INTERFACE TECNOLÓGICA

O AUMENTO PRODUTIVO APLICADO A MÁQUINAS DE USINAGEM CNC UTILIZANDO FUNDAMENTOS DA MANUTENÇÃO

THE PRODUCTIVE INCREASE APPLIED TO CNC MACHINING MACHINES USING THE FUNDAMENTALS OF MAINTENANCE

Wellington da Cruz Rosa –wellington_cruzz@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo – Brasil

João de Lucca Filho – joãodelucca@terra.com.br
Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – Taquaritinga – São Paulo – Brasil

DOI: 10.31510/infa.v18i2.1248
Data de submissão: 13/09/2021
Data do aceite: 03/11/2021
Data da publicação: 30/12/2021

RESUMO

O mundo dos negócios é competitivo e anseia por tecnologias e maneiras futuristas de produzir e acompanhar o mercado, a manutenção é um grande contribuinte para esse sistema ser funcional e rentável. Dentre todos os pilares que formam essa área, a manutenção preventiva se destaca por manter, organizar e prever os defeitos relacionados ao ambiente produtivo, permitindo uma redução em prováveis falhas, além de ter uma base solida para o controle de quebra e melhorias no processo produtivo. Nos equipamentos de usinagem CNC a manutenção preventiva é primordial, tendo em vista que requerem cuidados especiais, por serem de fácil desgaste, os planos preventivos usados de maneira eficiente geram um aumento na confiabilidade das máquinas trazendo qualidade para peças, diminuição de paradas indesejadas que muito atrapalham o planejamento em um setor de manufatura. Esse artigo visa apresentar, por meio de uma pesquisa feita com livros e artigos acadêmicos, todas as vantagens e de se adotar a manutenção preventiva em equipamentos de usinagem CNC. Os resultados mais notáveis da pesquisa mostram que a utilização desse método de manutenção ao ser aplicado pode evitar possíveis inconformidades nas peças, evitando gastos com correções e paradas desnecessárias.

Palavras-chave: Manutenção preventiva. Planejamento. Confiabilidade.

ABSTRACT

The business world is competitive and yearns for futuristic technologies and ways to produce and follow the market, maintenance is a major contributor to this system being functional and profitable. Among all the pillars that make up this area, preventive maintenance stands out for maintaining, organizing and predicting defects related to the production environment, allowing for a reduction in likely failures, in addition to having a solid basis for breakage control and improvements in the production process. In CNC machining equipment, preventive maintenance is paramount, considering that they require special care, as they are

easy to wear, preventive plans used efficiently generate an increase in machine reliability, bringing quality to parts, reducing unwanted downtime that much hinder planning in a manufacturing sector. This article aims to present, through research carried out with books and academic articles, all the advantages of adopting preventive maintenance in CNC machining equipment. The most notable results of the research show that the use of this method of maintenance when applied can avoid nonconformities, avoiding expenses with corrections and unnecessary stops.

Keywords: Preventive maintenance. Planning. Reliability.

1 INTRODUÇÃO

Toda empresa busca manter-se no mercado, principalmente fazendo investimentos em novas tecnologias. Mas para garantir que elas permaneçam deve haver também uma manutenção que acompanhe todo este crescimento.

O trabalho tem por finalidade demonstrar a eficiência da manutenção preventiva e todos os benefícios que a prática traz para equipamentos, máquinas e sua vida útil. Também mostra o ganho produtivo e a capacidade de analisar e se preparar para eventuais quebras, evitando paradas desnecessárias que impactam diretamente na produção.

O departamento de manutenção presta serviços ao setor produtivo e é responsável por gerir mão de obra qualificada garantindo que máquinas e equipamentos trabalhem; outros cuidados da manutenção é manter a vida do instrumento sem que ele perca produtividade.

De acordo com Kardec e Nascif (2009, p.42), “manutenção preventiva é a atuação realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo”.

O processo de manutenção preventiva desperta cada vez mais o interesse de empresas que buscam competitividade. Toda atividade preventiva traz valores positivos e resulta em ganho produtivo, pois reduzem paradas de máquinas evitando pausas desnecessárias, qualquer tipo de equipamento envolvido na produção sem os cuidados necessários se torna um fardo causando problemas e gerando custos desnecessários.

