

ELABORAÇÃO DE PLANO DE MANUTENÇÃO EM INDÚSTRIA DE CILINDROS HIDRÁULICOS

ELABORATION OF A MAINTENANCE MANAGEMENT PLAN IN LINEAR ACTUATOR PLANT

PEDRO BUCKENTIN DE LA VEGA
ANDERSON LACERDA RODRIGUES

Resumo

Esse artigo investiga as condições da gestão de manutenção em uma indústria de cilindros hidráulicos do norte do Paraná e cria um plano para implementação de ferramentas que fundamentarão a gestão da manutenção na empresa. Ao longo do desenvolvimento foram registrados os obstáculos encontrados, levantadas as prioridades, informatizado um sistema de gestão da manutenção e elaboradas rotinas de inspeção e manutenção autônoma para os equipamentos-chave. O resultado foi um plano de gestão da manutenção que, se implementado, poderá reduzir custos, aumentar a produtividade, melhorar o bem-estar dos operadores, além de somar pontos nos conceitos de sustentabilidade que são muito visados hoje em dia.

Palavras-chave: *gestão da manutenção; manutenção autônoma; manutenção produtiva total*

Abstract

This article tries and inspects the ongoing maintenance conditions on a linear actuator manufacturing industry located on northern Paraná and develops an implementation program of tools aimed to sustain the maintenance management at the company. On the course of the research the obstacles found were recorded, priorities marked, a maintenance management system were computerized and inspection and autonomous maintenance routines were formulated to the key-equipment. The result was a maintenance management program, which, if properly implemented, will be able to reduce costs, increase productivity, and improve

operators' welfare, besides adding marks in environmental issues well known to be aim of concern nowadays.

Key-words: *maintenance management; autonomous maintenance; total productive maintenance*

1. Introdução

Manutenção industrial, segundo Silveira (2016), reúne o conjunto de ações que visa manter ou restaurar uma peça, equipamento, máquina ou sistema, estabelecendo uma condição operável. As atividades de manutenção, quando praticadas, podem modificar o sistema mantido de duas formas: para melhor ou para pior. Essa, para pior, aumenta as chances de falha do equipamento ou mesmo culmina em sua parada enquanto aquela, para melhor, pode tornar o sistema tão bom quanto novo (ou pelo menos tão bom quanto antes da manutenção). Quando bem feita, a manutenção para melhor visa a garantia de disponibilidade dos sistemas, segurança do pessoal e das instalações, aumento de eficiência energética e redução de impacto ambiental (BAPTISTA, 2015), atuando no sentido da melhoria do processo produtivo e redução de seus custos e alinhando-se aos objetivos e metas da empresa. Sob esse aspecto é fácil perceber como a manutenção, junto a outras atividades suporte, torna-se indispensável para garantir uma boa posição da indústria em um mercado cada vez mais acirrado. Segundo Pinto e Nascif (2009), cada vez mais o trabalho de manutenção se enobrece, requerendo posições mais qualificadas para evitar falhas ao invés de corrigi-las.

Tendo conhecimento da importância da manutenção dentro de uma indústria, procura-se nesse trabalho elaborar um plano de gestão de manutenção para uma indústria do ramo de metalúrgica que fabrica compressores, no norte do Paraná, auxiliando-a na resolução de problemas de parada de produção ocasionados por falhas e reduzindo os custos de produção, assim como fundamentar conceitos sobre manutenção e os tipos existentes, apresentando os resultados após investigação da situação atual da empresa.

1.1. Justificativa

Não há, no momento, a prática de manutenções preventivas na empresa, ou seja, a produção é parada para que as manutenções corretivas possam ocorrer. Essa abordagem de manutenção eleva o custo produtivo e desalinha a programação de produção comprometendo a lucratividade da indústria. Ainda que após uma eventual implementação de uma gestão de

manutenção possam ocorrer manutenções corretivas, essas serão deixadas apenas para as falhas imprevisíveis ou cujos custos sejam nulos ou pequenos e não justifiquem os gastos da implantação de uma manutenção preventiva – que será reservada para equipamentos cujas falhas resultem em alto custo ou prejudiquem a segurança.

A ABEPRO (2008) traz a gestão da manutenção como subárea da engenharia de operações e processos da produção, que refere-se a melhorias do sistema. Melhorias estão intimamente ligadas ao aumento de produtividade e lucratividade e são focos de estudo do curso de engenharia de produção, o que evidencia a relevância desse tema.

1.2. Definição e delimitação do problema

Com grande número de paradas não planejadas devido ao alto índice de falhas, a produção torna-se comprometida e soluções devem ser buscadas a fim de estreitar a diferença competitiva com outras empresas do setor, minimizando a vantagem dos concorrentes que apliquem efetivamente um plano de gestão da manutenção. Procurou-se então elaborar um plano de manutenção industrial que envolva: rotinas de manutenção autônoma para os equipamentos considerados alta prioridade no processo produtivo; programação das restaurações de condições iniciais dos equipamentos; informatização de um sistema de geração de ordens de serviço para a manutenção; controle das manutenções dos fluidos de corte e troca de pastilhas, utilizados nos tornos CNC.

A manutenção autônoma é um dos pilares do TPM – Total Productive Maintenance, que reúne outras ferramentas como os cinco sentidos para implementar um controle sobre as perdas geradas no fluxo de produção, eliminando-as em um ciclo de melhoria contínua. A devida implementação do TPM, ainda que não abraçada por esse trabalho, busca a falha zero, ou seja, o equipamento operando sem falhas e interrupções. A informatização de um sistema de gestão da manutenção auxilia no monitoramento dos custos de manutenção, programação das paradas e ações de manutenção realizadas.

