/14571447-Manutencao-autonoma-estudo-de-caso-em-empresa-de-porte-medio-do-setor-de-bebidas.html>> acessado em: 25 jun. 2019.

FERREIRA, Cloves Wanderlande Torres. **MANUTENÇÃO AUTÔNOMA APLICADA NA MELHORIA DA QUALIDADE DA PRODUÇÃO: UM ESTUDO DE CASO**. 66f. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Engenharia de Processos). Universidade Federal do Pará. Belém, 2016. Disponível em: <<http://ppgep.propesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/Dissertacao2016-PPGEP-MP-ClovesWanderlandeTorresFerreira.pdf>> acessado em: 29 jun. 2019.

KLEMS, Ronaldo Kosinski. Estudo de Caso: Impacto causado pela implantação do TPM na gestão de manutenção em uma indústria de médio porte da região de Irati-Paraná. **Revista TechnoEng-ISSN 2178-3586**, v. 1, n. 14, 2017.

MAROCCO, Gustavo Salomão. A importância da Manutenção Produtiva Total na melhoria contínua do processo: um estudo de caso. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenheiro de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engenhariadeproducao/files/2014/09/2013_1_Gustavo.pdf> acessado em: 25 jun. 2019.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MELO, Fábio Teixeira; LOOS, Mauricio Johnny. Análise da metodologia da Manutenção Produtiva Total (TPM): Estudo de caso. **Revista Espacios**, v. 39, n. 03, 2018.

MONCHY, François. A Função Manutenção-Formação para a gerência da Manutenção industrial. **São Paulo: Editora Durban Ltda**, p. 3, 1989.

NETTO, Wady Abrahão Cury. A importância e a aplicabilidade da manutenção produtiva total (TPM) nas indústrias. 63f. Monografia (Engenharia de Produção). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2008. Disponível em:

<<http://www.ufjf.br/ep/files/2010/05/Wady-UFJF-Engenharia-Monografia.pdf>>
acessado em: 15 jun. 2019.

NUNES, Enon Laércio. Trabalho de Dissertação: Manutenção Centrada em Confiabilidade (MCC) Análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada.146f. Dissertação de Pós-graduação em Engenharia de Produção Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, UFSC, 2001. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/30363146.pdf> > acessado em: 22 jun. 2019

OTANI, Mario; MACHADO, Waltair Vieira. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. **Revista Gestão Industrial, Ponta Grossa**, v. 4, n. 2, p. 1-16, 2008.

PADOVAN, Bruna Caroline; ADAMOVICZ, Jully Anne Luchs. Avaliação da implantação de um time TPM: estudo de caso em cervejaria.44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7686/1/PG_COALM_2013_1_11.pdf> acessado em: 22 jun. 2019.

SELEME, Robson. Manutenção industrial: mantendo a fábrica em funcionamento. Curitiba: Inter saberes, 2015.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; SCARPIM, João Augusto. Terceirização em serviços de Manutenção Industrial 1. Ed. Rio de Janeiro Interciência. 2014

SILVA, D. F.; ONO, I. T. B.; QUINTINO, L. F.; OLIVEIRA, R. R.; SOUZA, R. S.; ALMEIDA, W. L. EFICIÊNCIA DA GESTÃO DE TPM APLICADA NA INDÚSTRIA PAPELEIRA. Revista Científica Semana Acadêmica, v. 01, p. 1-14, 2017.

WYREBSKI, Jerzy. Manutenção produtiva total-um modelo adaptado.124f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC.1997. Florianópolis. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/158161/108695.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acessado em 20 jun.2019.

ZORZENON, Taís. Análise dos pilares do TPM: estudo de caso em uma indústria do setor alimentício. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Engenharia São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2015. Disponível em:<<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/183500/tce-03052018163427/?&lang=br>> acesso em: 28 jan. 2019.

Capítulo II – O Uso das Técnicas Preditivas na Manutenção de Esteiras Transportadoras

Weslei Câmara Barboza ⁶
Rodolfo Alexandre Hildebrandt ⁷
Antonio Carlos Rodrigues ⁸
Aparecido Serapiao Dos Santos ⁹
Adriana Giseli Leite Carvalho ¹⁰

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso, de aplicação da manutenção preditiva juntamente com a inspeção de rota, onde o setor de manutenção, de planejamento de manutenção, e o de planejamento de produção trabalham engajados para atingir um objetivo comum, a produtividade. Com isso a empresa ganha, pois com os equipamentos disponíveis, com menos quebra, a lucratividade da empresa cresce. Através da aplicação da planilha de monitoramento, os defeitos que antes não eram observados, ou medidos, passam a ser acompanhados mensalmente, o que permite uma análise da condição dos equipamentos, e uma ação imediata frente aos defeitos apresentados, também a manutenção trabalha com informações reais, pois utiliza-se de números confiáveis extraídos de equipamentos adequados a funções.

Palavras-chave: Manutenção. Análise. Monitoramento. Preditiva.

THE USE OF PREDICTIVE TECHNIQUES IN MAINTENANCE OF CARRIER TRACKS.

ABSTRACT

This article aims to present a case study of the application of predictive maintenance along with route inspection, where the maintenance, maintenance planning, and production planning sectors work together to achieve a common goal, the productivity. With this, the company wins, because with the equipment available, with less breakdown, the company's profitability grows. Through the application of the monitoring spreadsheet, defects that were not observed or measured before are monitored monthly, which allows an analysis of the condition of the equipment, and immediate action against the defects presented, maintenance also works with information real, as it uses reliable numbers extracted from equipment suitable for functions.

Key-words: Maintenance. Analyze. Monitoring. Predictive.

⁶ Esp. Gestão da Manutenção industrial, Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: wesleibarboza@selmi.com.br

⁷ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

⁸ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

⁹ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: aparecido.serapiao@sistemafiep.org.br

¹⁰ Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje a indústria 4.0 tem sido muito comentada nas fabricas, pois trouxe um conceito de trabalho muito mais automatizado, não somente relacionado a produção, mas também a manutenção, onde sensores de pressão, de vibração, e de temperatura instalados em alguns pontos, fazem as leituras e mandam para computadores que processam as informações coletadas para análises, o que torna mais fácil para a manutenção a coleta dos dados, que anteriormente só podiam ser feitas no local.

Em muitos casos os custos para implantação desse tipo de monitoramento são inviáveis devido a aplicação, pois em locais de fácil acesso, e aplicações de baixos custos, não compensam o investimento.

Esse estudo abordou um método simples e muito eficiente para coleta de dados e verificação de falhas, que colaboram muito com a manutenção, evitando quebras durante a produção, e gastos desnecessários com troca de peças que ainda estão em condição de uso, pois antes da falha, o mantenedor consegue através das inspeções, já identificar, solucionar o problema, e fazer um acompanhamento dos componentes para utiliza-los o máximo possível. Esse método também colabora para que no momento da manutenção o mantenedor saiba onde está o problema antes mesmo de chegar no equipamento, podendo assim já verificar se tem as peças no almoxarifado e requisitar os materiais utilizados para o serviço.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Tendo em vista a demanda de produção nas indústrias, e a importância da manutenção nesse processo, cada dia mais a disponibilidade dos equipamentos são computadas e trabalhadas para que a produção das fabricas sejam maiores e com custos menores. A manutenção preditiva é uma ótima ferramenta para isso, a seguir será apresentado os métodos aplicados em esteiras transportadoras, com algumas técnicas que garantem a redução da indisponibilidade.