Máquinas de usinagem CNC tem um potencial produtivo enorme, e com técnicas de manutenção utilizadas no tempo certo o ganho produtivo aumenta, para manter uma máquina em condições eficientes e com possíveis números positivos para a produção mantendo qualidade, a manutenção preventiva reúne os fatores necessários e o caminho a ser seguido seja pela troca de peças ou simplesmente verificar e inspecionar determinadas peças.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A base da manutenção que correlaciona às atividades de manutenção preventiva traz benefícios lucrativos se comparado a manutenção corretiva.

> Era muito comum ver a linha de produção paralisada em função da quebra de um ou mais equipamentos. A manutenção somente era solicitada em virtude destas paralisações. A mentalidade era o famoso "quebra-conserta", de maneira que os lucros cessavam durante as ações de manutenção (TAVARES, et. al., 2005, p. 1).

Os ativos terão sua vida aumentada com manutenção preventiva adequada. Parte do investimento de capital pode ser reposto com o rendimento econômico gerado por este aumento de vida útil. (TAVARES, et. al., 2005, p.97).

> A manutenção para ser estratégica precisa estar voltada para os resultados empresariais da organização. É preciso, sobretudo, deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz: ou seja, não basta apenas reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mais é preciso manter a função do equipamento disponível para operação, reduzindo a probabilidade de uma parada de produção não planejada. (KARDEC E NASCIF, 2009, p.11).

O item 2.8.7 da página 7 da NBR 5462 define Manutenção Preventiva como: Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item. A norma padroniza a conciliação de documentos padronizados nas atividades de preventiva, porém o serviço físico deve sem elaborado de acordo com o nível técnico das equipes.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração do trabalho foram realizadas pesquisas bibliográficas, juntamente com a utilização de livros e artigos acadêmicos, tendo como objetivo mostrar a importância e as vantagens da manutenção preventiva.

Segundo GIL (2008, p. 50), a pesquisa bibliográfica é realizada por meio de materiais já elaborados, composto principalmente de livros e artigos científicos.

4 DEFINIÇOES E CONCEITO DE MANUTENÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas de 1975, (ABNT, 1975) manutenção é o conjunto de todas as ações necessárias para que um item seja conservado ou restaurado de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada.

Xenos (2004, p.18) diz que a manutenção é definida como um conjunto de ações e técnicas administrativas destinadas a manter ou recolocar um item em estado na qual possa desempenhar uma determinada função (NBR 5462:1994). O ato de consertar, ou manter uma

máquina ou equipamento em estado de funcionamento garantindo a segurança e a funcionalidade é a base para um conceito de manutenção.

4.1 Manutenção corretiva

A manutenção corretiva é a que primeira que apareceu dando a base para a família da manutenção é o modo mais conhecido e utilizado por grandes e pequenas empresas. Xenos (2004, p.23) fala que a manutenção corretiva é feita sempre depois que a falha ocorreu à opção por esse método leva em conta fatores econômicos. Estudos e estratégias devem ser elaborados para a utilização do método corretivo, pois demandam custos de estoque de peças, profissionais qualificados e se leva em consideração a quantidade de paradas em máquinas que podem ocasionar perda da eficiência produtiva.

Teles (s.d.) diz que a Manutenção Corretiva é sempre considerada o pior tipo de manutenção existente. Em partes, isso é verdade, vai depender da estratégia de manutenção usada para manter os ativos da empresa.

Os problemas correlacionados a manutenção corretiva não são previsíveis, pois não há como saber quando o equipamento irá parar, e quando essa falha acontece no decorrer do processo de produção, os custos relacionados à manutenção corretiva são elevados. Essas paradas podem colocar o planejamento produtivo em risco

4.1.1 Manutenção corretiva planejada

A manutenção corretiva planejada se faz necessária quando o rendimento de determinado equipamento ou máquina está mostrando sinais de que não está bom alarmando que possivelmente pode falhar ou quebrar. Kardec e Nascif (2009, p 41) falam que um trabalho planejado é sempre mais barato, mais rápido e mais seguro que um trabalho não planejado, e será sempre de melhor qualidade.

