III SIMTEC
Simpósio de Tecnologia
da Fatec Taquaritinga

MANUTENÇÃO PREVENTIVA EM TORNOS CNC: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA PRESTADORA DE SERVIÇOS

PREVENTIVE MAINTENANCE AT CNC LATHES: A CASE STUDY IN A SERVICE PROVIDER COMPANY

Samuel Felipe Zuchi Rosa - samuelzuchi@hotmail.com

Ramílio Ramalho Reis Filho - ramilio.reis@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – SP – Brasil

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo apresentar a manutenção preventiva como um diferencial estratégico para as organizações. A metodologia utilizada para cumprir tal propósito foi à realização de um estudo de caso comparando os resultados obtidos com a manutenção preventiva dentro de duas empresas do setor metalomecânico, ambas são clientes de uma empresa prestadora de serviços, nas quais foram analisadas as ocorrências de manutenções corretivas emergenciais e programadas, em um determinado modelo de torno CNC. Além do estudo de caso, também foi utilizado da pesquisa bibliográfica, constituída de artigos científicos, livros e monografias a fim de buscar subsídios para um maior entendimento sobre o assunto. Por meio dos resultados do estudo prático evidenciou-se que quando utilizada como estratégia, a manutenção preventiva reduz o fluxo de manutenções corretivas emergenciais, concluindo assim que a manutenção preventiva cria vantagens competitivas através da melhoria da disponibilidade e a confiabilidade dos maquinários.

Palavras-chave: Estratégia. Manutenção Preventiva. Manutenção Corretiva.

ABSTRACT

This study has the main objective to present preventive maintenance as a strategic differential for organizations. The methodology used, to accomplish this purpose, was a case study by comparing the results obtained from preventive maintenance within two companies of the metal mechanics sector, both clients of a service provider enterprise, in which the occurrences of emergency and planned corrective maintenance have been analyzed in a given model of CNC lathe. In addition to the case study, a bibliographical research was carried out in order to find subsidies for a greater understanding of the subject. Through practical study results it became evident that when used as a strategy, preventive maintenance reduces the flow of

emergency corrective maintenance, thus concluding that preventive maintenance creates competitive advantages by improving availability and reliability of the machinery.

Keywords: Strategy. Preventive maintenance. Corrective maintenance.

COMO REFERENCIAR ESTE ARTIGO:

ROSA, S.F.Z.; REIS FILHO, R.R. Manutenção Preventiva em Tornos CNC: Estudo de Caso em uma Empresa Prestadora de Serviços. **In: III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga**. Disponível em: <www.fatectq.edu.br> 12 p. Outubro de 2015.

1 INTRODUÇÃO

Com a necessidade cada vez mais elevada das empresas tornarem-se competitivas perante os concorrentes, é necessário que o foco esteja na redução de custos e no aprimoramento do produto, afim de atender todas as expectativas e necessidades dos consumidores. De acordo com Lopes (2012) todas as empresas devem desenvolver métodos e criar diferencias para saltar à frente da concorrência. Desta forma a manutenção, quando utilizada como estratégia, se torna um dos métodos para o alcance destes diferenciais.

De acordo com Lopes (2012), a manutenção está presente na história industrial desde que o homem criou novas técnicas de produção para padronizar seus processos. Segundo Kardec e Nascif (2015) a manutenção foi a atividade que mais passou por mudanças nos últimos 70 anos e a área que mais recebeu investimentos. Tais mudanças são justificadas pelo rápido crescimento da automação, equipamentos, edificações, instalações, monitoramentos on-line e ainda pela introdução da gestão de manutenção. Assim, com o passar do tempo e com as evoluções tecnológicas houve-se a conscientização do quanto a falha de um equipamento pode afetar os resultados de uma empresa.

Conforme um estudo realizado por Queiroz (2015), para a melhoria do desempenho de qualquer processo produtivo, seja esse mecânico ou automatizado, a chave é a manutenção. Quando bem planejada e controlada, a manutenção traz em um curto prazo, retornos mensuráveis e visíveis. Também Fagundes et al. (2011) em seu trabalho, ressaltam a importância em adotar uma estratégia de manutenção para minimizar os problemas vindos com a indisponibilidade dos equipamentos, uma vez que esta afeta a capacidade produtiva de uma empresa.

