



Manutenção Autônoma Aplicada para Melhoria da Disponibilidade de um Equipamento de Tela para Coluna de uma Indústria Siderúrgica

Daiane Jéssica Santos da Silva¹
daianejessica19@yahoo.com.br

Maria do Livramento Mmede Bezerra²

Flávia Gonçalves Domingues Ferreira³
flavia.domingues@estacio.br

Resumo: O mercado competitivo atual exige excelência e a adoção das melhores práticas adotadas em todo o ciclo logístico/produtivo. Logo, as mudanças ocorrem em alta velocidade e as empresas precisam garantir a eficiência dos equipamentos, as reduções de perdas, aumento de produtividade, melhorias de qualidade nos produtos e processos e aumentar a performance operativa dos sistemas de produção. Com foco nestas exigências, uma das ferramentas adotadas estrategicamente é a Manutenção Autônoma. Esta ferramenta compõe um dos pilares do TPM (Total Productive Maintenance), que é uma técnica da manutenção integrada, amadurecida conforme as revoluções de mercados, com objetivo de manter as condições básicas dos equipamentos através do comprometimento dos operadores e da Alta Administração, com foco em alcançar a meta zero de quebras por faltas de condições básicas. Neste contexto, o presente trabalho visa descrever e analisar a implementação do Pilar MA em uma indústria siderúrgica, com o objetivo de quantificar os principais resultados e os gargalos do processo industrial de telas para colunas. Para construção do conteúdo teórico, revisões da literatura serviram de suporte para a descrição do estudo de caso em um ambiente fabril. Sobretudo, os resultados obtidos foram satisfatórios em relação às melhorias do processo, evoluindo a eficiência operacional de 41,68% para um resultado final de 58,65% e aumentando também os indicadores de disponibilidade, qualidade e segurança. Como consequência, o projeto desenvolvido mostra uma grande mudança evolutiva em relação ao cuidado ativo entre os colaboradores e a diretoria da empresa.

Palavras-chave: EFICIÊNCIA OPERACIONAL; PROCESSO PRODUTIVO; PILAR TPM.

Abstract: The current competitive market demands excellence and the adoption of the best practices adopted throughout the logistics / production cycle. Therefore, changes occur at high speed and companies need to guarantee the efficiency of equipment, reduction of losses, increase in productivity, quality improvements in products and processes and increase the operational performance of production systems. With a focus on these requirements, one of the tools adopted strategically is Autonomous Maintenance. This tool makes up one of the pillars of TPM (Total Productive Maintenance), which is an integrated maintenance technique, matured according to market revolutions, with the aim of maintaining the basic conditions of the equipment through the commitment of operators and top management, with a focus reaching the goal of zero breaks due to lack of basic conditions. In this context, the present work aims to describe and analyze the implementation of Pilar MA in a steel industry, with the objective of quantifying the main results and bottlenecks of the industrial process of screens for columns. To construct the theoretical content, literature reviews served as support for the description of the case study in a factory environment. About everything, the results obtained were satisfactory in relation to process improvements, with operational efficiency increasing from 41.68% to a final result of 58.65% and also increasing the availability, quality and safety indicators. As a consequence, the project developed shows a major evolutionary change in relation to active care between employees and the company's management.

Keywords: OPERATIONAL EFFICIENCY; PRODUCTIVE PROCESS; TPM PILLAR.

¹Graduandos do curso de Engenharia do Centro Universitário Estácio do Recife.

²Mestranda em Engenharia de Produção do Campus Agreste - UFPE

³Docente do do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário Estácio do Recife.



Introdução

As organizações (ou sistemas) produzem produtos ou serviços para atender as necessidades dos clientes. Estes produtos/serviços são projetados e produzidos para agregar valor, ou seja, serem necessários e desejados pelo cliente (RAPAILLE, 2001).

Em um cenário competitivo, o valor a ser idealizado deve ser associado ao menor custo possível, e o aumento das exigências do mercado motiva as empresas a procurarem novas técnicas e métodos que permitam melhorar a produtividade, conforme o conceito proposto por Myles (2015). A manutenção tem sido de suma importância entre as atividades industriais, visto que na visão atual, a manutenção industrial é considerada como um custo a ser reduzido.