Além do tempo disponível perdido devido a uma falha inesperada ainda deve-se levar em conta os custos financeiros que resultam de uma deficiência na gestão da manutenção. O alto consumo de fluidos nos equipamentos e o desgaste precoce de insumos, além do custo da hora parada da máquina, afetam diretamente os custos de manutenção. Esses incluem os gastos com manutenções preventivas e corretivas, com lubrificação ou com a própria gestão da manutenção (IDCON INC., 2017).

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho foi aplicar ferramentas que auxiliem na melhoria da gestão da manutenção da empresa, buscando criar fundamentos para a implementação dos pilares da TPM, como a Manutenção Autônoma, Manutenção Preventiva, Meio Ambiente e Áreas Administrativas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar os equipamentos utilizados no processo produtivo, registrando modelo e identificação interna utilizada.
- Definir os equipamentos foco de estudo.
- Localizar os manuais de manutenção de cada equipamento, quando disponíveis. Quando não, buscar outras fontes que permitam a elaboração do plano de manutenção
- Estabelecer as rotinas de manutenção, separando as atividades que serão de responsabilidade do operador e as que serão da competência do mecânico industrial.
- Informatizar o sistema de informações da manutenção, para que se tenha um maior controle sobre ordens de serviço emitidas, manutenções solicitadas, rotinas executadas e recursos dos equipamentos.

2. Revisão da literatura

Pinto e Nascif (2009) observaram que a manutenção tem se transformado fortemente nas últimas décadas, consequência do enfoque na sua importância como função estratégica alavancadora de vantagem competitiva sobre os concorrentes e melhoria das organizações. A crescente complexidade dos projetos e novas técnicas de manutenção somam-se aos motivos que tornam a manutenção alvo de atenção acerca da conscientização da relação entre disponibilidade da instalação e qualidade do produto. Ainda segundo Pinto e Nascif, as constantes mudanças sobre a perspectiva manutentiva partem desde uma primeira geração, microeconômica, de manutenções corretivas (pós-falha) até uma abordagem estratégica 70 anos depois dos primeiros conceitos de manutenção, com reduções drásticas de falhas, maior confiabilidade e disponibilidade, preocupação com o ciclo de vida dos ativos e aumento da manutenção preditiva.

Pinto e Nascif (2009) discorrem ainda sobre a existência de seis tipos de manutenção, a saber: corretiva não-planejada; corretiva planejada; preventiva; preditiva; detectiva; engenharia de manutenção. A princípio procurou-se nesse trabalho abordar as manutenções corretivas e preventivas.

2.1 Manutenção corretiva

Pinto e Nascif perceberam que ainda que assim possa ser vista, a manutenção corretiva não é necessariamente a manutenção de emergência. Ela visa corrigir ou restaurar as condições de um sistema, no qual se pode ter ocorrido falha ou se ter percebido um desempenho abaixo do esperado. Há duas classes de manutenção corretiva, a planejada e a não-planejada. Essa sim, a não-planejada, é emergencial, onde não há tempo para a preparação do serviço e seus custos podem ser elevados já que resultam na parada não planejada do sistema produtivo, perdas de qualidade e custos indiretos de manutenção. Pinto e Nascif (2009) também discorrem sobre a reação em cadeia que pode ser acionada em algumas situações específicas, ou seja, a parada abrupta de um equipamento pode prejudicar o bom funcionamento de outros equipamentos.

A manutenção corretiva planejada tem um menor custo, maior velocidade de execução e elevada segurança.

Fonseca (2007, apud BARBOSA, R. A. et al 2009) propõe um modelo para definir o tipo de manutenção mais indicado para determinado componente. Se este tem um custo de falha pequeno ou nulo que não ponha em risco a segurança dos trabalhadores ou a qualidade do produto, é justificativa para uma manutenção corretiva que, quando planejada previamente, pode reduzir os revezes das manutenções corretivas. Sendo a decisão conhecida, planejamentos como uma metodologia para reparo rápido ou dispositivos previamente instalados no posto de trabalho podem ser utilizados para minimizar os danos da falha.

2.2 Manutenção preventiva

Para Pinto e Nascif (2009), procurando-se evitar que as falhas ou quedas de desempenho ocorram, a manutenção preventiva atua de forma a seguir um plano previamente elaborado em baseado em intervalos definidos de tempo. Esse modo de manutenção é aplicado antes que o equipamento deixe de operar, mas ainda implica na parada do equipamento para execução do serviço programado.

Cabe ao gerente de manutenção da empresa escolher uma estratégia que justifique a utilização da manutenção preventiva, baseando-se na redução de custos de manutenção e maior produtividade (SOUZA, 2009, apud BEILKE, M. L, 2014)

2.3 Manutenção autônoma

Conceito núcleo da TPM, a manutenção autônoma é o tipo independente de manutenção, executada pelo operador em rotinas diárias. As tarefas são simples e seguras, como lubrificação, apertos, limpezas, inspeções e monitoramento. (LEAN MANUFACTURING TOOLS, s.d.)

Ainda segundo Lean Manufacturing Tools, sete são os passos fundamentais à implementação da manutenção autônoma. São eles:

1. Limpeza e Inspeção
2. Remoção de causas de contaminação e melhoria de acesso
3. Rotinas de limpeza e lubrificação
4. Treinamento para inspeções gerais
5. Conduzir inspeções autônomas
6. Implementar gestão a vista
7. Melhoria contínua

Sendo um dos alicerces da TPM torna-se de extrema importância para o bom funcionamento de um plano de gestão de manutenção.