Manutenção de modo geral significa trazer algo que não esteja desempenhando sua função desejada, onde a manutenção preventiva é um dos tipos de manutenção. Segundo

Queiroz (2015) a manutenção preventiva é o serviço adotado (periodicamente) em máquinas que não estão falhando, com o objetivo de garantir a confiabilidade dos conjuntos. Já Branco Filho (2008) define a manutenção preventiva como um trabalho exercido em máquinas com algum defeito, mas que ainda estejam em condições de produzir.

Dessa forma, podemos entender que é a manutenção preventiva é um conjunto de ações para manter o processo regular e permanente, ou seja, o ciclo de funcionamento desejado das máquinas e equipamentos antes que haja uma falha. A falta de manutenção pode levar prejuízos para a empresa através da inconfiabilidade e indisponibilidade dos maquinários, que por sua vez acarretará no atraso nas entregas de seus pedidos, e assim a perda de credibilidade para com seus clientes além da sua imagem no mercado e também no surgimento de problemas financeiros.

O objetivo principal deste artigo é apresentar a manutenção preventiva como um diferencial estratégico para qualquer empresa. Para atingir tal objetivo, foi realizada uma revisão bibliográfica constituída de artigos científicos, livros, monografias e sites, além de um estudo de caso, realizado através de uma empresa prestadora de serviços de manutenção industrial, onde foi analisado em um determinado período, as ocorrências de falhas de um determinado modelo de torno com comando numérico computadorizado (CNC) utilizado por duas empresas do mesmo segmento de atuação, onde uma empresa adota planos de manutenção preventiva e outra não. Com resultados obtidos através do estudo de caso, pode-se observar que a empresa que adota métodos de manutenção preventiva ganha vantagens competitivas sob a empresa que não utiliza dos mesmos métodos.

A estrutura deste artigo inicia-se com a introdução, onde é apresentada a ideia e a importância da realização deste trabalho, citando um breve contexto sobre assunto abordado, bem como os objetivos, a importância e métodos utilizados para realiza-lo. Na sequência, a revisão bibliográfica apresenta todo levantamento de informações pertinentes ao assunto abordado, citando alguns conceitos e os principais tipos de manutenção existentes. Em seguida, é apresentado o estudo de caso, onde é descrita a realização da pesquisa apontando como foi realizada a coleta dos dados quantitativos, a análise e a discussão dos resultados obtidos. Por último são apresentadas as conclusões informando as considerações finais sobre o trabalho, além da proposta de trabalhos futuros.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Branco Filho (2008) define o conceito de manutenção como uma função empresarial que controla e acompanha constantemente os trabalhos de revisão e reparo necessários para garantir que os processos operacionais permaneçam ativos. De acordo com Furtado (2003), a norma regulamentadora NBR-5462 (1994) conceitua manutenção como uma combinação de ações técnicas e administrativas destinadas a manter ou recolocar um item para desempenhar sua função requerida.

A manutenção pode ser considerada ainda, como o termo que aborda como as organizações objetivam evitar falhas e cuidar de suas instalações (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009). Segundo Kardec e Nascif (2015) a manutenção tem como objetivo garantir a funcionalidade dos equipamentos, sistemas e instalações, de forma que seu desempenho seja contínuo durante o decorrer de sua vida útil.

Dentre os diversos tipos de manutenção existentes, os mais conhecidos e usados pelas empresas são: manutenção preditiva, preventiva e corretiva.

A manutenção preditiva, segundo Branco Filho (2008) é todo monitoramento das condições e eventuais desgastes do equipamento. Já a manutenção preventiva, de acordo com Lopes (2012) evita avarias em equipamentos, antes mesmos que elas aconteçam. E também a manutenção corretiva, que é toda ação tomada em equipamentos ou sistemas que já estão com falhas ou defeitos para fazê-los voltar ao desempenho desejado (KARDEC; NASCIF, 2015).