Para Pereira (2011, p.134), as metodologias associadas

[...] à avaliação da condição de um equipamento envolvem um conjunto de procedimentos onde se destacam: Comparação com normas técnicas ou recomendações do fabricante do equipamento ou ainda dos rolamentos através de tabelas; Comparações com leituras anteriores ou leituras consideradas padrão; Comparações estatísticas com a variação do nível global entre diversas inspeções (desvio padrão) ou bandas de frequências predefinidas.

2.1. Análise de vibração

A aplicação da análise de vibração, no diagnóstico de defeitos em sistemas rotativos é uma técnica utilizada há muitos anos em indústrias de diversos seguimentos, entre elas, alimentícias, químicas, automotivas e outras onde houver movimentos eletromecânicos, para detectar desbalanceamento de eixo, rolamento danificado e folgas.

Na última década, a evolução tecnológica da informática e eletrônica permitiu o desenvolvimento de equipamentos portáteis para a coleta, análise e gerenciamento de um grande volume de dados de vibração, esta técnica preditiva mal empregada, não traz os resultados esperados, pois esses tipos de resultados devem ser planilhados e acompanhados para análise da evolução ou manutenção dos dados medidos.

É denominada de “monitoramento pela condição” quando é feito um acompanhamento da evolução do desgaste (vida útil) dos elementos girantes, como eixos e rolamentos, a tabela 1 mostra os padrões de critério para julgamento do estado da máquina, onde deve ser utilizada como parâmetro para saber a condição do equipamento.

Tabela 1 – Norma ISO 10816

NORMA ISO 10816				
Critérios para julgamento de estado de máquinas				
NÍVEL DE VIBRAÇÃO (mm/s)	ATÉ 20CV	DE 20CV ATÉ 100CV	> 100CV BASE RÍGIDA	> 100CV BASE FLEXÍVEL
0,28	BOM	BOM	BOM	BOM
0,45				
0,71				
1,12	ADEQUADO	ADEQUADO	ADEQUADO	ADEQUADO
1,8				
2,8	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL
4,5				
7,1	INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL	ADMISSÍVEL
11,2			ADMISSÍVEL	
18			ADMISSÍVEL	
28	INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL	INADMISSÍVEL
45			INADMISSÍVEL	

Fonte: Preditec Engenharia de manutenção (2011)

Devem estar presentes algumas considerações básicas no momento em que se decide fazer a medição de vibração em uma máquina, estrutura ou equipamento, todos eles têm suas particularidades que devem ser levadas em consideração, de maneira que todas as medições sejam adequadas para fornecer resultados confiáveis.

Alguns aspectos devem ser levados em consideração como: Qual o tipo de máquina, como é sua construção, qual o propósito da medição, o que queremos ver, qual a faixa de frequência. Abaixo alguns equipamentos que o mercado disponibiliza para análise de vibração:

- Vibrômetro: Um equipamento simples que utiliza baterias substituíveis, tem como sensor o *pick-up* de velocidade ou acelerômetro, pode também utilizar acoplado ao equipamento, um estetoscópio, é capaz de medir amplitude de deslocamento e velocidade em várias faixas de frequência, ajustáveis por meio de um seletor, o Vibrômetro mostra apenas vibração total;
- Caneta de Medição de Vibração: Um instrumento bastante pequeno que lembra uma caneta, o sensor é um acelerômetro piezoelétrico com integrador, é usado para avaliação de problemas como desbalanceamento, detecta problemas que ocorrem em altas frequências – 10 KHz a 30 KHz - característicos de rolamentos e engrenamento, conforme figura abaixo;

Figura 1 – Medidor de Vibração MVA-400



Fonte: Minipa do Brasil (2019)

- Analisador de Vibração: Conforme visto, o Vibrômetro só mostra vibração total (*overall*), já o Analisador de Vibração possui a capacidade de selecionar a frequência para medição, assim possibilitando o diagnóstico mais preciso com relação ao que está causando a vibração.

2.2. Análise temperatura

A temperatura é um dos parâmetros mais simples e baratos para serem monitorados, pois com um simples termômetro já é possível fazer a medição e o acompanhamento da tendência.

Abaixo alguns exemplos de locais de onde pode ser coletados os dados de temperatura:

- Temperatura de mancais: Os mancais são locais que normalmente irão aquecer devido alguma falha no rolamento, seja ela de falta de lubrificação, lubrificação incorreta ou falha na construção do rolamento ou mancal;
- Temperatura de redutores: Os danos internos nas peças dos redutores geralmente refletem em um aumento de temperatura na parte externa do redutor;
- Temperatura do motor: O motor elétrico geralmente aquece por uma sobrecarga sofrida, mas pode também sofrer uma alteração devido alguma falha elétrica, como por exemplo uma falta de fase ou um mal dimensionamento do motor.

Existem diversas maneiras de medir temperaturas, as mais usadas são:

- Termômetro de contato: São pequenos, leves, com mostradores digitais e para coleta de dados, basta apenas encostar o equipamento onde se necessita medir a temperatura;
- Fita indicadora de temperatura: São fitas adesivas com alguns quadrados ou anéis brancos que representam a escala de temperatura, neles estão indicados as temperaturas em graus Celsius (°C) ou Fahrenheit (°F). Assim que a temperatura do local medido atinge o valor indicado na fita os quadrados ou anéis brancos, se tornam pretos, e se mantêm pretos independente da temperatura ter caído;
- Termômetros infra vermelhos: Os termômetros infravermelhos (figura 2) fazem a coleta de radiação infravermelha através de um sistema ótico fixo e levam para um detector onde faz a conversão e transforma em um valor que pode ser dada em °C ou °F em um display digital. Normalmente são equipamentos leves e portáteis.

Figura 2 – Termômetro Infravermelho MT-320A



Fonte: Minipa do Brazil (2019)

- Câmera Termográfica: É um equipamento composto por um leitor de temperatura e uma câmera onde pode ser visto o local onde está com a temperatura mais elevada. Os dados coletados através da câmera podem ser descarregados em um computador, onde será possível o acompanhamento de tendências.


2.3. Inspeção visual

Mesmo sendo uma análise muito subjetiva, ou seja cada indivíduo tem uma forma de visualizar, inspeção visual é necessária para identificação das condições do equipamento, podendo assim diagnosticar algum desgaste, para isso existem alguns equipamentos que podem auxiliar nesse tipo de inspeção como: Pontas de provas 2 a 15mm de diâmetro; Espelhos manuais; Lupa manual; Lentes.