O uso adequado da ferramenta TPM tem levado as empresas a atingirem resultados competitivos, aumentando a qualidade, a disponibilidade e a produtividade, além de melhorar as condições dos postos de trabalhos, interações entre os operadores e lideranças, eliminação de desperdícios e garantindo o melhor alinhamento dos objetivos estratégicos das empresas com os resultados no mercado.

O TPM é dividido em oito pilares, segundo Kardec e Ribeiro (2002): Melhoria Específica, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Qualidade, Controle Inicial, Educação e Treinamento, Melhorias Administrativas, Segurança, Saúde e Meio Ambiente. O pilar que mais exige um maior engajamento entre os operadores e as máquinas é o da Manutenção Autônoma, que tem como princípio básico desenvolver o sentimento de “dono” sobre o equipamento e as ferramentas e liberdades para intervir no processo quando necessário.

De acordo com Ribeiro (2014), manutenção autônoma consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de donos dos equipamentos, bem como a habilidade de inspecionar e identificar possíveis anomalias, falhas e quebras.

Um dos maiores ganhos com a Manutenção Autônoma (MA) é a identificação mais rápidas de possíveis anomalias e a redução e/ou eliminação das perdas no processo produtivo, visto que o operador se torna essencial para resolução do problema.

O presente trabalho visa descrever e analisar a implantação do pilar de Manutenção Autônoma (MA), pertencente à ferramenta de gestão TPM - Manutenção Produtiva Total.

Metodologia

A Empresa G, em estudo é de grande porte, líder mundial em fornecimento de aços longos nas Américas e aços especiais no Mundo. No Brasil, a empresa possui várias unidades industriais e centros comerciais. Para fins do estudo de caso, a área considerada será a Trefila, situada na região metropolitana de Recife.

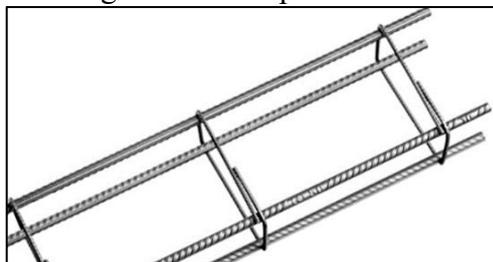
Algumas ferramentas da qualidade foram aplicadas para análise do problema dentro do processo produtivo, como diagrama de Pareto, 5W2H, 5 porquês, histograma e cartas de controles. No processo de coletas de informações foi utilizado o software BI – Business Intelligence (Inteligência de Negócios).

Para implementação da MA, inicialmente foi aplicada a metodologia do 5’S, por ser considerada a base para qualquer melhoria. E por fim, aplicada as três primeiras etapas para implementação da manutenção autônoma. A área da Trefila está localizada no setor de ampliados na produção de produtos para construção civil como pregos, arames, farpados, treliças, tela painel e tela para coluna, são produzidos respeitando as normas vigentes requeridas por organismos de certificação de produtos ou diretamente por clientes.



O foco para aplicação das etapas está no produto de tela para colunas da Figura 1, devido à grande demanda de mercado.

Figura 1 – Tela para coluna.



Fonte: Próprio Autor (2020).

O processo industrial de coluna consiste na combinação de vergalhões soldados entre si, pelo processo de transferência de calor entre as extremidades de um eletrodo metálico revestido (arco elétrico). É utilizada para fazer vigas, cintas e travamento de paredes, e a unidade possui duas máquinas de soldas e conta com aproximadamente 22 operadores, com capacidade máxima de produção de 27000 toneladas.

Resultados e Discussão

Aliado aos objetivos estratégicos da empresa, o comitê administrativo da unidade definiu, em junho de 2019, que a implementação deveria ocorrer no segmento de tela para coluna e determinado que a implantação das três primeiras etapas deveria ocorrer até junho de 2020.

Após a definição da meta, foram formados times de MA e executado o plano de educação e treinamento, em módulos, para todos os envolvidos. O time é composto por coordenador de produção e de manutenção, operadores, técnico especialista, consultor técnico, uma estagiária e um assistente de produção.

Estruturado o time, o próximo passo foi a definição da máquina piloto. Para tal ação, foi realizada a mensuração de perdas do acumulado de 2018 e do primeiro semestre de 2019, com aplicação da análise de Pareto quanto as perdas devidas à quebra por falta de condições básicas, avaliou-se os custos/benefícios por máquinas e as tipologias de causa raiz das quebras.