Segundo Kardec e Nascif (2015) quando for necessário reparar uma falha ou quebra que levou a parada do funcionamento da máquina, esta é conhecida como manutenção corretiva não planejada, pois não existe tempo para se planejar o reparo tornando-se uma manutenção emergencial, sendo considerada cara e de menos confiabilidade. E quando for necessário reparar uma falha ou quebra que não interrompeu por completo o funcionamento da máquina, esta é conhecida como manutenção corretiva planejada, pois se permite programar a parada para a intervenção. É considerada mais barata e gera maior confiança, pois permite ao técnico mais tempo e tranquilidade para realizar o serviço.

As máquinas e equipamentos industriais falham, e desta forma a manutenção torna-se indispensável para a funcionalidade correta dos processos da empresa possibilitando o aumento da produtividade, além de que quando bem planejadas e executadas podem criar vantagens competitivas perante as concorrências.

2.1 Manutenção Preventiva

Conforme a norma regulamentadora NBR-5462 (1994) manutenção preventiva é destinada à redução da probabilidade do funcionamento de um item falhar ou degradar. O foco principal deste tipo de manutenção é evitar irregularidades e avarias dos equipamentos, antes mesmo que ocorram.

De acordo com Kardec e Nascif (2015) assegurar a continuidade do processo produtivo através do funcionamento constante das máquinas e reduzindo custos elevados com manutenções inesperadas causadas pelas paradas forçadas, são algumas das vantagens da manutenção preventiva.

Segundo Lopes (2012) a manutenção preventiva traz inúmeros benefícios, pois permite a empresa planejar os custos financeiros, diminuir o fluxo de manutenções corretivas, trazer maior disponibilidade de produção e assegurar a qualidade dos produtos, além de elevar a vida útil do equipamento.

Quando bem planejada, pode ser considerada como o tipo de manutenção com menor custo do que as manutenções corretivas não planejadas que causam prejuízos com o tempo de inatividade das máquinas, que teria como consequência a interrupção da produção e a perda de lucros.

2.2 Planejamento e Terceirização de Serviços

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009) planejar e controlar são funções chaves para o processo produtivo, onde a manutenção está ligada diretamente com o ambiente produtivo. Sendo assim, fica fora de questão o departamento de manutenção atuar de forma empírica, ou seja, baseado em tentativas e erros, não se apoiando em bases de teorias científicas. Branco Filho (2008) ressalta que é importante existir pessoas qualificadas para planejar e organizar as prioridades, pois função de planejamento é uma tarefa da qual depende da administração produtiva da empresa como um todo, e a manutenção é uma das principais responsáveis na obtenção deste proposito.

Para Kardec e Nascif (2015) a terceirização de serviços consiste em uma ferramenta estratégica que pode trazer excelentes resultados quando utilizada de forma correta. Assim a terceirização deve consistir em uma relação de parceria da empresa para com os terceiros, de tal modo a se criar um diferencial competitivo. Os autores comparam a parceria entre contratantes e contratadas da seguinte forma: todos os envolvidos estão em um mesmo barco,

e devem remar juntos para atingir seus objetivos e metas, que é a mesma para todos. Se um prospera, o outro consequentemente terá sucesso. As principais vantagens da terceirização são o aumento da qualidade dos serviços de manutenção, otimização de custos, redução das áreas ocupadas e flexibilidade organizacional. Por outro lado, também pode ter desvantagens como a dependência de terceiros e a redução da própria especialização.

Segundo a Abraman (2013) a tendência de contratação de serviços terceirizados em 2013 teve aumento de quase aproximadamente 14% em relação a tendência de contratações no ano de 2007. Podemos interpretar este crescimento como consequência da conscientização e das experiências vividas pelas empresas com empresas terceirizadas no cotidiano.

De acordo as pesquisas da Abraman (2013) os critérios que as empresas mais utilizam na hora de escolher uma empresa de terceirização são qualidade e preço. Para se terceirizar os serviços de manutenção, as condições são básicas: as empresas contratantes devem iniciar definindo quais atividades podem ou devem ser passadas para terceiros. Na sequência devem verificar se existem empresas qualificadas no mercado para desenvolver as atividades propostas. Por último, observar os resultados com relação a redução dos custos, que geralmente são percebidos a médio e longo prazo, estabelecendo indicadores nas áreas relacionadas (KARDEC; NASCIF, 2015).