3. METODOLOGIA

Para fazer um acompanhamento eficiente das análises realizadas é preciso montar uma planilha, ou utilizar algum programa onde os dados coletados serão inseridos. No caso que será apresentado, foi utilizado uma planilha para alimentar as informações que tem o nome de Inspeção de rota, conforme tabela abaixo:

Tabela 2 – Planilha de Monitoramento

INSPEÇÃO DE ROTA ESTEIRAS															
ÁREA: Empacotamento			Linha:			Manutentor:			Data de Início:			Hora de Início:			
ESTEIRA (Tag):			Setor Responsável: Manutenção			Data de Término:			Data de Término:		Hora de término:				
EQUIPAMENTO	ITENS DE VERIFICAÇÃO (Assinalar com o X os itens verificados)										Está OK ?		Criticidade da ação de Manutenção		
	Temperatura Ambiente °C:	Ruído			Vibração			Vazamento	Alinhamento	Condutor Elétrico					
	Temperatura	P1	P2	P3	Sim	Não	Urgente				Normal	Observações			
Correia transportadora															
Moto-Redutor															
Roletes															
Mancal															
Rolamentos															

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Essa tabela deve ser preenchida da seguinte forma:

- Área: O setor onde está a esteira;
- Linha: O número da linha da máquina onde está instalada a esteira;
- Manutentor: Pessoa que está preenchendo a planilha;
- Data de início: Data de início da inspeção;
- Data de termino: Data de término da inspeção;
- Esteira (Tag): Número de identificação da esteira;

- Criticidade da ação de manutenção: Deve ser preenchida colocando um “x” em urgente, casos que precise de intervenção da manutenção urgentemente, e normal, caso a ação da manutenção possa ser programada para uma data mais longa;
- Temperatura ambiente: Deve ser colocado na tabela a temperatura do ambiente onde está instalada a esteira;
- Temperatura: Anotar a temperatura do Motoredutor e a temperatura dos mancais no local correspondente a cada um;
- Vibração: Anotar no item P1, P2, e P3 a vibração medida com o medidor MVA400 Minipa, conforme figura 1;
- Equipamento: Abaixo da descrição equipamento, se encontra os itens: Correia transportadora, moto redutor, roletes, mancal e rolamentos, logo a frente desses itens, aparece as condições possíveis para esses: Vazamento, alinhamento, desgaste, condutor elétrico, fixação, vedação, danificado, e outros. Basta colocar um “X” na opção que demonstre a condição do equipamento;
- Observação: Anotar as observações referentes aos itens marcados como “X” descrevendo a anomalia caso seja necessário;

3.1. Prática da inspeção

Alguns cuidados devem ser tomados para obter um bom resultado nas análises, primeiramente é preciso ser criterioso para avaliação dos itens da tabela, pois no caso da inspeção visual, o mantenedor deve ser bem treinado para essa tarefa, que exige atenção nos detalhes, para assim detectar um vazamento, pó de ferro decorrente de um desgaste de eixos, barulhos e cheiros anormais no sistema, corrosão, outro detalhe, é a maneira correta de utilização dos aparelhos de medição, como o termômetro e o medidor de vibração.

3.1.1 Coleta de vibração

A análise é feita com um Medidor de Vibração Minipa MVA-400, conforme figura 1. A posição e o modo como a informação da vibração são coletados é fundamental para o desenvolvimento de um programa de inspeção periódica. Nessa análise, a coleta de dados é feita na posição vertical.

Para fazer a análise é preciso pressionar a tecla *MEAS/ON* e selecionar o modo de medição de velocidade de vibração, dada em mm/s rms, que tem como finalidade detectar problemas rotacionais do equipamento (em baixa e média frequência), tais como: desbalanceamento, desalinhamento, problemas de falta de rigidez da base, pulsação de fluido, turbulência, cavitação, folgas mecânicas, componentes alternativos, etc. Tendo como configuração básica realizar-se a medição de 10 Hz a 1000 Hz [RMS] para avaliação segundo a norma ISO 10816-3 conforme tabela 1. Utilizando uma ponta de prova pequena acoplada ao aparelho, coloque o medidor nos pontos a serem medidos (P1, P2 e P3) e sobre ele é necessário exercer uma força de 500 gramas a 1 kilograma, aguarde dois segundos e faça a leitura no *display* do analisador anotando os valores na tabela 2. Para entender se o valor de vibração medido está fora do permitido, deve-se observar se os valores estão acima do permitido conforme tabela 1, ou acompanhar a gráfico de tendência que irá mostrar o aumento da vibração, o que indicará para o mantenedor que há uma anomalia no equipamento.

3.1.2 Coleta de temperatura

A temperatura é coletada com um termômetro infravermelho MT - 320 conforme figura 2, o termômetro possui um feixe de luz que ao pressionar o botão da pistola ele emite uma luz que serve para focar no ponto onde deve ser medido. O valor correspondente a temperatura aparece no *display* do aparelho, esse valor deve ser anotado na tabela 2, primeiramente anotar o valor da temperatura ambiente e logo, o valor medido no equipamento.

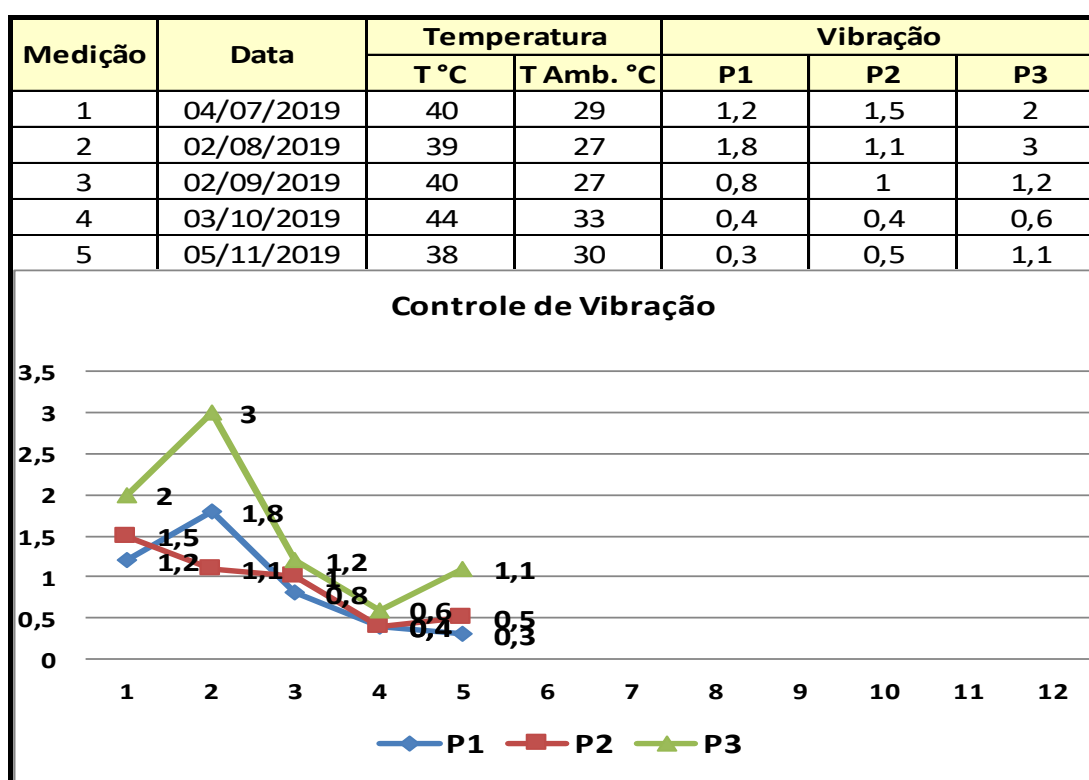
3.1.3 Inspeção visual

Para essa prática é necessário que o mantenedor tenha noções básicas de mecânicas, pois é nesse momento que pequenas falhas no equipamento são

percebidas, como desgastes nas correias, pó de ferro nos eixos ou rolamentos, trincas, barulhos diferentes no sistema, entre outros diversos problemas que podem ser detectados com uma boa inspeção. A utilização da planilha de monitoramento (tabela 2) é de extrema importância para manter um padrão nas inspeções, pois o mantenedor deve seguir a sequência de verificação, o que faz com que todos sigam o mesmo formato de trabalho, com isso a manutenção funciona independente de quem faz as inspeções.

Na tabela abaixo é possível observar os dados coletados, e passados para uma planilha.