4.1.2 Corretiva não planejada

É a atuação da manutenção em fato já ocorrido, uma falha de desempenho menor que o esperado na qual não há tempo para preparação do serviço. (Kardec e Nascif, 2009, p.39).

Se a linha de produção está em operação e uma máquina quebra sem aviso, é necessário parar o equipamento e então a produção, isto caracteriza uma parada não planejada. Essa aleatoriedade da necessidade de manutenção corretiva faz necessário ter uma grande equipe de funcionários responsáveis pela manutenção gerando mais custos e mesmo

assim podendo não atestar o rápido reestabelecimento do equipamento e da produção. (COSTA, 2018, p. 20).

4.2 Manutenção preventiva

Com estratégias e planejamento a manutenção preventiva flui por caminhos opostos ao da manutenção corretiva. A manutenção preventiva é realizada de forma sistemática, de acordo com um plano de manutenção. O equipamento gozará das atividades de manutenção quando atingir a frequência previamente definida para tal. Essa frequência pode estar atrelada ao tempo, à quilometragem, à produtividade etc. (TELES, s.d.)

De acordo com Kardec e Nascif (2009, p.42), a política da manutenção preventiva é inversa ao da corretiva ela busca obstinadamente evitar a ocorrência de falhas, ou seja, procurar prevenir. Porém custos preventivos não são toleráveis por uma determinada parte de gestores e donos de empresas sendo assim a manutenção preventiva é pouco explorada no nosso país.

> Uma das causas da baixa produtividade das nossas indústrias e dos nossos serviços reside na falta de planejamento organizacional da manutenção, sendo extremamente pernicioso para o desenvolvimento e competitividade do país as elevadas taxas de falhas (perda de produtividade), os reparos de emergência (elevação de custos que acabam na conta do cliente final) ocorrendo em momentos inoportunos e com frequências acima do tolerável. São indicadores que inferiorizam os nossos parques industriais, reduzindo a nossa competitividade no cenário internacional. (TAVARES, et. al., 2005, p. 4)

Aplicar corretamente a manutenção preventiva gera um custo relativamente alto e requer um estudo técnico bem elaborado para aplicação, o custo gira em torno de contratar mais mão de obra especializada, sistemas de gerenciamento de manutenção, capacitação de mão de obra e investimento em ferramentas. Sendo essas as aplicações necessárias e indiscutíveis para colher resultados satisfatórios e fazer valer a pena o custo empregado.

4.3 Manutenção preditiva

Manutenção que permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva (TELES, s.d.).

A manutenção preditiva que tem uma responsabilidade quase que cientifica dentro do setor de manutenção visa inspecionar analisar e estudar os componentes das máquinas e ferramentas para prever uma futura parada ou o aumento do tempo de operação continua do

equipamento, esta manutenção prioriza a capacidade produtiva da máquina evitando paradas, pois avaliações são realizadas com equipamentos ainda em funcionamento.

Kardec e Nascif (2009, p.45) a manutenção preditiva é a primeira quebra de paradigma na manutenção, se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permita avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento.

4.4 Manutenção detectiva

Manutenção detectiva é atuação efetuada em sistemas de proteção, comando e controle buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção, Kardec e Nascif (2009, p.47).

A manutenção detectiva auxilia na boa operação de ferramentas e máquinas garantindo sua funcionalidade e viabilidade em longo prazo.

5 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

Kardec e Nascif (2009, p50) diz que a engenharia de manutenção é o suporte técnico da manutenção que está dedicado a consolidar a rotina e implantar melhoria.

Dentre as atribuições da engenharia de manutenção, se destaca manutenibilidade, confiabilidade e disponibilidade.

5.1 Manutenibilidade

Manutenibilidade é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de executar suas funções requeridas, com condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada com condições determinadas e mediante procedimentos e meios prescritos. (TELES, 2017)

5.2 Confiabilidade

De acordo com a NBR-5462, confiabilidade é a capacidade de um item desempenhar a função requerida sob condições especificadas, durante um intervalo de tempo. (NBR-5462, s.d., apud TELES, 2018).