Assim, a terceirização de serviços é uma prática que visa à redução de custo e o aumento da qualidade, por designar uma função a empresas que sejam especializadas para execução de serviços específicos. Quando bem planejada a manutenção se torna uma atividade estruturada que fornece soluções para maximizar os resultados a fim da empresa manter sua competitividade.

2.3 Tornos CNC

Os tornos CNC, também conhecidos como máquinas ferramenta, são equipamentos utilizados para realizar transformações mecânicas em diferentes tipos de materiais com elevado nível de complexidade e grande precisão. Possui grande versatilidade para usinagem de diferentes tipos de peças de revolução cilíndrica, com ótimos níveis de potência e torque, rapidez de movimentos e precisão de usinagem, através da movimentação mecânica de um conjunto de ferramentas.

De acordo com Mundo CNC (2015) um torno CNC basicamente é constituído de duas bases podendo ser barramentos ou guias lineares, sobre as quais correm dois eixos: um eixo transversal, também conhecido como “Eixo X” é responsável por determinar o diâmetro da

peça e um eixo longitudinal, que é conhecido como “Eixo Z” responsável por determinar o comprimento da peça. Ambos são movidos através de um fuso de esferas acionado por um servo motor que é comandado pelo comando computadorizado.

A peça trabalhada é fixada através de uma placa, sendo hidráulica ou pneumática, que vem acoplada ao eixo central da máquina, também conhecido como “Eixo Árvore”. A Ilustração 1 apresenta um exemplo de torno CNC.

Ilustração 1: Torno CNC Romi Cosmos 30U



Fonte: Manutex CNC (2015)

Dentre os diversos benefícios que esses tipos de máquina oferecem, destacam-se a automatização, onde a intervenção humana com a peça é drasticamente reduzida ou até mesmo eliminada, concedendo ao operador um tempo livre para efetuar outras tarefas.

Atualmente, muitas máquinas CNC podem trabalhar sem nenhum acompanhamento durante o ciclo de usinagem completo, havendo uma intervenção somente para retirar a peça da máquina. Outro benefício considerado é com relação à consistência de precisão e repetitividade, onde podem ser produzidas inúmeras quantidades da mesma peça com a mesma precisão e consistência da primeira (MUNDO CNC, 2015).

Desta maneira a manutenção é uma estratégia crucial que as empresas adotam para manter seus tornos CNC nas condições desejadas a fim de manter a qualidade para a qual foram projetadas.

3 ESTUDO DE CASO

Na primeira fase do estudo prático foi realizado um levantamento de dados para selecionar as empresas a serem analisadas. Através das informações disponíveis no banco de dados do sistema integrado de gestão (ERP) da empresa prestadora de serviços, foi analisado um relatório das empresas que atuam no mesmo segmento e que utilizam do mesmo processo produtivo, desta forma as duas empresas escolhidas utilizariam maquinários de modelos parecidos, afim de possibilitar uma melhor comparação entre as ocorrências de falhas. Logo após, foram separadas as empresas que utilizam a manutenção preventiva das que apenas utilizam a manutenção corretiva quando necessário. Na segunda fase do estudo prático foram levantados os dados necessários para analisar a frequência das ocorrências de falhas nas máquinas escolhidas das duas empresas, dentro do período de setembro de 2014 até julho de 2015. Na sequência, foram transferidos os dados dos relatórios para o aplicativo Excel e gerado gráficos, afim de simplificar e facilitar a interpretação e discussão dos resultados.

As empresas selecionadas para a análise, são consideradas pela prestadora de serviços como empresas de médio porte. Ambas são do segmento metalomecânico e atuam fabricando e comercializando transmissões, bombas e acessórios para equipamentos veiculares que manejam líquidos diversos. Com o mesmo propósito, ambas utilizam de processos de fabricação bastante parecidos, possuem vários maquinários do mesmo fabricante e atuam com o mesmo tempo de jornada de trabalho. A diferença entre as duas empresas, é que a primeira, tratada como “Empresa X” adota um plano de manutenção preventiva em seu processo, com objetivo de obter vantagens em longo prazo, de forma a manter suas máquinas sempre disponíveis para produzir. Já a segunda empresa, tratada como “Empresa Y” não adota a mesma estratégia em seu processo, a fim de poder tirar o máximo proveito de seus equipamentos no momento desejado, estando disposta apenas a pará-los quando realmente for necessário.