Tabela 3 – Dados coletados



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise foi feita em um período de cinco meses entre os meses de julho e novembro, em uma esteira transportadora com um motor redutor de 0,37 kW, onde uma vez por mês um mantenedor com o analisador de Vibração, conforme figura 1, um termômetro digital, conforme figura 2, e conferindo todos os itens descritos na

tabela 2, fez a inspeção e passou a planilha para o setor de Planejamento e Controle de Manutenção (PCM).

Todos os dados coletados mensalmente e passados para o PCM eram registrados em planilhas, e assim que anomalias eram identificadas, o planejador já abria uma Ordem de Serviço (OS) identificando a falha, essa OS imediatamente eram encaminhadas ao setor de manutenção, que conforme a necessidade, já solucionava o problema.

Na tabela 3 é possível observar através dos gráficos um aumento na vibração, nos pontos P1, e P3, na medição 2, do mês de agosto. Após constatado esse aumento o PCM abriu uma OS.

Cada ordem de serviço gerada é direcionada ao líder da manutenção, que dependendo da criticidade do problema e em acordo com o PCM, determina a data de execução do serviço.

Conforme programado pelo Líder e pelo programador, o mantenedor executou o serviço. O motorreductor estava com os retentores danificados o que levou a um vazamento de óleo onde fez com que o sistema mecânico gerasse um aumento na vibração, por que a coroa e o eixo sem fim estavam em contato direto por não ter o lubrificante. Após a manutenção, o redutor foi montado e feito novamente a análise de vibração, onde foi constatado a solução do problema. Nos meses posteriores a análise de vibração mostrou que o problema havia sido resolvido, pois os valores se mantiveram baixos.

Com o monitoramento, os grandes problemas são evitados, pois mensalmente a manutenção inspeciona os equipamentos, e um pequeno sinal de desgaste já é sinalizado, para que seja executado um reparo, com isso a linha de produção acaba não sendo afetada, pois a manutenção consegue ser programada para executar o serviço em um final de semana, ou durante a noite, ou em qualquer momento que a máquina estiver parada.

É muito importante que o setor de PCM esteja alinhado com o setor de Planejamento e Controle de Produção (PCP), pois todas as manutenções devem ser feitas enquanto a máquina não estiver produzindo, para não impactar na eficiência da linha.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento dos equipamentos industriais podem ser feitos de diversas formas, atualmente com a indústria 4.0 a coleta dos dados não precisam mais serem manuais, pois através de sensores e *softwares* é possível ter os valores de temperatura, vibração e outras grandezas em tempo real. Em alguns casos os custos dos sensores para esses monitoramentos são altos. Levando em consideração a aplicação, que conforme o caso apresentado, por se tratar de um equipamento barato (esteiras transportadoras) e o local onde elas ficam ser de fácil acesso, ainda não vale a pena o investimento em monitoramentos automáticos.

Através do sistema de trabalho proposto nesse estudo, é possível fazer um acompanhamento eficiente do equipamento, com baixo custo, e que possibilita que a manutenção tenha um histórico dos trabalhos realizados. Um ponto negativo nesse tipo de inspeção é que depende muito da experiência, e qualidade do trabalho do mantenedor, pois todas coletas e análises são manuais, o que estão sujeitas a falhas humanas.

Neste trabalho evidenciou-se que um bom acompanhamento ainda que mesalmente, surtem bons resultados, pois através dele, foi possível identificar uma falha pela análise de vibração e tomar as devidas tratativas para o caso.

REFERÊNCIAS

MINIPA. Disponível em: <http://www.minipa.com.br/diversos/medidor-de-vibracao/360-mva-400>. Acessado em: 03/12/2019.

MINIPA. Disponível em: <http://www.minipa.com.br/temperatura-e-ambiente/termometros-infravermelho/361-mt-320a>. Acessado em: 03/12/2019.

PEREIRA, Mario Jorge. **Engenharia de manutenção: Teoria e prática**. 2ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2011. 228 p.

PREDITEC ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO. Disponível em: <http://www.prediteceng.com.br/balanceamento-dinamico>. Acessado em: 06/12/2019.

Capítulo III – Manutenção Preventiva: Proposta de Otimização em um Alimentador de Braço Robótico

Giuliano Gomez Soriani¹¹

Adriana Giseli Leite Carvalho¹²

Antônio Carlos Rodrigues¹³

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar o processo de implantação de um plano de manutenção preventiva em um equipamento industrial com braços robóticos que dispõe de magazine de ferramentas e alimentador. Objetivo é melhorar confiabilidade e disponibilidade do equipamento por intermédio de um plano de manutenção preventiva. A metodologia utilizadas consiste no levantamento bibliográficos referenciados que descreve de modo abrangente informações sobre o conceito, evolução, tipos e aplicação da manutenção no contexto industrial além de informações obtidas com profissionais da área. Os resultados obtidos apontam que é possível realizar a otimização de um magazine “braço robótico” de um alimentador em uma empresa metalúrgica da região, de forma a obter resultados satisfatórios.

Palavras-chave: Manutenção. Braço Robótico. Plano de Manutenção.

1. INTRODUÇÃO

Com um grande crescimento populacional o consumo de bens materiais aumenta a cada ano, para uma indústria produzir cada vez mais elas investem em máquinas que possam aumentar a sua produtividade, como braços robóticos que são ágeis, eficiente e confiável. Para Pereira (2010) as empresas se encontram imersas em um ambiente de negócios cada vez mais competitivos, onde buscam através de estudos reduzirem custos, tornando-se cada vez mais excelentes. Para isso, a gestão

¹¹ Graduação –Tecnologia em Manutenção industrial, da Faculdades da Indústria Senai Londrina. E-mail: giulianogomes2009@gmail.com

¹² Especialização em Gestão da Produção. Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

¹³ Especialização em Engenharia de Manutenção Industrial. Docente da Faculdade de Tecnologia Senai Londrina. E-mail: antonio.rodrigues1@sistemafiep.org.br

da empresa deve ser sustentada por uma visão de futuro e os processos gerenciais devem focar na satisfação plena dos clientes, através da qualidade intrínseca de seus produtos e serviços, tendo como balizadores a qualidade total dos processos produtivos (KARDEC, 2009).

Uma falha inesperada de uma máquina além de comprometer a produção, causar acidentes de trabalho, impactar o meio ambiente e gerar a insatisfação do cliente final com a qualidade e prazo de entrega do produto, compromete diretamente a rentabilidade econômica das empresas. Dentro desse contexto a manutenção em uma empresa precisa deixar de ser somente eficiente e se tornar eficaz, não se conformando apenas em reparar os equipamentos ou instalações o mais rápido possível, mas manter o equipamento a disposição para operação limitando a possibilidade de parada (KARDEC, 2009).

Segundo Xenos (1998), as falhas tenderão sempre a aumentar se não forem atacadas frontalmente pelo pessoal de manutenção, podendo causar grandes prejuízos. Desta forma, Vaz (1998) enfatiza que a manutenção dos equipamentos é importante, pois contribuir para o aumento da produtividade. Por isso, as organizações buscam cada vez mais novas ferramentas de gerenciamento, que auxiliam no aumento de competitividade (KARDEC, 2004).

Neste contexto, esse trabalho tem como objetivo apresentar estratégias de gerenciamento da manutenção contribuindo para um melhor entendimento voltado para as melhores práticas, planejamentos e administração do setor citado. Através de um plano de manutenção preventiva, obter melhorias significativas que vão desde a redução de custos, confiabilidade e disponibilidade de máquinas, qualidade final do produto, satisfação do cliente interno e externo.