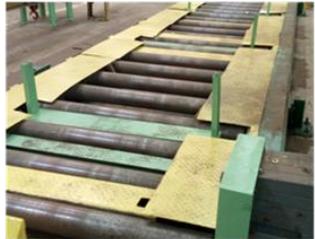
Aplicando Pareto, identificamos que a máquina em questão contribui com, aproximadamente, 60% da capacidade produtiva da unidade, além disso, o seu OEE estava em apenas 41%, estipulando uma meta inicial de 55%. Em outras palavras, de toda sua capacidade produtiva, a linha não estava suprindo a demanda e haviam muitos problemas relacionados a quebras e deteriorações.

Antes da divulgação e elaboração do plano de ação para implantação do MA, foi necessária uma reciclagem do treinamento sobre o Programa 5'S da empresa, por ser considerada como a base para qualquer melhoria. A abordagem contemplou toda a fábrica, fornecendo princípios e regras a serem cumpridas e que deveriam ser aplicadas constantemente e com foco na eliminação de desperdícios.

Após os treinamentos, foi elaborado o padrão de 5'S na área de produção de telas para colunas de acordo com a Figura 2.



Figura 2 - Padrão de referência de 5'S

PADRÃO DE REFERÊNCIA	
Área: TREFILA Célula: COLUNAS	
ONDE	CONDIÇÃO DE REFERÊNCIA
MÁQUINA DE CORTE	<p>Manter a área limpa:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sem excessos de carepas em todo o perímetro da máquina de corte, torpedos e roletes.- Arames transversais removidos da bandeja do pulmão. 
MESA VIBRATÓRIA	<p>Manter a área limpa:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sem restos das amarrações, vergalhões e livres de etiquetas no chão e em todo o perímetro da mesa vibratória. 
UNIDADE DE SOLDA	<p>Manter a área limpa:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sem excessos de carepas, sobras de barras transversais e livres de etiquetas em todo o conjunto de solda e 
VIRADOR DE TELAS	<p>Manter a área limpa:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sem excessos de carepas e livres de etiquetas no chão e em todo o perímetro do virador de telas.- Sucatas removidas no final do turno. 
CAMINHO DE ROLOS	<p>Manter a área limpa:</p> <ul style="list-style-type: none">- Sem excessos de carepas e livres de etiquetas no chão e em todo o perímetro do caminho de rolos. 
FERRAMENTAS E CINTAS	<p>Manter a área limpa:</p> <ul style="list-style-type: none">- Ferramentas nos suportes adequados.- Cintas nos Suportes. 

Fonte: Próprio Autor (2020).

A fase de implementação teve início em 01 de julho de 2019, foi um dia focado no que foi chamado de Dia “D” da Grande Limpeza, ou seja, a limpeza inicial (fase 1). Materiais desnecessários foram descartados, a linha de produção foi reorganizada e o equipamento de tela para coluna fora estabelecido em condições ótimas. Nesta fase, os três turnos de

Figura 5 - Introdução de padrão visual na tubulação.



Fonte: Próprio Autor (2020).

Com o calendário adotado para execução da manutenção na produção, este sendo semanal, tornou-se possível mapear os desgastes em toda linha de produção. Segue um exemplo de um mapeamento de parte da máquina (Figura 6).

Figura 6 - Mapa de desgaste da unidade

Fonte:
Próprio
Autor
(2020).