2.4 Total productive maintenance

A evolução dos processos fabris e da indústria no geral ao final da segunda guerra mundial trouxe uma necessidade de investimentos no setor, seja comprando novos equipamentos e/ou automatizando as máquinas. A sofisticação do maquinário obrigou que a produção programada se faça no tempo certo, e essa necessidade fez com que as empresas buscassem melhorias em seus processos de manutenção. (SILVEIRA, 2016)

Segundo (Rajput & Jayaswal, 2012) os oito pilares da TPM são:

1. Manutenção Autônoma
2. Manutenção Planejada
3. Melhorias focadas

4. Manutenção de qualidade
5. Treinamento
6. TPM administrativo
7. Saúde, Segurança e Meio Ambiente
8. Controle

2.5 Checklists

Ludders e Mcmillan observava que as listas de verificação – ou checklists, no jargão anglo-saxônico – são listas que, contendo os itens que devem ser verificados durante um procedimento, auxiliam o usuário onde a memória falha e sua origem remonta ao início dos avanços militares.

Essa solução, simples mas eficiente, foi ampliada para tantos outros aspectos da vida cotidiana. Hoje em dia é fácil encontrar na internet listas prontas com verificações para eventos, festas de casamento, viagens, acampamentos, etc.

2.6 Etiquetas de manutenção

Também conhecidas como red tags, tais etiquetas são compartilhadas com outras metodologias como a dos 5S (especialmente no senso de ordenação). Elas buscam trazer a vista as anomalias identificadas em algum equipamento, espaço ou setor. Através delas a equipe de manutenção pode sanar os problemas encontrados um a um, até que não mais restem anomalias (FERREIRA, 2016).

2.7 Ciclo PDCA

Uma das ferramentas consideradas o bê-á-bá da engenharia de produção, o ciclo PDCA é uma metodologia utilizada na melhoria do nível de gestão. Seu nome vem das iniciais Plan, Do, Check, Act, que são os quatro estágios do ciclo PDCA. Suas etapas foram descritas por Venki (2014) como:

- **Plan:** O eficaz planejamento do projeto ajuda a prevenir contra falhas futuras e a administrar o tempo que a atividade tomará. Uma criação de metas norteará as ações.

- **Do:** Etapa onde se coloca em prática o planejamento elaborado, seguindo-o à risca a fim de não comprometer o ciclo.
- **Check:** Nessa etapa colhe-se medições sobre os resultados obtidos, avaliando possíveis brechas do projeto.
- **Act:** A última etapa busca a aplicação de ações corretivas e reinício do ciclo PDCA, inserindo-o em um processo de melhorias contínuas.

2.8 Matriz GUT

A matriz GUT é uma ferramenta que busca a resolução de questão de uma forma racional, separando e priorizando os problemas a serem resolvidos, com base em critérios de gravidade – que se refere ao dano que pode resultar em longo e médio prazos -, urgência – a necessidade de rápida resolução do problema – e tendência, que é a medida do potencial da situação piorar. (BEZERRA *et al*, 2014). As pontuações variam de 1 a 5, sendo 1 para os casos mais brandos.

3. Metodologia

Para realização do trabalho será feito um estudo de caso, - que segundo Adelman é uma família de métodos de pesquisa com enfoque numa instância específica - em uma indústria de compressores da região metropolitana de Maringá. Ele descreve o cenário atual da empresa e propõe melhorias, inclusas em um plano de manutenção, que busquem tornar mais eficiente o processo produtivo.

Pereira (2009) sugere etapas para implementação da manutenção preventiva que são elas: a classificação das máquinas e ferramentas utilizadas – primordial para a decisão de implementar ou não sistemas preventivos; criação dos planos e instruções para a execução; cadastro de registros em software de manutenção; definição de itens de controle para monitorar desempenho e criação do planejamento e controle de manutenção (PCM). Os passos a serem seguidos, segundo metodologia proposta, são:

1. Classificação e identificação das máquinas
2. Elaboração das rotinas de manutenção autônoma
3. Implementação das rotinas através de um processo de treinamento, educação e melhoria contínuos.

Para a classificação das máquinas e ferramentas é necessário conhecimento acerca de suas características, ponderando sua importância para o processo produtivo. Os manuais

tornam-se ferramentas importantes para o auxílio a essa atividade, assim como uma visita ao local de instalação para averiguar eventuais particularidades não documentadas. Tais características auxiliaram na decisão de quais peças manter em estoque (já que esse representa certo custo) para reposição de urgência.

Para elaboração do plano e instruções para execução é necessário que se busque informações sobre o equipamento, inserindo no plano quais serão as tarefas preventivas. É importante que se ponha em foco as tarefas realmente importantes, fundamentais ao bom funcionamento do equipamento, visando tornar o equipamento disponível com maior confiabilidade. Para melhor embasar a busca por informações sobre o equipamento que não estejam contidas no manual ou em histórico da empresa devem ser realizadas conversas com os colaboradores responsáveis pelo funcionamento das máquinas, a fim de se investigar antigas ocorrências e condição operacional do equipamento.

Com todas as informações concatenadas, busca-se propor, através de um ciclo PDCA, implementação de rotinas de manutenções autônomas, contribuindo para a construção de um programa de manutenção mais eficiente.

5. Apresentação e análise dos resultados

5.1 Processo produtivo

Para que se apresente uma ideia geral a respeito do produto fabricado, foi feita uma análise do processo produtivo.

Para um bom entendimento do leitor a respeito da terminologia utilizada, uma breve descrição dos termos é feita, fundamentados em Agostini (2009).

a) Fluido: São substâncias que podem se mudar de forma, assumindo a forma do recipiente que a contém. Podendo ser líquidos ou gasosos, nos sistemas atuadores hidráulicos os fluidos utilizados são os líquidos. A função do óleo hidráulico é a de transmissão de força.

b) Hidráulica: Estudo dos líquidos em repouso ou em movimento, o que inclui conceitos como potência hidráulica – a fase da hidráulica que diz respeito ao uso de fluidos líquidos para transferência de potência.

c) Força: Grandeza física capaz de produzir ou modificar movimentos. Relaciona-se às leis de Newton, pilares da mecânica clássica, e têm a capacidade de vencer a inércia de um corpo.

d) Pressão: Unidade de força aplicada em unidade de área. Seu aparelho de medição é o manômetro, e pode realizar as medições em kgf/cm^2 , BAR (N/m^2) ou PSI (lbf/in^2).