A segurança no ambiente de manutenção consiste na funcionalidade do equipamento de acordo com as especificações técnicas dadas pelo fabricante.

5.3 Disponibilidade

A disponibilidade é uma métrica importante usada para avaliar o desempenho de equipamentos reparáveis, representando as propriedades de confiabilidade e manutenção de um componente ou sistema. (TELES, 2018)

> Segundo a NBR-5462 (1994) Disponibilidade é:
> Capacidade de um item estar em condições de executar certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, mantenabilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados.

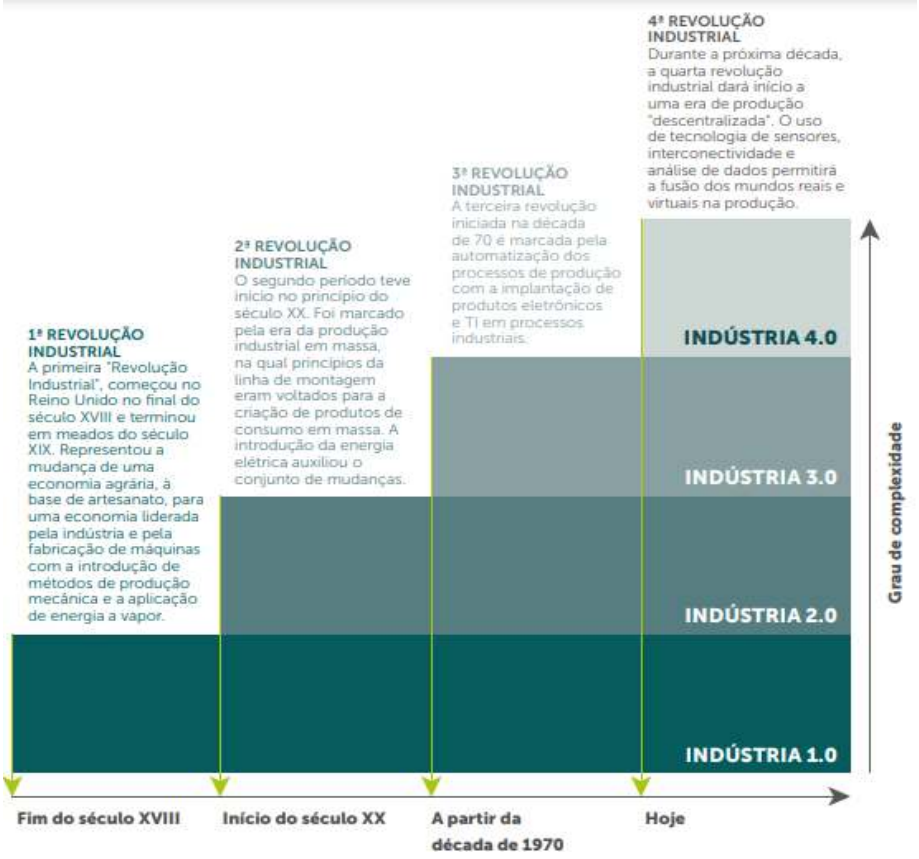
6 INDÚSTRIA 4.0 E A CONEXÃO COM O SETOR DE MANUTENÇÃO

As três primeiras revoluções industriais trouxeram para o mundo industrial desenvolvimento e competitividade, neste cenário conhecemos as linhas de produção em massa o setor de tecnologia da informação agregando recursos computadorizados para a indústria e com isso a indústria 4.0 vem se impor de forma a unir tecnologicamente esse sistema produtivo interligando todos os equipamentos com tecnologia e comunicação em tempo real, inclusive interação entre partes físicas digitais e biológicas.

Segundo Coelho (2016, p. 20), a indústria 4.0 é fortemente focada na melhoria contínua em termos de produtividade das operações, segurança, eficiência e destaque para o retorno do investimento.