2. DESENVOLVIMENTO

Busca-se nas diversas áreas, incluindo a manutenção a redução de custos em processos e de manutenção, para Kardec (2001) “a necessidade da indústria em reduzir custos de manutenção, custos de qualidade e o avanço tecnológico que a cada momento vem se desenvolvendo, a manutenção busca novos métodos e novas técnicas para combater as quebras e outras perdas relacionadas aos equipamentos”.

O valor econômico de uma empresa é resultado da soma dos seus ativos tangíveis e intangíveis. A valorização de empresas que exercem de forma intensa os ativos intangíveis mostra-se a crescente importância desses ativos dentro da manutenção de suas vantagens competitivas e dos seus valores econômicos (KAZUO, 2006). A utilização de sistemas de gestão eficientes que possam potencializar a utilização dos recursos nos processos produtivos se traduz como condição que simulam o desempenho organizacional.

O gerenciamento da manutenção procura novos métodos competitivos, administrativos e técnicos já que as exigências de mercado tornam visível a necessidade de renovação por virtude da intensa competitividade faz com que os gestores procurem acompanhar a evolução tecnológica com mudança dos perfis humanos. Acompanhando a necessidade das indústrias em reduzir custos de manutenção, custos de qualidade e o avanço tecnológico que a cada momento vêm se desenvolvendo, a manutenção busca novos métodos e novas técnicas para combater às quebras e outras perdas relacionados ao equipamento (KARDEC, 2001).

Igualmente, Faria (1994) enfatiza que os custos em torno de um departamento de manutenção devem ser gerenciados para que seja o mínimo necessário e suficiente. Estes, se mal administrados, poderão gerar falta de capital de giro para a empresa já que são capazes de motivar horas extras desnecessárias e alto estoque de peças com pouco giro. Sendo assim, é natural que a área de manutenção seja cobrada para reduzir os seus custos e como consequência, os custos da empresa através da utilização de melhores métodos de trabalho, observa-se que quando a manutenção é bem planejada é possível gerar um aumento da disponibilidade dos equipamentos, maior vida útil e menor custo específico (BRANCO FILHO, 2008).

Os tipos de manutenção expressam a forma pela qual é realizada a intervenção nos equipamentos, sistemas ou instalações, ou seja, são classificadas quanto a sua

organização e sua classificação. Já a classificação inclui seis práticas, tipos ou estratégias de manutenção que englobam desde a restauração emergencial até a melhoria. (KARDEC, 2012). O planejamento e a padronização são as bases para melhorar o gerenciamento da manutenção, terá como ênfase neste estudo a manutenção preventiva.

A engenharia e qualidade na manutenção são duas áreas de grande importância e que visam melhorar a confiabilidade, disponibilidade, segurança e manutenibilidade. Para Kardec (2009) resolver problemas é papel da engenharia de manutenção resolver problemas tecnológicos; aprimorar a gestão de pessoal, materiais e sobressalências; envolver-se em novos projetos e dar suporte à execução; executar análise de falhas e estudos; construir planos de manutenção, fazer análise crítica e conduzir indicadores, cuidando sempre da documentação técnica.

No que se diz a respeito da qualidade na manutenção Souris (1992) complementa que pode evitar a deterioração das funções operacionais dos equipamentos, especialmente aquelas que levam a falhas ocultas, que resultam na incapacidade do processo. Apenas uma manutenção adequada pode garantir que o processo não perderá sua capacidade devido a desvios provocados por problemas no equipamento. Kardec e Nascif (1999) ressaltam que a organização da manutenção de qualquer empresa deve estar voltada para o gerenciamento e a solução dos problemas na produção, de modo que a empresa seja competitiva no mercado.

3. METODOLOGIA

Com bases teóricas e conhecimentos adquiridos com profissionais na área de manutenção, nota-se o quão é importante ter uma equipe de manutenção estratégica que atuem não apenas na correção de falhas, mas em como evitar as falhas. Neste contexto, Kardec (2012) complementa que diante de tantas mudanças, os profissionais de manutenção devem quebrar o velho paradigma onde o profissional do passado sente-se bem quando executa um bom reparo, mudando esse pensamento para que o profissional sente-se bem quando ele consegue evitar todas as falhas não previstas, sendo que o profissional do presente e futuro.

Por intermédio de um plano de manutenção preventiva busca-se evidenciar que é possível realizar a otimização de um magazine “braço robótico” de um alimentador em uma empresa metalúrgica da região. Com foco em uma política interna organizacional, que deve ser praticada constantemente, conscientizando que para acontecer sua implantação é necessário uma mudança cultural e operacional em toda empresa, trabalhando com dados técnicos com confiabilidade, segurança e custos adequados, integrando as áreas de projetos, suprimentos, recursos humanos, operação e financeira, sendo estruturada com métodos e recursos voltados á melhoria contínua dos processos de manutenção.

A metodologia apresentada, concentra-se em fazer algumas recomendações para a implementação de um programa de manutenção preventiva. Para isso serão criados procedimentos e planejamentos de manutenção, os quais devem ser rígidos na sua execução, respeitando os prazos estabelecidos para as paradas de máquina para manutenção. Além disso, registrar minuciosamente o serviço executados e peças substituídas em cada parada, criando um histórico de manutenção de máquina após realizar os serviços programados e serem registrados conforme os procedimentos estabelecidos.

3.1 Procedimento de Manutenção Preventiva

Estabelecer os procedimentos para a execução e determinar as responsabilidades pela programação dos trabalhos de manutenção preventiva.

- a) O planejamento, programação e controle das manutenções preventivas é de responsabilidade do Gerente de Produção, que deverá ser realizada em intervalos determinados pela gerência.
- b) As paradas de máquinas deverão levar em conta possíveis atrasos por problemas de produção, não podendo exceder, no entanto 10 dias do prazo estipulado pelo gerente de produção.
- c) Pela execução de serviços de manutenção preventiva: é de responsabilidade do chefe de manutenção, dos técnicos de manutenção treinados para intervir nas práticas mais adequadas, do operador de máquinas ou prestadores de serviços, quando for necessário
- d) Pela elaboração e atualização do plano de manutenção preventiva: é de responsabilidade conjunta, quando puder, dos chefes de manutenção e produção com a aprovação do gerente de produção

3.2 Descrição

Objetivo é fazer uma breve descrição de como deverão ser conduzidas as atividades visando atender algumas recomendações para a implementação de um programa de manutenção preventiva. Neste caso, o gerente de produção agenda as datas de manutenção preventiva utilizando-se do formulário “Programação de manutenção preventiva”. Repassa uma via deste formulário ao chefe de produção, que confirmará as datas previstas para as paradas, repassando as informações para o chefe de manutenção.

Nas datas da programação, o chefe de manutenção executa o trabalho de revisão da máquina, utilizando-se do formulário “plano de manutenção preventiva”,

existente para cada máquina. O formulário plano de inspeção deverá ser devidamente preenchido pelo executor constando sua assinatura e do chefe de produção e arquivá-lo devidamente. Os formulários de plano de manutenção de cada máquina devem ser reformulados sempre que for necessário

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O plano foi elaborado utilizando uma planilha de Excel, também fazendo hiperlink com páginas do world, onde no Excel foram apontadas as partes ou componentes que contém o braço robótico, e os períodos predeterminados para a execução das atividades diárias, semanais, semestral e anual. Nos arquivos salvos em word, foram elaboradas fichas individuais para cada componente onde traz as informações a respeito de o que fazer em cada período e partes do robô para melhor praticar a preventiva propriamente dita.