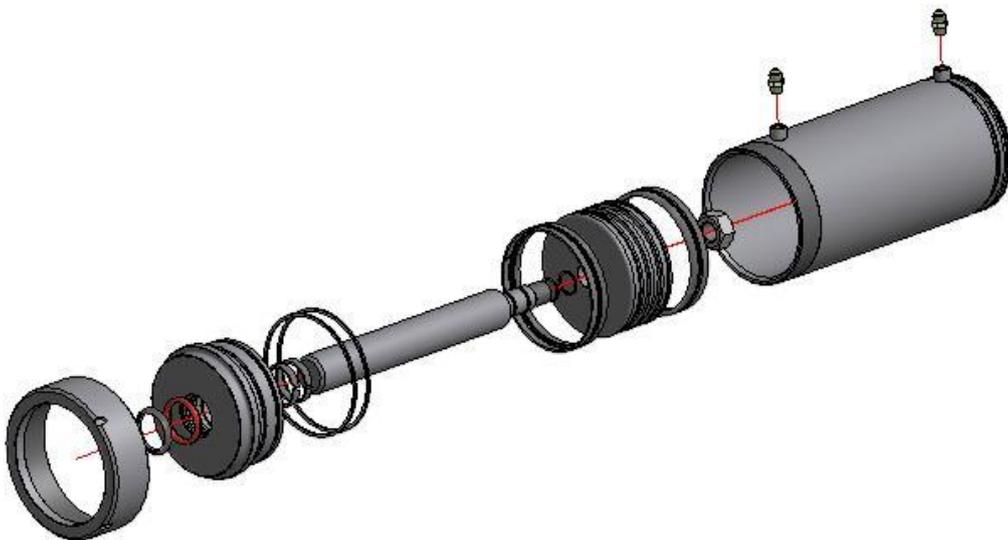
5.2 Descrição do produto

O produto final principal da empresa é o cilindro hidráulico, que tem como função fazer atuar energia mecânica sobre um dispositivo por meio da aplicação de fluido hidráulico. Os cilindros hidráulicos aqui estudados são do tipo linear, também chamado de pistão.

O cilindro hidráulico é responsável pela transformação de energia hidráulica em potência mecânica e integra diferentes equipamentos. Os diferentes componentes de um cilindro hidráulico podem ser: camisa, haste, guia da haste, vedação da haste, êmbolo, vedação do êmbolo, tubos e conexões.

A figura 1 apresenta um exemplo de cilindro hidráulico com vista explodida de seus componentes.

Figura 1 - Cilindro hidráulico explodido



Fonte: Página da AGG Equipamentos na internet

5.3. Mapeamento do processo produtivo

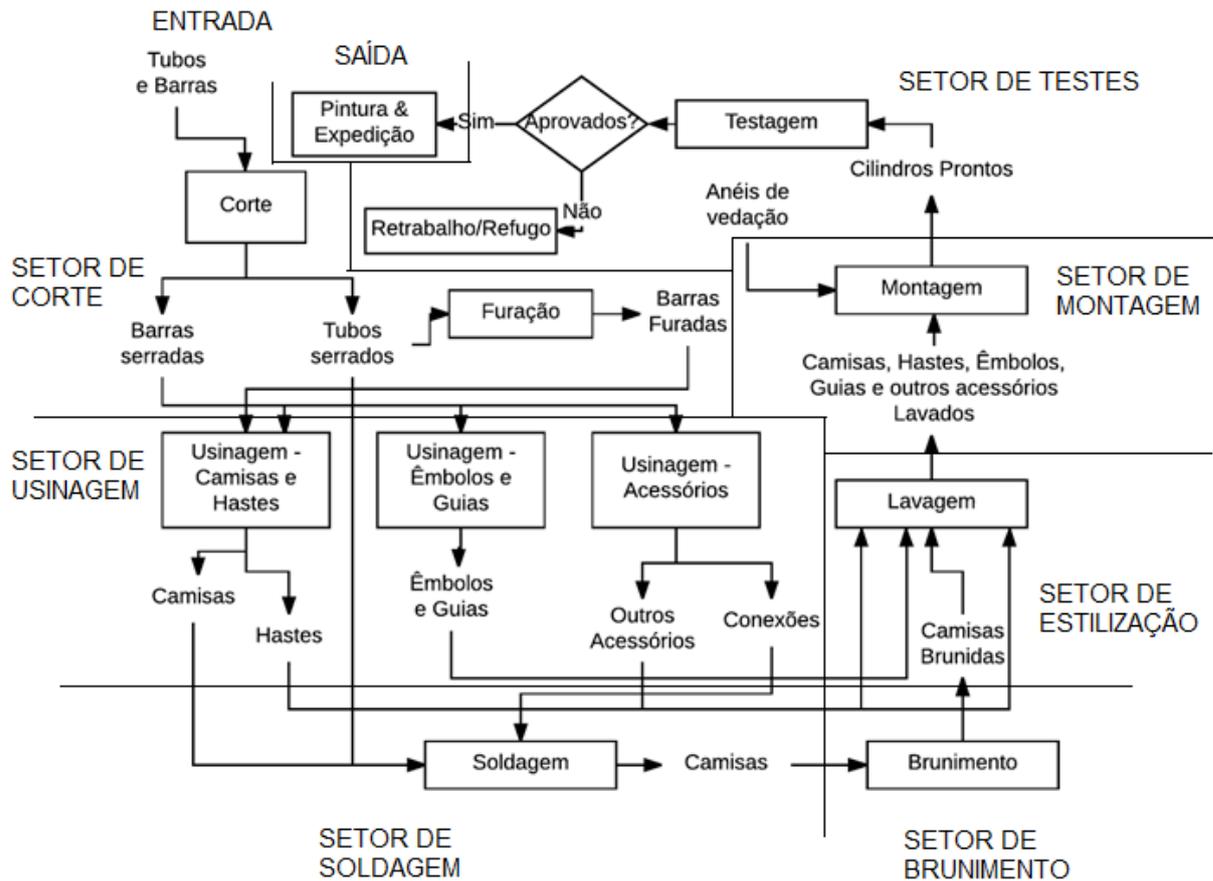
A figura 2 apresenta o fluxograma do processo no qual se observa existir um setor responsável pelo corte das barras e tubos que formarão os êmbolos, a guia, as hastes, as camisas, as conexões, etc. Esse setor é composto por uma serra de fita e por uma furadeira de coluna. As peças são cortadas, furadas e encaminhadas até seus respectivos setores de usinagem, a saber: Camisas e Hastes, Êmbolos e Guias, Acessórios. Os setores de usinagem utilizam-se de tornos CNC para darem forma e acabamento às peças que comporão o cilindro, que são trabalhadas e encaminhadas para o setor de soldagem que unirá as peças, como por exemplo a camisa às conexões.