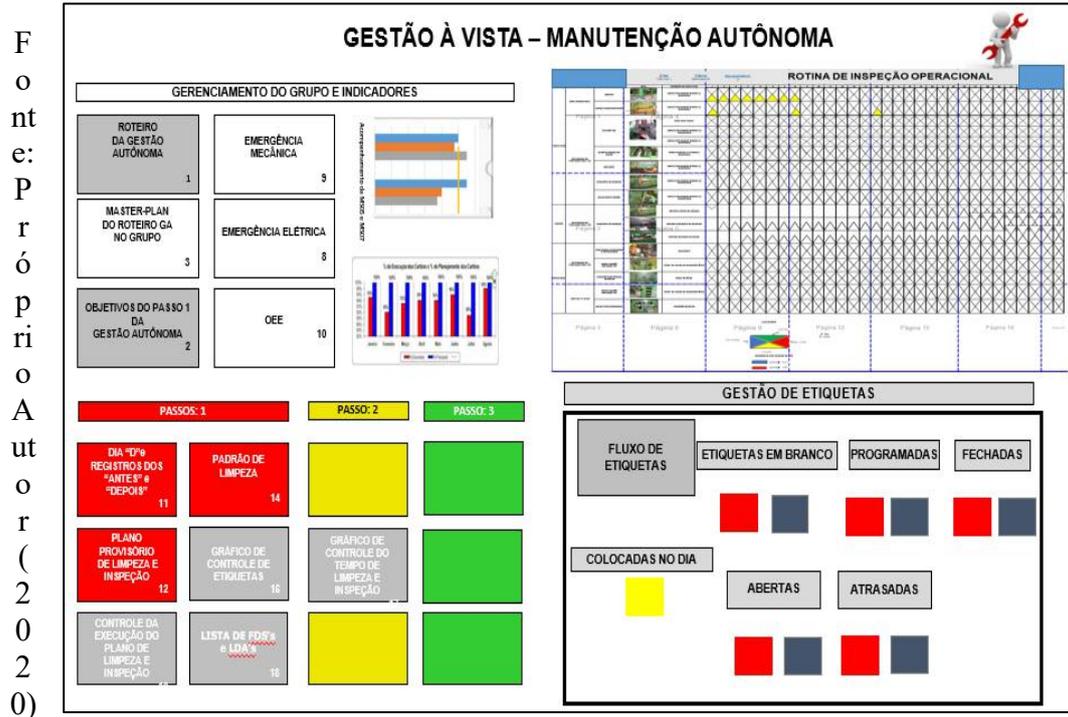
es

ta fase, é possível analisar de forma qualitativa as melhorias realizadas e seus benefícios e projetar um futuro onde as condições de trabalho vão melhorar por completo. As informações obtidas serviriam de base para prosseguir com a etapa 3.

Vale ressaltar dois fatores que contribuíram para o atraso no cumprimento do plano de ação: primeiro trimestre, houve uma redução significativa do produto no mercado, ocasionando excesso de estoque e sendo necessária a paralisação, por um curto período de tempo, da produção. O segundo fato impactante, foi devido ao cenário inicial de pandemia no país, em meados de março de 2020, ocorreu a diminuição das atividades no setor da construção civil e conseqüentemente impactou na programação de produção da unidade fabril. Antes da paralisação, foi estruturado o quadro padrão de gestão à vista, conforme modelo da Figura 7, para facilitar a visualização quanto ao amadurecimento da implementação da manutenção autônoma.



Figura 7 - Gestão à vista.



Concluiu-se o primeiro modelo de rota operacional (Figura 8) para execução da rotina de inspeção na área. Este será desdobrado no passo 3 do projeto (Rota CILR).

Figura 8 - Rota CILR

Célula: AMPLIADOS		Equipamento: COLUNA		ROTINA DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA					
CONJUNTO	AÇÃO	PERIODICIDADE	COMPONENTE	FOTO	EXECUTAR/VERIFICAR	TEMPO MÉDIO DE EXECUÇÃO			
CARRO DE AVANÇO	LIMPAR		Papelão		Solicitar limpeza de campo				
	INSPECIONAR		Rolantes		Checar visualmente se há desgaste e girar manualmente para verificar liberdade de giro de todas as roldanas do papel. Desver caso superior e verificar				
	LUBRIFICAR		Rótula do cilindro		Lubrificar rótula do cilindro hidráulico (4 bombas)				

LEGENDA

Fonte: Próprio Autor (2020).



Para dar início ao planejamento das etapas, foi feito um levantamento dos principais impactos da máquina de telas para colunas. Foram levantados dados do histórico do OEE e do perfil de perdas da linha de produção. Um gráfico com os principais problemas foi traçado, diante dele, a equipe optou por priorizar somente as perdas por paradas para ajustes operacionais e manutenção mecânica. Os dados abaixo representam os principais motivos de paradas da produção da máquina piloto (Figura 9).

Figura 9 – Principais paradas levantadas nos meses de abril, maio e junho de 2019.



Fonte: Próprio Autor (2020).

Realizada a estratificação da maior causa apontada do período de abril a junho de 2019 (Tabela 1).