Foi criada uma tabela resumindo o histórico das ocorrências das falhas nas máquinas de ambas às empresas, conforme apresenta a Ilustração 2, onde as falhas mais graves, que acarretam a parada das máquinas geram manutenções corretivas emergenciais e as falhas que não fazem com que as máquinas deixem de produzir geram manutenções corretivas programadas.

Ilustração 2: Resumo do histórico das ocorrências de falhas nas máquinas de cada empresa

EMPRESA X – Adota Plano de Manutenção Preventiva		
MÁQUINA: TORNO CNC 01		
TOTAL DE CORRETIVAS	CORRETIVAS EMERGENCIAIS	CORRETIVAS PROGRAMADAS
10	1	9

EMPRESA Y - Sem Plano de Manutenção Preventiva		
MÁQUINA: TORNO CNC 01		
TOTAL DE CORRETIVAS	CORRETIVAS EMERGÊNCIAIS	CORRETIVAS PROGRAMADAS
13	9	4

MÁQUINA: TORNO CNC 02		
TOTAL DE CORRETIVAS	CORRETIVAS EMERGÊNCIAIS	CORRETIVAS PROGRAMADAS
8	2	6

MÁQUINA: TORNO CNC 02		
TOTAL DE CORRETIVAS	CORRETIVAS EMERGÊNCIAIS	CORRETIVAS PROGRAMADAS
15	11	4

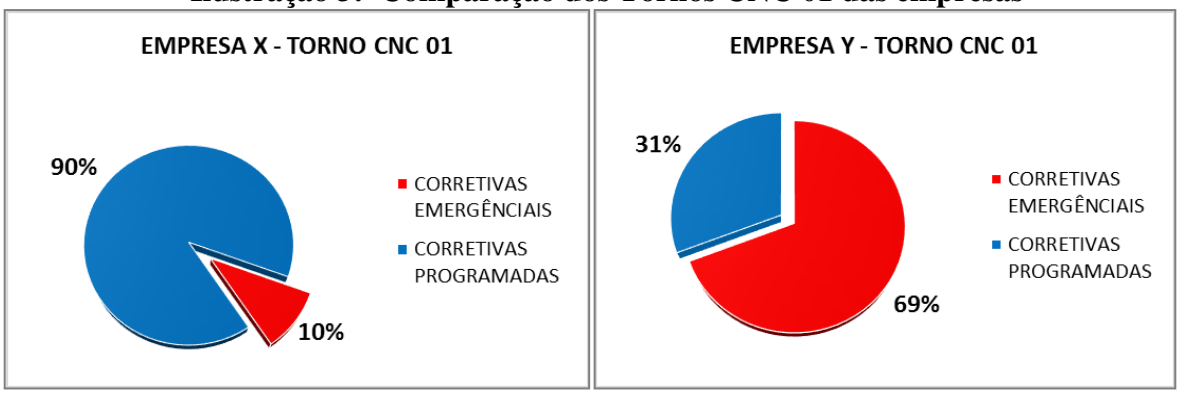
Fonte: Elaborado pelo autor

3.1 Análise dos Resultados

Foi observado que na "Empresa X" a primeira máquina do processo Torno CNC 01 teve no total 10 manutenções corretivas, onde em 90% destas foram devido às falhas intermitentes, o que não faziam com que a máquina parasse de produzir, enquanto apenas 10% houve-se falhas mais graves que impossibilitavam que a máquina produzisse.

Já na "Empresa Y", o torno equivalente ao da outra empresa teve mais ocorrências de manutenções corretivas sendo 13 no total, onde 69% destas, a máquina foi obrigada a deixar de produzir, enquanto apenas 31% a máquina tinha condições de produzir mesmo que com alguma falha. A Ilustração 3 aponta mais claramente o comparativo entre as máquinas responsáveis pelo início do processo de ambas as empresas.