Este procedimento após ser executada as observações de manutenção, é arquivado e servirá de histórico que poderá ser consultado através do link com a planilha Excel ou até mesmo através de uma pesquisa no arquivo pasta, passando a ser considerado um histórico da manutenção preventiva do braço robótico. O alimentador possui uma Unidade de conservação, Duas Pinças pneumáticas que tem a função de pegar a peça do magazine e levar até a pinça do robô para a peça a ser lixada, dois amortecedores hidráulicos tem a função de diminuir o impacto dos cilindros pneumáticos, quatro patins e guias de avanço linear.

Nos Magazines possui um motor, correia, redutor, cilindro para travar o magazine, sensores para indica o momento de parada do redutor. As manutenções serão as verificações, trocas dos componentes e lubrificações. Serão anotadas todas as informações como a troca de óleo do redutor, qual o tipo que foi usado para que a manutenção seja cada vez mais fácil de ser feita, tentando diminuir o tempo de máquina parada pela manutenção. No quadro 01 será apresentado o plano de manutenção preventiva do braço robótico, discriminando os componentes e as periodicidades adequadas da intervenção da manutenção. Também estão disponíveis os links que darão acesso aos respectivos arquivos relacionados ao processo e ao histórico da manutenção.

Quadro 01: Plano de Manutenção Preventiva de um Alimentador de um braço robótico.

COMPONENTES	Diário	Semanl	Semestral	Anual	Processo	Histórico
AMORTECEDOR HIDRAULICO				X	<u>P</u>	<u>H</u>
PISTAO PNEUMATICO			X		<u>P</u>	<u>H</u>
PATINS			X		<u>P</u>	<u>H</u>
GUIA LINEAR			X		<u>P</u>	<u>H</u>
FUSO DE ESFERA			X	X	<u>P</u>	<u>H</u>
PORCA DE ESFERA		X		X	<u>P</u>	<u>H</u>
MANGUEIRA PNEUMATICA	X				<u>P</u>	<u>H</u>
VALVULAS PNEUMATICA			X		<u>P</u>	<u>H</u>
UNIDADE DE MANUTEÇAO (LUBRIFIL)			X		<u>P</u>	<u>H</u>
PROTEÇÃO SANFONADA				X	<u>P</u>	<u>H</u>
PROTEÇÃO DE CABOS ELETRICOS (FLEXIVEL)				X	<u>P</u>	<u>H</u>
SERVO MOTOR				X	<u>P</u>	<u>H</u>
GRAMPOS PNEUMATICO (PINÇA)		X			<u>P</u>	<u>H</u>
SENSORES ELETRICOS			X		<u>P</u>	<u>H</u>
REDUTOR			X		<u>P</u>	<u>H</u>
MAGAZINE DE MAÇANETAS	X				<u>P</u>	<u>H</u>
ROLAMENTO DA MAGAZINE DE MAÇANETAS			X		<u>P</u>	<u>H</u>
EIXO DO GIRO DO ALIMENTADOR			X		<u>P</u>	<u>H</u>
LIMPEZA GERAL DA MÁQUINA	X				<u>P</u>	<u>H</u>

Fonte: Elaborado pelo autor

Os principais benefícios que a manutenção preventiva trouxe para esta empresa em estudo foram a redução de custos e os imprevistos, que possibilitaram que a equipe de manutenção tivessem um maior domínio sobre o futuro obtendo resultados como a redução do estoque de peças sobressalentes e ferramentas, a redução de perdas de produto decorrentes de paradas de máquinas, paradas não planejadas, tempo de máquinas paradas para reparos, segurança do operador,

melhor qualidade no produto e de falhas inesperadas. A seguir será apresentado o formulário desenvolvido para registrar o procedimento da manutenção preventiva.

PROCEDIMENTO MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Ordem de serviço N ^o :	Data: / /
Setor:	
Solicitante:	
Executantes:	
Hora inicial:	Hora final:

Componente: Pistão Pneumático
Modelo: Festo
Quantidade: 2

Manutenção Mecânica Lubrificação da Camisa e verificar a vedação.
Limpeza Geral
Lubrificação Geral
Alinhamento verificar
Desgaste verificar

Código	Peças substituídas	Quantidade

Observações: _____

Neste artigo foi proposto a otimização do alimentador de um braço robótico através de um plano de manutenção preventiva em um alimentador, com o objetivo de reduzir o número de paradas de máquinas por manutenção não planejada conhecida como manutenção corretiva e aumentar a disponibilidade, confiabilidade e vida útil dos componentes do braço robótico, além da redução de custo total da manutenção, acompanhado pela quebra de paradigma, que era de deixar quebrar para depois consertar.

O que foi proposto neste estudo trouxeram resultados positivos, uma vez que o alimentador antes da implantação do planejamento de preventiva, apresentava várias avarias devido à falta de lubrificação semana, por não ter um procedimento para o operador seguir e executar os trabalhos de prevenção voltados para a lubrificação, assim como equipamentos desalinhados por falta de verificação diária dos mecânicos, componentes elétricos com falta de ajustes, sensores desalinhados que causavam paradas inesperadas, e equipamentos sem limpeza diária para evitar contaminação como poeiras e resíduos da fabricação.

Também obteve uma melhor organização de manutenções ocorridas no alimentador, conseqüentemente eliminando as causas de envelhecimento do equipamento e evitando as tais quebras futuras. O trabalho está implantado, em um curto período já alcançou resultados positivos quanto a redução de avarias que ocasionavam grandes números de paradas inesperadas, conseqüentemente a redução de custos devido a maior disponibilidade do equipamento ser perceptível no dia a dia da produção. Os operadores ficaram mais conscientizados dos serviços programados a serem feitos absorveram como rotina a limpeza e a lubrificação, assim como os técnicos de manutenção responsáveis pelos serviços mais criteriosos de verificação, ajustes e trocas de peças nas preventivas programadas que estão evitando as paradas inesperadas.

Também a respeito das paradas, hoje está sendo possível consultar o histórico das manutenções por ter em função do plano de manutenção preventiva implantado o link que do acesso a pasta com os registros salvos. Como sugestão para para trabalho futuros, onde o planejamento de manutenções preventivas seja estendido para outros equipamentos da planta que necessitar de otimização e controle para

busca de melhor resultado global, justificando a ideia de gerenciamento de todo os processos com a frase de Allan Kardec, “Quem não mede não gerencia”.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Marcio Tadeu de. Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade. Itajubá, 2008. Disponível em: < <http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf> >, Acessado em: 26 abril. 2016.

BRITTO, Ricardo Pitelli de; PEREIRA, Marcio Adão. Manutenção autônoma: estudo de caso em empresa de porte médio do setor de bebidas. In: VII SEMEAD, Seminário de Estudos de Administração da USP, 2003. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/14571447-Manutencao-autonoma-estudo-de-caso-em-empresa-de-porte-medio-do-setor-de-bebidas.html> > Acessado em: 11 maio de 2016.

DIAS, Hélio Junior. Manutenção Autônoma em Célula de Produção. 2007. Programa de Pós Graduação em Gerência de Manutenção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2007. 77

FARIA, José Geraldo de Aguiar, **Administração da Manutenção**. 1.ed, São Paulo 1994.

FARIA, José Carlos. Administração: introdução ao estudo. São Paulo: Pioneira, 1994. 168 p.

FILHO, Gil Brando. Dicionário de Termos de Manutenção, Confiabilidade e Qualidade. 4.ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006. 292 p.