As peças que não requerem soldagem ficam armazenadas em estoque intermediário aguardando as próximas etapas do processo. As camisas soldadas às conexões passam ainda por uma etapa de brunimento, que consiste em dar um acabamento interno que permitirá um livre percurso dos êmbolos.

As camisas brunidas e soldadas aos tubos e conexões, junto aos êmbolos, guias e outros acessórios são encaminhados ao setor de lavagem (composto por duas lavadoras), que fará uma limpeza nas peças a fim de remover detritos, cavacos e restos de fluido. As peças lavadas são montadas, etapa do processo onde o operador encaixará os anéis de vedação nas peças e unirá camisa, haste, guia e êmbolo formando o cilindro, que é testado, com a utilização de uma máquina de fabricação própria, quanto a vazamentos, movimentação da haste, entre outros. As peças que estiverem adequadas aos padrões de qualidade definidos seguem para pintura, onde receberão tratamento antioxidante e a pintura de acordo com a cor definida pelo cliente. Uma estação mecanizada de pintura é responsável por esses passos da etapa. Os cilindros prontos, testados e pintados esperam pela embalagem no setor de expedição, onde são envoltos em plástico bolha, recebem uma placa de identificação e vão para estoque até o envio para o cliente.

5.4. Fluxograma do processo produtivo

Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: autoria própria (2017)

5.5. Classificação do maquinário

Nessa etapa o objetivo é reunir e registrar dados que identifiquem os equipamentos em estudo, facilitando sua abordagem. Para isso foi elaborado uma planilha, armazenada digitalmente, contendo o setor do equipamento, fabricante, modelo e código de identificação interno. O Quadro 1 ilustra essa planilha.

Quadro 1- Listagem do maquinário

Setor	Tipo	Fabricante	Modelo	Identificação
Serra e Furação	Serra	Everising	H-260HB	SR-002
	Furadeira de coluna	Kone	KM38	FR-001
Brunimento	Brunidora	Wuxi Zhenua	TZH2530	BR-001
	Brunidora	Fabricação própria	N/A	BR-002

Usinagem	Torno CNC	Nardini	Logic 350	TO-001
	Torno CNC	Romi	Centur 30D	TO-002
	Torno CNC	Index	MC200	TO-003
	Torno CNC	Index	MC400	TO-004
	Torno CNC	Index	MC200	TO-005
	Torno CNC	Index	MC200	TO-006
	Torno CNC	Mazak	QTS-150S	TO-007
	Torno CNC	Mazak	QTN-150II	TO-008
	Torno CNC	Mazak	QTS-150S	TO-009
	Torno CNC	Hyunday-Kia	SKT160A	TO-0010
	Centro de Usinagem	Romi	Discovery 560	CU-001
Solda	Máquina de solda MIG/MAG	CEA	Digitech Vision Pulse 3300	MS-001
	Máquina de solda MIG/MAG	CEA	Digitech Vision Pulse 3300	MS-002
	Máquina de solda MIG/MAG	CEA	Digitech Vision Pulse 5000	MS-003
	Máquina de solda MIG/MAG	CEA	Digitech Vision Pulse 5000	MS-004
Estilização	Lavadora Automática	RHEMA	RH1520	LA-001
	Bancada de lavagem	Fabricação própria	N/A	LA-002
Teste	Equipamento de testes	Fabricação própria	N/A	TE-001
	Equipamento de testes	Fabricação própria	N/A	TE-002
Pintura	Estande automatizado de pintura	Metalinox	N/A	PI-001

Fonte: Autoria própria (2017)

Para poder classificar os equipamentos quanto a prioridade na elaboração do plano de manutenção optou-se pela utilização da matriz GUT. A Tabela 1 apresenta o resultado da priorização.

Tabela 1- Classificação GUT do maquinário

Tipo	Identificação	Gravidade	Urgência	Tendência	Pontuação GUT
Serra	SR-002	5	5	5	125
Solda	MS-001	5	4	4	100
Solda	MS-002	5	4	4	100
Solda	MS-003	5	4	4	100
Solda	MS-004	5	4	4	100
Torno CNC	TO-001	4	3	4	48
Torno CNC	TO-002	4	3	4	48
Torno CNC	TO-003	4	3	4	48
Torno CNC	TO-004	4	3	4	48
Torno CNC	TO-005	4	3	4	48
Torno CNC	TO-006	4	3	4	48
Torno CNC	TO-007	4	3	4	48
Torno CNC	TO-008	4	3	4	48
Torno CNC	TO-009	4	3	4	48
Torno CNC	CU-001	4	3	4	48
Torno CNC	TO-0010	4	2	4	32
Brunidora	BR-001	3	3	3	27
Máquina de teste	TE-001	4	3	2	24
Máquina de teste	TE-002	4	3	2	24

Furadeira de Coluna	FR-001	3	3	2	18
Lavadora Automática	LA-001	3	2	3	18
Bancada de lavagem	LA-002	3	2	3	18
Estande automatizado de pintura	PI-001	3	3	2	18
Brunidora	BR-002	2	1	2	4

Fonte: autoria própria (2017)

A partir da tabela GUT (Tabela 1), define-se o foco da priorização do plano de manutenção.