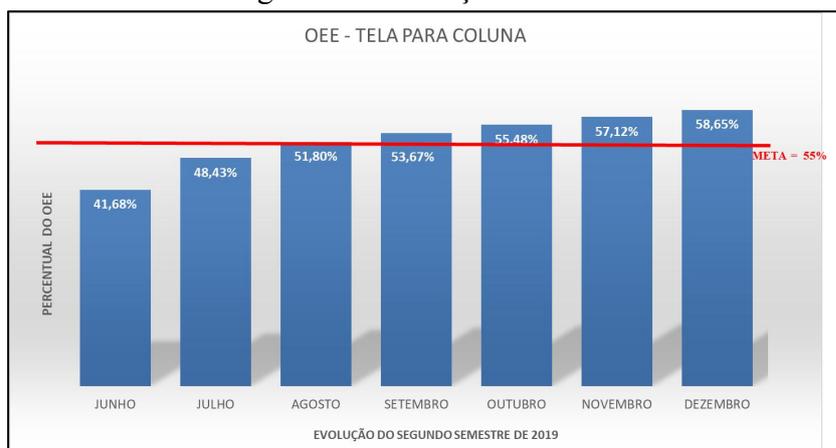
Tabela 1 – Principais Ajustes Operacionais

Descrição da Causa	%
Ajuste no sistema de refrigeração	45%
Regulagem da pinça	15%
Ajuste dos freios	10%
Reapertar parafusos do suporte de eletrodos	5%
Regulagem do batedor	5%
Regulagem do comprimento	5%
Regulagem dos apoiadores	5%
Regulagem hastes da régua guia	5%
Regulagem prensa superior	3%
Regulagem do pino da régua	2%
Total	100%

Fonte: Próprio Autor (2020).

A Figura 10, mostra a evolução do OEE% ao longo dos meses de junho a dezembro de 2019. Estes dados refletem a implementação do MA (metade de junho/2019) com a evolução do plano de ação para as etapas 1 e 2.

Figura 10 - Evolução do OEE%



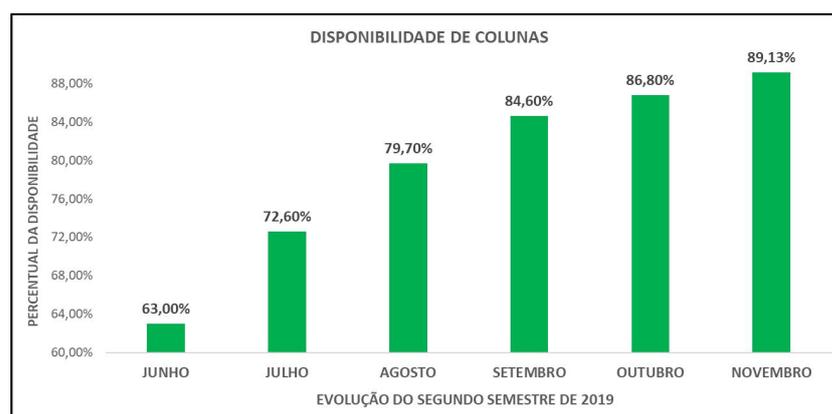
Fonte: Próprio Autor (2020).

Analisando a Figura 10, fica evidente a tendência evolutiva do OEE após o início do projeto. De junho a dezembro pôde-se observar um aumento significativo de aproximadamente 16 pontos percentuais. Além disso, verifica-se que a média percentual de OEE% anterior ao projeto era de 41,68%, sendo que após outubro, a média de OEE% estabeleceu-se em 55%, atingindo a meta estabelecida pelo Comitê de MA.

Para quantificar a performance do equipamento, a metodologia utilizada pela empresa é avaliar o indicador de Disponibilidade. Relembrando que o indicador se mede pelo tempo real de operação da máquina na linha de produção / tempo programado conforme a capacidade de produção da máquina (pode ser mensal ou anual, dependendo da necessidade do cliente).

A Figura 11 mostra o aumento gradativo da disponibilidade do equipamento, trabalho realizado através da análise das paradas não programadas, as quais consideram quebras, organização e limpeza da linha.

Figura 11 - Evolução da disponibilidade



Fonte: Próprio Autor (2020).

A evolução da disponibilidade deu-se pelo trabalho focado no perfil de perdas. Para reduzir os ajustes operacionais, foi elaborado um plano para revisão de todos os parâmetros



operacionais em todo o mapeamento do processo, abrangendo desde o recebimento da matéria prima até a saída do produto final. Foram envolvidos o representante do fabricante da máquina, o especialista em projetos de melhorias, os mecânicos e eletricitistas sênior e os operadores mais experientes.