KARDEC; PINTO; FLORES; FORTES; SEIXAS, SANTANA. Gestão Estratégica e Indicadores de Desempenho. 1ª edição, Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2002. 120 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: Função Estratégica. 1ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1998. 287 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2001. 339 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. Manutenção: função estratégica, 4ª edição, Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012. 440 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2009. 384 p.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**, 2ª edição, Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2003. 349 p.

KELLY, A.; HARRIS, M. J. Administração da manutenção industrial. Rio de Janeiro: IBP, 1980. 258 p.

KAZUO, Kayo Eduardo. Ativos Intangíveis, Ciclo de Vida e Criação de Valor. Revista de administração Contemporânea, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 73-90, Jul./Set. 2006.

LOLESCO, HardingDucci., **Uma proposta de eficiência energética para sistema de ar comprimido industriais**. 2013 103 f. (Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Eficiência Energética) - Departamento de Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

Manutenção Eletromecânica. Apostila do curso técnico em eletromecânica NIT – Núcleo de Informação Tecnológica SENAI – DET- DR/PR

NUNES, Luiz Fernando de Oliveira. Projeto e Fabricação de um braço mecânico para sonda de ultrassom médico. 2015 62f. (Projeto de graduação apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Mecânico) – Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015.

OTANI, M.; MACHADO, W. V. A proposta de desenvolvimento de gestão da manutenção industrial na busca da excelência ou classe mundial. Revista Gestão Industrial. Ponta Grossa, v.4, n.2, p 01 – 16, 2008.

PEREIRA, Mário J. Técnicas avançadas de manutenção. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2010. 96 p

PROJETO E FABRICAÇÃO DE UM BRAÇO MECÂNICO PARA SONDA DE ULTRASSOM MÉDICO Luiz Fernando de Oliveira Mello Nunes Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Mecânica da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Engenheiro. Luiz Fernando de Oliveira Mello Nunes Orientador: Luciano Menegaldo RIO DE JANEIRO MARÇO DE 2015

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da produção. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.

SOURIS, J. Manutenção industrial: custo ou benefício. Lisboa: Lidel, 1992. 192 p.

SOUZA, José. Barrozo. Alinhamento das estratégias do Planejamento e Controle da Manutenção (PCM) com as finalidades e função do Planejamento e Controle da Produção (PCP): Uma abordagem analítica, 2008. 169 p.

VAZ, José Carlos. **Gestão da manutenção**. In: CONTADOR, J. C. *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

VIANA, Herbert R. Garcia. **PCM Planejamento e Controle de Manutenção**. 1. ed.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippos. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

XENOS, Harilaus Georgius D'Philippos. *Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade*. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004. 312 p.

XENOS, H. G. d'philipps, **Gerenciando a Manutenção Produtiva**, um.ed, Minas Gerais, 2004.

Capítulo IV Open – Tech “Educação como um Sistema de Controle Inteligente de Processos em Malha Fechada”.

Prof.(a) Adriana Gisele Carvalho¹⁴
Prof.(a) Dra. Camila Fogaça Oliveira¹⁵
Prof. Dr. Vicente Gongora¹⁶
Prof. MS.c. Renato Kazuo Miyazaki¹⁷
Prof. Fabio Rodrigo Milanez¹⁸
Prof. Wesley Candido da Silva¹⁹

RESUMO

Neste início de ano o Núcleo Docente Estruturante, se reuniu e votou e aprovou que a temática da robótica movel e colaborativa, a ser trabalhada como principal alavanca para o engajamento dos alunos; em atividades que se referem as jornadas de aprendizagem. De forma que este Open Tech divulga, junto a comunidade acadêmica o complexo processo da educação superior; algumas particularidades e, sua comparação com um processo de controle inteligente industrial; e por fim, o que de fato este, pode contribuir na formação do perfil do egresso. Um processo, conhecido previamente como sendo de grande complexidade, pois a formatação do plano pedagógico envolve muitas discussões e o sucesso de sua implementação envolve, além do acompanhamento, o forte engajamento, tanto dos docentes quanto dos discentes para que o levem a cabo; tornando este método em uma prática exitosa. Para tanto o Projeto pedagógico dos cursos foi desenhado para conter a metodologia ativa de aprendizagem, que é relatada neste trabalho.

¹⁴ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina.. E-mail: adriana.carvalho@sistemafiep.org.br

¹⁵ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina.. E-mail: camila.fogaça@sistemafiep.org.br

¹⁶ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina.. E-mail: vicente.gongora@sistemafiep.org.br

¹⁷ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina.. E-mail: renato.miyazaki@sistemafiep.org.br

¹⁸ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina.. E-mail: fabio.milanez@sistemafiep.org.br

¹⁹ Docente Faculdade da Indústria SENAI Londrina. e-mail: wesley.candido@sistemafiep.org.br

Palavras-chave: Jornada de aprendizagem. Metodologia ativa. Prática exitosa.

1. Introdução:

Desde o início dos cursos de Tecnologia em Automação industrial, com sua primeira turma ingressando em 2020 época após a autorização, pela autonomia da Faculdade da Indústria SENAI Londrina, por meio da Resolução 87, de 25 de setembro de 2018; e na sequência com a autorização do curso de Engenharia Elétrica, pelo MEC; obtendo conceito 4, conforme portaria nº 903, de 24 de dezembro de 2018 e publicada no DOU em 26 de dezembro de 2018. Os docentes envolvidos no núcleo docente estruturante (NDE), veem implementando, sucessivas melhorias no projeto pedagógico destes cursos, bem como compatibilizando-os com as outras ofertas da instituição a exemplo do curso de Engenharia Mecânica.

Inicialmente, no projeto de Engenharia elétrica, eram previstas a inserção de atividades inovadoras através de projetos orientados com objetivo de solucionar problemas, a partir do terceiro período, chamados de “Oficinas de Inovação”; que visavam sobretudo a inserção de novas tecnologias, conhecimentos e conseqüentemente novos contextos sociais e contemporâneos. Esta necessidade surgiu motivada pela velocidade em que a transformação digital se impõe e desta forma, adaptar a matriz curricular ao exigente mercado, torna-se evidente.

No escopo deste desafio a comprovação, através de evidências para o ministério da Educação, (MEC); de que estávamos realmente ensinando todo o projeto de engenharia que alegamos estar ensinando e tão moderno e adaptado as exigências da moderna indústria; tornou-se uma busca incessante e protocolar. Afinal deseja-se o reconhecimento destes cursos visando a nota máxima por excelência.

Em face da excelente proximidade que a Faculdade da Indústria, possui com o mercado industrial e a própria Confederação Nacional das Indústrias (CNI); houve um acompanhamento muito próximo das discussões das novas diretrizes curriculares (DCN's). E de longe este foi o processo em que a sociedade de forma geral, participou mais ativamente, que incluíram além do conselho nacional de educação (CNE), a CNI,

Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), e alguns representantes de outras instituições de ensino superior (IES).

Vale salientar que, se observou uma ampla participação também da comunidade industrial e empresarial, nas discussões dos novos rumos da Engenharia no Brasil; este fato provocativo, contribuiu de sobremaneira para a construção de nossos projetos pedagógicos com significado na maneira de aprender; e, em um grande movimento a participação da Faculdade mantenedora, foi fundamental para envolver todos os coordenadores de curso e docentes no processo de construção de novas matrizes curriculares para as Faculdades da Indústria.