5.6. Identificação dos equipamentos cruciais ao processo

Ainda que todas as etapas do processo produtivo sejam fundamentais para a garantia de qualidade do produto fornecido há pontos que carecem de maior atenção já que tem um poder muito maior de comprometer a produção caso neles uma falha ocorra. É importante identificar em quais equipamentos o trabalho de manutenção deve ser focado para que se possa concentrar os esforços e garantir que essas máquinas estejam a pleno funcionamento. A matriz GUT da seção anterior auxilia no processo de identificação.

As máquinas identificadas como cruciais ao processo e foco da aplicação de um plano de manutenção foram 12 de 24 máquinas, a saber:

- o SR002 (1 máquina)
- o TO 007-009 (3 máquinas)
- o TO 003-006 (4 máquinas)
- o MS 001-004 (4 máquinas)

A justificativa para tal escolha se fundamenta na importância do pleno funcionamento da serra para todo o processo, assim como na semelhança das rotinas para os tornos CNC (além

de semelhantes entre si, as mesmas rotinas podem ser aplicadas para os tornos de mesma marca).

5.6.1 Serra Everising H-260HB

O processo de corte é a raiz de todos os outros processos no ciclo produtivo. Os tubos e barras recebidos são cortados em peças que serão encaminhadas às outras células para que sejam usinadas, polidas, soldadas, lavadas, montadas e testadas. Essa serra, utilizada para se trabalhar com madeira ou metal (Figura 3), de fabricação chinesa é uma serra de fita, uma máquina dotada de uma serra que se movimenta continuamente através da rotação de volantes e polias. A ideia da serra de fita data do início do século XIX, quando William Newberry recebeu uma patente pela invenção. (JOSLIN, 2017)

Esse equipamento, no atual cenário produtivo, é gargalo e encontra-se em condições ruins de uso. As velocidades de avanço da serra não são adequadas, nem sempre utiliza-se a serra recomendada para o material cortado e os níveis e condições dos fluidos estão ruins o que justificou a priorização dessa máquina.

Figura 3- Serra Everising



Fonte: Website do fabricante.

5.6.2 Tornos Mazak

Os tornos da marca Mazak (Figura 4) – fabricante de máquinas e ferramentas com sede em Oguchi, no Japão – são utilizados na usinagem dos acessórios que dotam o cilindro hidráulico, como os olhais, fundos, conexões, orelhas, etc. Contam com um suporte exemplar do fabricante e seus representantes (no Brasil, Mazak Sulamericana).

Os equipamentos encontram-se com vidros de proteção danificados, contaminação do fluido de corte, guias telescópicas danificadas, limpadores ressecados e acúmulo de resíduos nos reservatórios. São gargalo produtivo em diversos itens, e foram priorizadas na elaboração do plano de manutenção já que podem ter suas rotinas replicadas para os outros tornos da mesma marca.

Figura 4 - Torno CNC da marca Mazak.



Fonte: *Website* da Mazak Sulamericana

5.6.3 Tornos Index

Os tornos da marca Index (Figura 5) são responsáveis pela usinagem dos êmbolos e das guias dos cilindros hidráulicos. Assim como os Mazak, esses tornos são do tipo CNC –

Comando Numérico Computadorizado -, que rapidamente estão substituindo os antigos tornos convencionais.

Foi verificado um intenso acúmulo de borra no reservatório do fluido de corte desse equipamento. Os cestos de contenção dos cavacos nunca era limpo, o que favorece a contaminação do fluido de corte. Foram detectados também vazamentos e sujeira, assim como danos nos vidros de proteção.

Figura 5 - Torno CNC INDEX MC200, fabricação brasileira



5.6.4 Máquinas de solda MIG/MAG

A soldagem do tipo MIG/MAG (Metal Inert Gas ou Metal Active Gas) é um processo de solda semi-automatizado, largamente utilizado na indústria. O processo consiste em fundir o metal utilizando-se do intenso calor gerado por um arco elétrico criado entre os metais a serem soldados. O arco e a poça de fusão são protegidos por um escudo gasoso. (OERLIKON WELDING, s.d.). O arame utilizado tem bitola de 1.2 mm, e as configurações de amperagem e avanço variam de acordo com a peça soldada.

Os equipamentos utilizados na célula de soldagem são da marca italiana CEA (Figura 6) e utilizam um sistema de refrigeração a água. É importante que se verifique sempre as conexões e tubulações a procura de vazamentos, além de garantir boas condições para o alicate do fio negativo – que faz o contato com a peça que será soldada, para que se forme o arco.

Figura 6- Máquina de solda MIG/MAG da marca CEA.



Fonte: Website do fabricante

5.7 Definição das condições iniciais e programação das manutenções

Um importante passo na implementação da manutenção autônoma é a limpeza da máquina para restaurar as condições iniciais. Entende-se por condições iniciais aquelas que eram o cenário do equipamento no momento de sua primeira aquisição. Nessa etapa busca-se, por meio de - não somente como também - limpeza e inspeção, tornar o ambiente de trabalho livre de falhas, anomalias, paradas e defeitos de qualidade nos equipamentos e nos processos,

eliminando poeira, sujeira e vazamentos das principais partes dos equipamentos (FERREIRA, 2016).