> O termo Indústria 4.0 vem sendo disseminado mundialmente. Também conhecida como a 4ª Revolução Industrial, já que, assim como as três primeiras revoluções na manufatura mundial, é marcada pelo conjunto de mudanças nos processos de manufatura, design, produto, operações e sistemas relacionados à produção, aumentando o valor na cadeia organizacional e em todo o ciclo de vida do produto. O 4.0 deriva da quarta versão, onde os mundos virtuais e físicos se fundem através da internet. Em outras palavras, "tudo dentro e ao redor de uma planta operacional (fornecedores, distribuidores, unidades fabris, e até o produto) são conectados digitalmente, proporcionando uma cadeia de valor altamente integrada". É importante destacar que, ao contrário das outras revoluções industriais, que foram observadas e diagnosticadas a posteriori, essa é a primeira vez que os acontecimentos estão sendo previstos como tendências. (Firjan 2016 pag.9)

Ilustração 1 – Revolução das Industrias no Tempo



Fonte**: Firjan (2016)**

Ainda Borlido (2017, p.42) diz que o pessoal de manutenção deverá ser altamente qualificado para esta revolução industrial.

> Considerando os desafios e oportunidades mundiais atrelados à Quarta Revolução Industrial, também denominada Indústria 4.0, as empresas devem estar preparadas para atender às necessidades do mercado por produtos mais inteligentes e customizados. Faz-se necessária a introdução de tecnologias nos processos industriais que possibilitem o monitoramento em tempo real, linhas de produção flexíveis e integradas com outras plantas industriais em nível global. Assim, os profissionais destas empresas devem estar familiarizados com as tendências e tecnologias requeridas, para que possam desenvolver as suas atividades de forma alinhada às novas demandas de mercado (SENAI 4.0, s.d).

Para Lima e Silva (2019, p.10), a quarta revolução industrial traz um novo conceito para as indústrias, e para o setor de manutenção traz também novas atribuições para que facilite os controles e acessos remotos.

> A manutenção da era indústria 4.0 é realmente benéfica num contexto industrial, pois alerta as pessoas adequadas, nos momentos adequados, coordenando necessidades produtivas com necessidades humanas e interligando os mais diversos departamentos, conseguindo oferecer soluções ao nível da eficiência muito mais vantajosas e benéficas. BORLIDO (2017 p.58)

7 BENEFICIOS DE UMA ESTRATÉGIA DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Para garantir a eficiência produtiva de um equipamento ou ferramenta, as especificações do fabricante devem ser seguidas à risca, para que assim quebras desnecessárias sejam evitadas e a manutenção preventiva possa atingir os padrões propostos para o bom funcionamento do equipamento.

De acordo com as Indústrias Romi S.A. (2019). O objetivo de um programa estruturado de manutenção preventiva é diminuir paralisações não programadas das máquinas utilizadas na produção, geralmente causadas por problemas inesperados, que normalmente geram a necessidade de reparos de alta complexidade. A Ilustração 2 exemplifica a visão da Romi.

Ilustração 2 – Benefícios da Manutenção Preventiva



Fonte**: ROMI (2019)**

O principal objetivo de uma estratégia de manutenção preventiva é estabelecer práticas que aumentem a vida útil dos conjuntos e componentes, evitando paradas inesperadas e o principal, despesas que não foram previstas no budget anual das empresas e geram custos extras à produção. Indústrias Romi S.A. (2019).

Em máquinas de usinagem a precisão é de fato um dos itens mais importantes e medidas de prevenção podem ser aplicados para evitar inconformidades e até possíveis acidentes com peças.

As especificações do fabricante são bem rígidas em relação as tolerâncias, e nem sempre o comando realizado pelos operadores é preciso, e é aí que a manutenção preventiva

entra em ação, neste caso para avaliar e se necessário fazer as devidas correções, acompanhando sempre os parâmetros do fabricante, garantindo a qualidade e conformidade das peças. Sendo este um bom exemplo do planejamento preventivo, com atuação no momento certo, evitando perca de insumos por imperfeições, garantindo a qualidade e contribuindo para o bom funcionamento das máquinas evitando eventuais riscos para o operador e o equipamento.

A manutenção preventiva usa de ferramentas e conhecimento detalhado dos defeitos, combatendo diretamente os possíveis problemas que a máquina sem uma manutenção preventiva aplicada não demonstraria.