2. Aspectos metodológicos

Demonstrar que nossos graduados possuem as habilidades para atuar em equipes multidisciplinares, com comunicação assertiva e eficaz no processo contínuo de aprendizagem ao longo da vida, entendendo questões contemporâneas de responsabilidade profissional e ética, além do impacto nas soluções de engenharia em um contexto global/social

A definição exata do que tudo isso realmente significa, nos parece não estar definida de forma sistematizada; mas parece claro que produzir alunos com essas características exigirá algumas mudanças importantes no que ensinamos e na forma como ensinamos.

No passado, obter a autorização de cursos de graduação ou reconhecimento deles com nota máxima, era o equivalente a mostrar que estávamos ensinando a quantidade necessária de matemática, química, desenho, e mostrar evidências de número de projetos executados, número de realizações de iniciação científica etc., nos percentuais exigidos ou planejados. Claro, ainda teremos que fazer isso; mas agora, adicionado a esta questão teremos que demonstrar quão bem os alunos estão aprendendo o conteúdo em conjunto com as competências e habilidades prescritos.

Além disso, temos que esclarecer aos nossos visitantes do MEC, quer seja em modo presencial ou remoto, de que temos um processo regulamentado para modificar nossos conteúdos quando identificado se algum dos resultados de aprendizagem,

conforme nosso projeto de curso, alinhado com as diretrizes curriculares nacionais não atender aos novos critérios. Em outras palavras, os currículos de engenharia, agora são como “Sistemas de Controle Inteligente de Processos em Malha Fechada”.

A diferença entre esse e o modo antigo de operação é tão profunda quanto nos processos de fabricação; as dificuldades de projetar e implementar um esquema de controle ótimo em um contexto educacional são bem maiores e complexas. Considere os contrastes tabelados (coisa de engenheiro):

	Processo de manufatura	PPC da engenharia
Variável de medida (MV)	rendimento, indicadores de produção, número de defeitos, taxa de retorno (fácil de avaliar)	Conhecimento de conteúdo (fácil de avaliar) Níveis de habilidade (difícil de avaliar)
Avaliação	medição e cálculo de variável de processo (objetivo)	exames (objetivo) Avaliação de desempenho (subjetivo)
Ponto de ajuste (SP) (objetivo, referência)	valores numéricos (objetivo)	notas do exame (objetivo) Classificações de desempenho (subjetivo)
Sinal de realimentação (erro)	$ SP-MV $ (objetivo/meta)	$ SP-MV $ (difuso)
Variáveis de controle	Temperatura (objetivo) Pressão (objetivo) Humidade (objetivo) Parâmetros de ajuste PID (claro)	conteúdo do curso (objetivo) desenho da matriz curricular (difuso) métodos instrucionais (muito difuso)

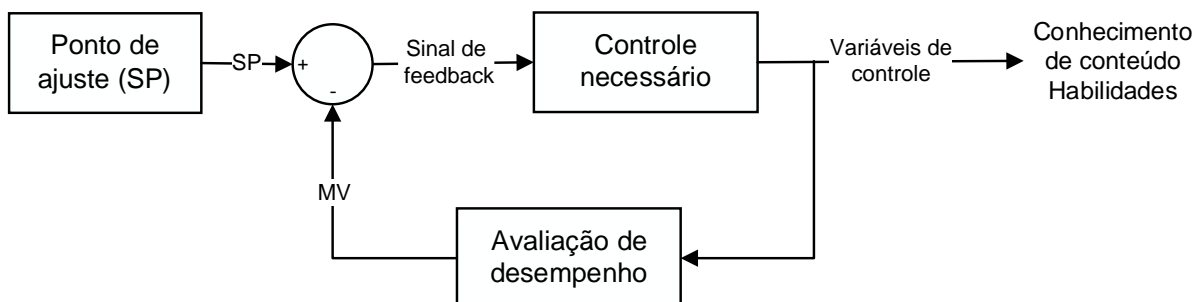
Controle necessário	Qualitativamente (preciso)	qualitativamente difuso
Ajustes em variáveis	quantitativamente (determinado por medição ou simulação) - fácil de implementar	quantitativamente difícil de prever ou medir difícil de implementar (por as razões, técnicas e humanas)
Benefícios	Fácil demonstrar	Difícil demonstrar

Esta tabela não pretende sugerir que o controle de variáveis em sistemas é simples ou que seja fácil de ser implementado; mas sim que é muito mais objetivo e claro do que a implementação de um Sistema de Controle de Processos em sistemas educacionais. A Figura 1, ilustra o esquema simplificado do referido sistema de controle.

Observa-se que de modo sintetizado, a entrada do modelo é um ponto de ajuste referênci (SetPoint – SP). As classificações de desempenho do egresso de Engenharia, por exemplo, podem ser consideradas um ponto de ajuste (SP).

Ainda na Figura 1, a diferença entre o ponto de ajuste referênci e a variável de medida, retorna o sinal de feedback. Esse sinal é utilizado para os devidos ajustes de controle, ou seja, alterações educacionais que visam a otimização de métodos instrucionais para atingir o conteúdo programático do curso. Nesse sentido, o conhecimento do conteúdo e as habilidades necessárias ao egresso de Engenharia podem ser alcançados.

Figura 1 – Esquema simplificado do sistema de controle de processos em sistemas educacionais



Fonte: os autores.

Estabelecido que você deseja um Sistema de controle em um determinado processo industrial; para realizar o projeto e implementar todo sistema, incluindo-se o quão bem ele funcionará a partir de um referencial conhecido; o que é estabelecido por variáveis super definidas; pode finalizar tal qual um exercício que será trabalhoso, sem dúvida, mas relativamente simples na sua execução.

Em um sistema educacional, as exigências vão além disso! Os resultados desejados tendem a ser vagos ou controversos; os efeitos no Sistema e mudanças nos resultados da aprendizagem são difíceis de avaliar de forma inequívoca (sempre existem várias causas para qualquer efeito observado. Comparativamente como em um Sistema industrial físico e não linear; com múltiplas entradas e múltiplas saídas (normalmente caracterizado como sendo MIMO); onde tanto os custos das mudanças quanto os benefícios dos resultados são infinitamente discutíveis.

Além disso, poucos industriais argumentariam contra a tentativa de melhorar o produto, a qualidade ou taxa de retorno do investimento; mas qualquer mudança proposta em uma estrutura curricular ou métodos dela, enfrenta quase sempre certa oposição de alguns membros do corpo docente e algumas vezes dos administradores.

3. Algumas reflexões:

Por fim algumas perguntas para reflexão e discussão podem ser elaboradas:

- a. Quais dados devem ser coletados para avaliar as habilidades necessárias? Enade? Resultados de outros tipos de testes padronizados? Gravação em vídeo, apresentações orais? Portfólios de alunos de vários anos?
- b. Estes dados de avaliação devem ser coletados em amostra coletiva, todos os alunos, ou apenas uma amostra representativa? Se for a última, qual deve ser o tamanho da amostra e como deve ser escolhida?
- c. Quem mais deve avaliar os “produtos estudantis” à luz do instrumento de avaliação?
- d. Curso para docentes de avaliadores? Um ou mais membros do corpo docente devem ser treinados de forma sistematizada, para garantir a confiabilidade do processo? Quem deve fornecê-lo?

- e. Qual a porcentagem dos critérios deve ser satisfeita para que no reconhecimento ou renovação de reconhecimento de curso; ou nos processos de credenciamento institucional; o sistema todo se qualifique para a nota máxima?
- f. Será suficiente em um determinado indicador mostrar que está fazendo algo -comprovado- para fazer uma avaliação resultados considerando o currículo e plano de ensino, ou a eficácia das medidas corretivas também devem ser avaliadas? Que critérios utilizaremos para avaliá-los?