Para adequar esse processo de limpeza a uma rotina produtiva de tempo acirrado é necessário um alinhamento junto ao PPCP para que se dê procedimento à parada para manutenção sem comprometer as entregas dos produtos.

Estabeleceu-se início, então, a programação das inspeções e manutenções corretivas que visassem restaurar as condições adequadas dos equipamentos. 2 grupos de equipamentos foram focados por mês, para que ao final do segundo mês todas as máquinas estejam com suas condições restauradas. No primeiro mês serão corrigidas as serras e máquinas de solda, e no segundo mês os tornos CNC. Ainda assim, os operadores dos tornos serão instruídos a já se atentarem a quaisquer anomalias que observarem nas operações, relatando problemas já encontrados desde o primeiro dia.

A identificação de anomalias nos equipamentos deu-se através da utilização de etiquetas que foram ser afixadas nos locais de falhas. Essas podem ser vazamentos, ruídos, vibrações, fontes de sujeira e locais mal iluminados ou de difícil acesso.

Conforme se identificou as falhas, as ordens de serviço foram geradas e cópias foram encaminhadas à ferramentaria, ao mecânico industrial e ao PPCP, Financeiro (em casos, por exemplo, de necessidade de aprovação de orçamento para manutenção externa por assistência técnica especializada) e a todos os outros departamentos envolvidos no processo.

Com os equipamentos devidamente restaurados, pode-se dar início a aplicação das rotinas de manutenção autônoma. Vale lembrar que o método das etiquetas continua sendo utilizado sempre que uma anomalia for detectada para que o problema torne-se sempre visível e possa ser corrigido no menor tempo possível.

5.8 Elaboração de rotinas e checklist

Em posse dos manuais dos equipamentos (foram encontrados manuais de todos os equipamentos focados), a fim de que se pudesse embasar nas informações dos fabricantes, as rotinas de manutenção, inspeção e limpeza foram elaboradas. As atividades foram separadas entre as que devem ser executadas pelo operador e as que devem ser executadas pelo mecânico industrial, ambos de forma periódica. Baseado nessas rotinas foram elaborados checklists que devem ser preenchidos pelos operadores responsáveis pela utilização de cada equipamento. Os

checklists são virtuais e serão abordados na seção de informatização do sistema de gestão da manutenção.

5.8.1 Serra Everising H-260HB

Quadro 2 - Rotinas de manutenção para serra

Serra Everising H260HB	
Operador	Mecânico
Diariamente	
<ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar lâminas, guia das lâminas e escova de cavacos. Trocar em caso de desgaste; • Verificar se a lâmina está corretamente posicionada nos volantes e entre os insertos (pastilhas); • Limpar as guias e placas com uma flanela limpa oleada com óleo tipo singer; 	
Semanalmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Limpar o equipamento e a periferia do setor. 	
Mensalmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Lubrificar a transmissão; • Limpar os cavacos das superfícies das máquinas, dos trilhos do torno, mesa de transporte, mordentes, polias, guias da lâmina e da escova de cavacos, e também do setor e sua periferia, incluindo chão; 	
Trimestralmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Limpar o reservatório e a grelha de admissão do fluido refrigerante; • Lubrificar os volantes, acionador da escova de cavacos e tensor da lâmina; 	
Semestralmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Limpar reservatório de fluido hidráulico • Limpar reservatório de fluido refrigerante 	

Fonte: Autoria própria (2017)

5.8.2 Tornos Index

Quadro 3 - Rotinas de manutenção para tornos Index

Tornos CNC Index MC200 e MC400	
Operador	Mecânico
Diariamente	
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar os manômetros • Verificar a pressão do sistema hidráulico e da linha do dispositivo de fixação, corrigindo se for preciso • Verificar lubrificação da placa de fixação do fuso principal • Verificar a tensão da correia do acionamento principal • Verificar se há vazamentos nos sistemas hidráulico, lubrificante e de refrigeração • Remover os cavacos da área de usinagem 	
Semanalmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Limpeza e lubrificação da placa de fixação; • Limpeza completa de toda a máquina; • Olear as peças polidas; • Lavar ou substituir a grelha de aspiração e o filtro dos ventiladores no comando e no armário elétrico; • Limpar as peneiras e a placa do filtro magnético do transportador de cavacos. • Organizar o equipamento e sua limpeza, assim como da periferia do setor 	<ul style="list-style-type: none"> • Remover e lavar a pinça do torno e a bucha de compressão
Quinzenalmente	
	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar a tensão da correia do acionamento principal e eventualmente corrigir; • Examinar a força de fixação quando a fixação for por placa, com um dinamômetro de medição de pressão, limpando e lubrificando a placa caso a pressão esteja abaixo do valor estimado por cálculo;
Mensalmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Limpar o reservatório do fluido refrigerante 	
Trimestralmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Limpar os visores, verificando a existência de rachaduras 	<ul style="list-style-type: none"> • Controlar a pressão do acumulador
Semestralmente	

	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar os safadores das guias dos carros e das coberturas, substituindo se for necessário • Verificar o funcionamento do cilindro de fixação • Verificar as escovas da cobertura e substituí-las se necessário
Anualmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o estado do óleo hidráulico e se necessário trocar; • Troca do lubrificante da unidade pneumática; 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar e limpar os aparelhos elétricos de comando, reapertar o acoplamento de aperto, verificar os cabos e fios terra; • Verificar os raspadores e substituí-los se necessário;
Bienalmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Limpar o reservatório do fluido hidráulico 	<ul style="list-style-type: none"> • Verificar o funcionamento dos pressostatos de supervisão da pressão do sistema, da pressão de fixação e da pressão do sistema de lubrificação; • Substituir todos os safadores do carro transversal;

Fonte: Autoria própria (2017)