Ilustração 3: Comparação dos Tornos CNC 01 das empresas



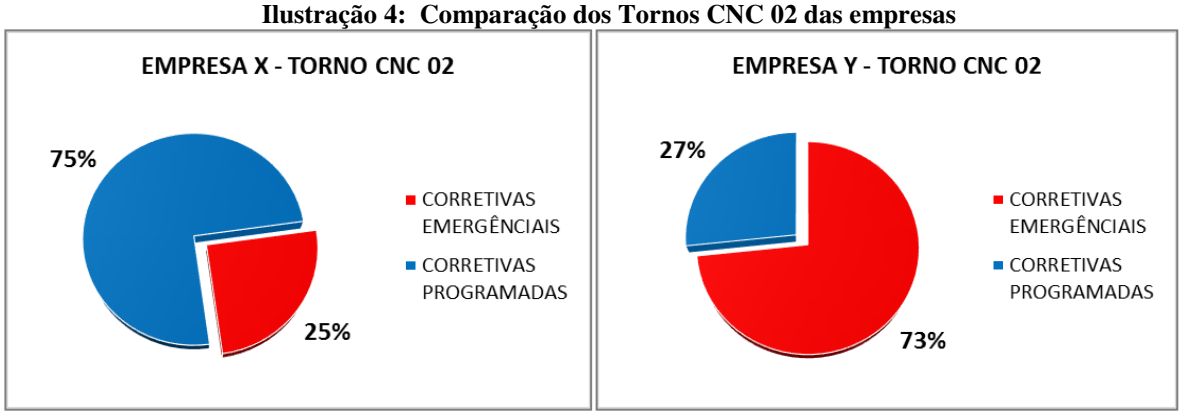
Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando a segunda máquina do processo produtivo, no Torno CNC 02 da "Empresa X", foi observado que do total de 8 manutenções corretivas ocorridas no período, 75% destas

a máquina não deixou de produzir devido alguma falha e em 25% a máquina não tinha condições de produzir.

Já no Torno CNC 02 da "Empresa Y" foi observado novamente a situação inversa, onde do total de 15 manutenções corretivas ocorridas, 73% destas a máquina parou de produzir por causa de alguma falha e somente 27% a máquina estava em condições de produzir. A Ilustração 4 simplifica a visão do comparativo da segunda máquina do processo das empresas.

Ilustração 4: Comparação dos Tornos CNC 02 das empresas



Fonte: Elaborado pelo autor

Assim podemos observar que a "Empresa X" adotando um plano de manutenção preventiva em seu planejamento estratégico, consegue minimizar as ocorrências de falhas mais graves que ocasionam a parada emergencial de suas máquinas e consequentemente o atraso na produção. Dessa forma, quando se ocorre alguma falha, ela possui um tempo maior para se programar com a empresa terceirizada para intervir e resolver os problemas das suas máquinas de forma que não atrapalhe suas programações.

Já na "Empresa Y" que não adota um plano de manutenção preventiva em seu planejamento estratégico, acaba não tendo o mesmo tempo para se programar e resolver os problemas das suas máquinas, pois na maioria das vezes que ocorre alguma falha, esta é de forma mais grave e faz que com as máquinas deixem de produzir, sendo obrigada a solicitar a assistência técnica terceirizada o mais rápido possível para resolver os problemas de suas máquinas e voltar a produzir normalmente.

Segundo Branco Filho (2008) usar apenas a manutenção corretiva é fruto do desconhecimento de melhores técnicas de gerenciamento e administração da manutenção, além da falta de acompanhamento dos custos e dos efeitos sobre o processo produtivo relacionado à manutenção. Kardec e Nascif (2015) ressaltam ainda que um trabalho planejado é mais barato, mais rápido, mais seguro e de melhor qualidade do que um trabalho não

planejado. Dessa forma, a “Empresa Y” acaba tendo um custo mais elevado, através das paradas de sua produção e dos reparos em suas máquinas.