> Quando é feita uma manutenção preventiva do torno CNC você aumenta a durabilidade da ferramenta, por ter valor elevado e ser difícil de substituir, todo cuidado com essa peça é bem-vindo, assim, a manutenção preventiva vai ajudar a amenizar os danos causados pelo uso e por quaisquer imprevistos. Estes danos vão se somando ao longo do tempo e com repetidos danos a estrutura do torno enfraquece, tornando impossível consertar. Por isso, fazer a manutenção preventiva do torno CNC é a única forma de garantir que você pode continuar usando o seu torno sem colocar a segurança da equipe ou o equipamento em risco. (MANUTEX CNC, s.d).

Todo equipamento necessita de cuidados, quando se aplica o método de manutenção preventiva a vida útil das peças é prolongada como, por exemplo, quando uma unidade hidráulica de um torno CNC é passada por uma manutenção preventiva desde uma limpeza e inspeção no óleo até a inspeção de uma bomba hidráulica, tudo isso se torna mensurado.

Na imagem da Ilustração 3 alguns itens e sua periodicidade recomendados pela empresa Romi para manutenção preventiva de uma máquina de sua linha de produção.

Tavares et. al. (2005, p.5) nos diz que os trabalhos executados pelas equipes de manutenção elevam o desempenho e a disponibilidade dos equipamentos para a produção, porém, contribuem para acrescer os custos de fabricação.

Os benefícios que uma manutenção preventiva traz para máquinas CNC são de suma importância no processo produtivo, a manutenção pode colaborar muito para o bom andamento produtivo. Kardec e Nascif (2009 p.9) diz que a condução moderna dos negócios requer uma mudança profunda de mentalidade e de postura.

Todo gestor deve pensar na manutenção preventiva como o ponto de cuidado mínimo com os equipamentos. Xenos (2004 p. 24) fala que a manutenção preventiva deve ser feita periodicamente, e deve ser a atividade principal de manutenção em qualquer empresa.

Ilustração 3 – Lista de Itens da Inspeção de Manutenção

ITENS A SEREM INSPECIONADOS POR TÉCNICOS QUALIFICADOS	Semanal	Mensal	Trimestral	Semestral	Anual	2,5 anos
Limpar filtro do aparelho de ar condicionado (acessório)	■					
Inspecionar lubrificação das guias e fusos		■				
Inspecionar funcionamento dos ventiladores dos acionamentos		■				
Inspecionar raspadores de cavacos		■				
Inspecionar regulagem das sapatas de deslizamento da placa pneumática cilindro incorporado		■				
Inspecionar a retenção de ar dentro do cilindro da placa pneumática		■				
Substituição do elemento filtrante do filtro de linha da unidade hidráulica (2000 hs)			■			
Inspecionar e limpar área do cabeçote (correia, polias, sensores)			■			
Inspecionar tubulação e dosadores do sistema de lubrificação			■			
Inspecionar desgaste das buchas dos mancais do cilindro (sistema pneumático)			■			
Verificação do alinhamento do cabeçote móvel (4000 hs)				■		
Inspecionar a válvula de refrigeração da torre (4000 hs)				■		
Inspecionar o óleo lubrificante das engrenagens da torre (4000 hs)				■		
Inspecionar e limpar trocador de calor da Unidade hidráulica				■		
Inspecionar correias dentadas dos eixos X e Z (4000 hs)				■		
Inspecionar a correia do motor principal				■		
Inspecionar e limpar o ventilador do motor principal (4000 hs)				■		
Executar limpeza interna do painel elétrico				■		

Fonte: **Manual de Manutenção - Centur 30D / ROMI C420 v5.0**

5 CONCLUSÃO

O setor de manutenção acompanha ferozmente os índices de desenvolvimento e produtividade de uma empresa, e por meio de um importante pilar desses processos se faz necessário à sua aplicação.

Reparos de emergência podem causar certo alvoroço, sendo difícil manter o controle, pois a parada da linha de produção desencadeia alguns problemas, sendo um deles a possível perca do prazo estipulado para determinado produto/peça, podendo atrasar a empresa com seus prazos para entregas.