Observou-se a necessidade de bloqueios de alguns parâmetros (Tabela 2) para os operadores, visto que alguns alteravam “a seu modo”, o que ocasiona quedas de velocidades devido à falta de parametrização dos parâmetros e também ficou evidente a necessidade de nivelar o conhecimento entre os operadores. Para tal, foram realizados treinamentos em conjunto, por módulos, com todos os operadores sobre como identificar as anomalias e quais intervenções adequadas devem ser realizadas.

Tabela 2 – Parâmetros de tela coluna.

PARÂMETROS CRÍTICOS DA OPERAÇÃO			
PRESSÃO DE AR COMPRIMIDO		SOLDAGEM	
Componente	Pressão	Tempo pré-prensar:	5 - 7
Unidade de Avanço	5 bar	Tempo Rampa	2
Viga de Solda	4 - 5 bar	Tempo solda:	5 - 7
Rolo de Magnético	2 bar	Corrente solda:	600 - 640
Virador	6 bar	Tempo pós-prensar:	2

Fonte: Próprio Autor (2020).

Para redução de paradas por manutenções mecânicas, foram realizadas várias ações, primeiro, um levantamento das peças sobressalentes (Tabela 3), que consistiu na identificação dos itens, de acordo com o grau de criticidade, para composição e reposição dos componentes e conjuntos da máquina.

Tabela 3 – Gestão de sobressalentes.

GESTÃO DE PEÇAS CRÍTICAS DO PROCESSO	MÊS				
	Quantidade				
ITENS	Mínima	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Balancim 7x27 [man]	1				
Balancim 7x17 [man]	1				
Balancim 7x14 [man]	1				
Parafuso allen M6x35(suporte novo)	8				
Parafuso allen chata m5x20	4				
Parafuso allen chata m5x12	4				
Parafuso allen m12x70					
Parafuso allen s/c m12x50					
Lixa scotch brite	4				
Escova de aço (Cabo madeira)	2				

Fonte: Próprio Autor (2020).

Conclusões

Em termos gerais, o operador precisa estar capacitado, engajado, devidamente treinado e com sentimento de dono da máquina e ferramentas. Sem essas características, a MA não se consolidará. Tendo em vista essas condições, o apoio e treinamento vindos da equipe de manutenção, bem como o envolvimento e reconhecimento dos padrinhos mecânicos e elétricos e pelas demais áreas de apoio, como qualidade e projetos é de suma importância.



Na empresa G, a Manutenção Autônoma ainda está sendo implementada e caminha a consolidação das fases anteriores. Para os trabalhos futuros, serão implementadas as demais etapas, prosseguindo da fase 4 em diante. Apesar do curto período de tempo analisado, percebe-se uma grande mudança evolutiva em relação ao comportamento dos colaboradores.

Em suma, os percentuais do OEE e Disponibilidade aumentaram e as perdas por intervenções mecânicas e operacionais diminuíram significativamente.

Como observado, o empenho na execução da rotina dos operadores para realização de limpeza, inspeção e pequenos reparos gerou resultados positivos. O desempenho da linha melhorou de um percentual médio de 41,68% para, em média, 55,48% de OEE, nos meses seguintes a implementação.

Com a implantação da Metodologia da Manutenção Autônoma houve maior participação dos colaboradores na solução de problemas de qualidade e desvios de processos, incidentes relacionados à segurança e meio ambiente, por meio das aberturas de etiquetas ou de próprias ações estruturada no Programa de Melhorias.

Em relação aos equipamentos, tornaram-se visíveis as melhorias em termos de limpeza e até mesmo em termos estéticos. Observa-se o resgate e melhorias das máquinas, maior conservação, melhor planejamento das manutenções preventivas e corretivas e melhor índice de rendimento operacional otimizado.

Referencias

RAPAILLE, G. **Os 7 Segredos do Marketing num Mundo Multicultural**. Editora Cultrix, 2001.

MYLES, T. **Produtividade Máxima**. Rio de Janeiro: Editora Sextante, 2015.

KARDEC, A.; RIBEIRO, H. **Gestão Estratégica e Manutenção Autônoma**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Abraman, 2002

RIBEIRO, H. **A Bíblia do TPM: como maximizar a produtividade na empresa**. Viena, 2014.