Podemos observar que a situação das empresas é totalmente inversa, pois a “Empresa X” com sua estratégia de utilizar a manutenção preventiva têm melhor disponibilidade e confiabilidade em suas máquinas, assim ela obtém vantagens competitivas em relação à “Empresa Y”.

4 CONCLUSÃO

Este estudo atingiu seus objetivos pois evidenciou o quanto a manutenção preventiva pode ser um diferencial estratégico para uma empresa, independente se ela possuir uma equipe de manutenção interna ou se for através de parcerias com empresas terceirizadas. Através do estudo de caso pode-se observar que quando uma empresa adota planos de manutenção preventiva, esta pode minimizar as paradas emergenciais em sua linha de produção, conseguir melhorar a disponibilidade de seus maquinários, e assim criar vantagens competitivas perante seus concorrentes.

Infelizmente a grande maioria das empresas ainda não prioriza a manutenção preventiva, pois consideram que reparar seus equipamentos após fazê-los produzir até o último momento, estarão evitando gastos desnecessários com manutenções, quando na verdade estão prejudicando as funções e diminuindo a vida útil de suas máquinas. Para essas empresas indica-se a fazer uma revisão em suas políticas internas, a fim de implementar planos de manutenção preventiva, podendo iniciar com ações de manutenção autônoma onde os próprios operadores auxiliam de forma simples, fazendo inspeções periódicas nos itens básicos, mas que são cruciais para o bom desempenho do equipamento e deixando para os profissionais especializados de uma empresa prestadora de serviços as tarefas que exigem mais qualificações técnicas.

Este trabalho não se aprofundou em estudar as principais falhas que levaram as máquinas analisadas a deixarem de produzir. Portanto indica-se a realizar estudos futuros para analisar quais são as principais falhas que levam estas a deixar de produzir, afim de minimizar a frequência com que tais falhas voltem a ocorrer. Para isso aconselha-se o uso de ferramentas que apoiam a gestão da manutenção, como por exemplo o MFMEA (Análise dos Efeitos e Modos de Falhas das Máquinas) que quando bem aplicado, possibilita uma redução significativa na ocorrência da maioria das falhas, evitando assim as paradas não-programadas durante a produção.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MANUTENÇÃO E GESTÃO DE ATIVOS. Disponível em:<http://www.abraman.org.br> Acesso em: 22 out. 2015.

BRANCO FILHO, G. **A organização, o planejamento e o controle da manutenção.** Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda, 2008.

FURTADO, F. A. S. **Controle de manutenções preventivas e corretivas de equipamentos de informática via web.** 2003. 128 p. Monografia (Pós-Graduação Lato Sensu em Sistemas de Informação e Aplicações Web) – Fundação Centro de Analise, Pesquisa e Inovação Tecnológica Instituto de Ensino Superior Fucapi – CESF, Manaus.

In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXI, 2011, Belo Horizonte. **Estudo de caso: análise quantitativa de confiabilidade e disponibilidade de um torno CNC, baseado na metodologia RCM (Reliability Centred Maintenance), aplicado a área de manutenção industrial.** Belo Horizonte: Abepro. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_136_866_19076.pdf>. Acesso em 22 out. 2015.

In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃOO, XXXV, 2015, Fortaleza. **Planejamento e controle da manutenção aplicados ao processo de manufatura no ramo alimentício.** Fortaleza**:** Abepro. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_224_28460.pdf>. Acesso em 21 out. 2015.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção:** função estratégica. 4.ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2015.

LOPES, M. C. **Manutenção de equipamentos:** estudo de caso na empresa PSM Produtos e Serviços de Monte Alto-SP. 2012. 114 p. Monografia (Bacharel em Administração) - Instituto Educacional de Monte Alto - Faculdade de Monte Alto – FAN, Monte Alto.

MANUTEX CNC – Manutenção Industrial. Disponível em: <http://manutexcnc.com.br/vendas/torno-cnc-romi-cosmos-30-u-hidraulico> Acesso em: 14 set. 2015.

MUNDO CNC. Disponível em:< http://www.mundocnc.com.br/basic11.php> Acesso em: 14 set. 2015.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009.