Para manter uma máquina CNC com sua qualidade e produtividade dentro do planejado e cumprindo com os objetivos da empresa a manutenção preventiva exibe inúmeros pontos positivos e necessários.

A aplicação da manutenção preventiva tem por finalidade extinguir paradas não planejadas evitando estragos no setor produtivo, manter a qualidade das peças produzidas e a vida útil das máquinas e inclusive das ferramentas que são de alto custo para uma empresa.

O que se conhece de manutenção, é a corretiva atuando diretamente na linha de frente dos outros tipos de manutenção, ela tende a diminuir ou quase zerar em empresas que estabelecem um planejamento de manutenção, e que aplicam mais elementos como a manutenção preditiva, preventiva ou detectiva.

A manutenção em geral tende a exigir os melhores e mais atualizados profissionais, ainda mais com a chegada da indústria 4.0, o desenvolvimento e a coleta de dados envolvendo o setor de manutenção agrega um posicionamento certeiro diante da possibilidade de planejar, controlar, manter e corrigir problemas com objetividade e excelência.

Por fim, seguindo os procedimentos exigidos por fabricantes é comprovado que a qualidade de vida do equipamento será prolongada e até mesmo duradoura, beneficiando o sistema, as máquinas e os clientes, pois mantendo os cuidados necessários, a capacidade de concorrência e sobrevivência no mercado é alta e a competitividade é atribuída a sua capacidade de produzir com tecnologia e desenvolvimento sem imprevistos.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – Norma TB-116. 1975.

BORLIDO, D. J. A. **Indústria 4.0 – Aplicação a Sistemas de Manutenção.** Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Portugal, 2017. Disponível em < https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/102740/2/181981.pdf> Acesso em 17 set; 2020.

COELHO, P. M. N. **Rumo a indústria 4.0.** Faculdade de Ciências e Tecnologia de Coimbra. Coimbra, 2016. Disponível em <https://eg.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20%C3%A0%20Industria%204.0.pdf> . Acesso em 10 set 2020.

COSTA, F. E. **Proposta de um plano de manutenção continua para uma empresa de transporte coletivo** Faculdade de Tecnologia, departamento de engenharia Mecânica. Brasília. 2018. Disponível em <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/24267/1/2018_FelipeEscovedoDaCosta_tcc.pdf> Acesso 10 set de 2020.

ENGETELES. Pagina eletrônica disponível em <https://engeteles.com.br/tipos-de-manutencao/>. Acesso em 10 set de 2020.

.com. ENGETELES. 9 de out. de 2017. Pagina eletrônica disponível em <https://engeteles.com.br/como-calcular-disponibilidade/>. Acesso em 10 set de 2020.

ENGETELES. Julho 2017. Pagina eletrônica disponível em <https://engeteles.com.br/manutenibilidade/>. Acesso em 10 set de 2020.

ENGETELES. Pagina eletrônica disponível em <https://engeteles.com.br/o-que-e-confiabilidade/>. Acesso em 10 set de 2020.

FIRJAN. **Indústria 4.0.** Junho de 2016 Pagina eletrônica disponível em <https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/indústria-4-0-1.htm>. Acesso em 17 set. 2020.

GIL, Antônio. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Atlas,2008.

KARDEC, A. P.; NASCIF, J. A. X. **Manutenção Função Estratégica**. Terceira edição. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MANUTEXCNC. Pagina eletrônica disponível em <https://www.manutexcnc.com.br/manutenção-preventiva-torno-cnc>. Acesso em 18 maio de 2021.

ROMI. INDÚSTRIA ROMI S.A. Página eletrônica: Disponível em <https://www.romi.com/saiba-os-beneficios-de-uma-estrategia-de-manutencao-preventiva> de 26.12.2019. Acesso em 03 Set. 2020.

SENAI 4.0. Pagina eletrônica disponível em <https://senai40.com.br/saiba-mais/>. Acesso em 14 set de 2020.

TAVARES, L.; GONZAGA, M. A. C.; POYDO. P, R. S**.: Manutenção centrada no negocio**. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações, 2005.

XENOS, H. G. **Gerenciando a manutenção produtiva**. Belo Horizonte: editora de desenvolvimento gerencial, 2004.