5.8.3 Tornos Mazak

Quadro 4 - Rotinas de manutenção para tornos Mazak

Tornos CNC Mazak QTN150II e QTS150S	
Operador	Mecânico
Diariamente	
<ul style="list-style-type: none"> • Remover cavacos do cabeçote, contraponta, torre e ferramentas • Verificar a montagem segura dos mordentes superiores • Engraxar a unidade do mandril • Verificar suavidade do engate/desengate do mandril, movimentação da contraponta • Verificar se a pressão está correta na unidade hidráulica • Limpar os filtros da unidade refrigerante • Verificar integridade do vidro de proteção. Comunicar qualquer dano encontrado 	
Semanalmente	
<ul style="list-style-type: none"> • Verificar nível da graxa, completando se necessário 	

<ul style="list-style-type: none">• Organizar a periferia do equipamento, limpar a máquina e setor• Limpar os cavacos do coletor de refrigerante e das chapas metálicas do corpo da contraponta	
Mensalmente	
<ul style="list-style-type: none">• Limpar os filtros do cooler do cabeçote;• Limpar o reservatório de fluido refrigerante• Limpar os filtros do armário de controle elétrico se necessário	
Trimestralmente	
<ul style="list-style-type: none">• Limpar os drenos da tampa dianteira da contraponta;	
Semestralmente	
<ul style="list-style-type: none">• Engraxar os blocos de guia linear;• Limpar os filtros da unidade hidráulica;• Verificar se há vazamentos ou danos no encanamento e limpar o reservatório da unidade hidráulica• Verificar nos componentes elétricos se há sujeira ou descoloração• Verificar se há conexões frouxas• Verificar se há danos nas alavancas da tampa	
Anualmente	
<ul style="list-style-type: none">• Verificar se há vazamento de óleo ou encanamento danificado na unidade de graxa e de óleo lubrificante• Limpar o filtro da unidade de lubrificação	<ul style="list-style-type: none">• Nivelar o equipamento se necessário e verificar aterramento

Fonte: A autoria própria (2017)

5.8.3 Equipamentos de solda

Quadro 5 - Rotinas de manutenção para máquinas de solda

Equipamento de solda MIG/MAG CEA Digitech Vision 3300 e 5000	
Operador	Mecânico
Diariamente	
<ul style="list-style-type: none">• Verificar se não há cabos desgastados ou descascados• Efetuar limpeza do bico e porta bico da tocha sempre que necessário• Verificar se não há vazamento de gás• Verificar os isolamentos e conexões, que devem estar em boas condições mecânicas e elétricas;• Verificar e regular a vazão de gás• Remover excesso de pó metálico da região da roldana de tração• Remover sujeira e poeira de dentro do conduíte utilizando ar comprimido	
Semanalmente	
<ul style="list-style-type: none">• Limpar externamente o equipamento e o setor• Verificar nível de água no equipamento.	

Fonte: autoria própria (2017)

5.9 Treinamento dos colaboradores

A falta de experiência e de conhecimento dos colaboradores é um dos problemas observados que afetam a produtividade das empresas. Tão importante quanto elaborar um procedimento é certificar-se de que esse procedimento seguir-se-á conforme o planejado. A instrução dos operadores é, então, fundamental na implementação das rotinas de manutenção autônoma, na utilização do sistema de gestão elaborado, no uso das etiquetas e na adequação a um novo paradigma de “do meu equipamento cuidado eu”.

Para o treinamento dos operadores, o checklist de cada célula deve ser entregue ao líder da célula (operador mais conhecedor dos equipamentos, processo, produto, etc) para uma familiarização anteriormente ao dia agendado para o treinamento. Essa abordagem permite que o líder possa se preparar melhor para o procedimento de treino, dando tempo hábil para que as dúvidas se concretizem em forma de perguntas durante o treinamento. No treinamento as rotinas devem ser explicadas detalhadamente item a item, assim como o método de preenchimento da lista de verificação. Os componentes do equipamento, ainda que já sejam de conhecimento do

operador, devem ser ilustrados para que não se restem dúvidas a respeito, e os estados esperados de cada item serão explanados. Os procedimentos de preenchimento das planilhas também devem ser esclarecidos, assim como solicitação de manutenções em equipamentos de cada célula.

Esse procedimento de treino procede para cada célula separadamente, cobrindo todos os operadores envolvidos na produção nesses equipamentos cruciais, e contará com o auxílio do supervisor de produção, mecânico industrial, analista de processo, analista de qualidade e supervisor de PPCP.

5.10 Informatização do sistema de gestão da manutenção

Segundo Castro (2014), a informatização de sistemas promoveu um processo de globalização, permitindo a difusão de informações de empresas e conectando mercados pelo mundo e as organizações brasileiras têm feito bom proveito dessa tecnologia tanto em nível estratégico como operacional. (ALBERTIN & ALBERTIN, 2008). Sendo assim, torna-se imperativo que o sistema de gestão da manutenção seja informatizado a fim de tornar o monitoramento dos dados dinâmico e eficiente.

Os critérios levados em consideração na escolha da ferramenta tecnológica responsável por fundamentar o sistema de gestão foram a inexistência de meios de monitoramento no cenário atual da empresa, necessidade de fácil adaptação ao usuário, simplicidade e baixo custo. Sendo assim, as planilhas digitais – somadas à programação Basic utilizada em suas macros - tornaram-se excelentes aliadas. Através delas se é possível emitir solicitações de manutenção e ordens de serviço, planejar as manutenções autônomas e preventivas – assim como registrá-las - e manter um inventário dos ativos da empresa de forma dinâmica e amigável.

As planilhas foram elaboradas e a fase de testes foi iniciada, sendo que cada equipamento no chão de fábrica possui seu próprio computador. A seguir demonstra-se o funcionamento das planilhas.

5.10.1 Sistema de gestão da manutenção

Através da planilha da Figura 7 pode-se emitir, excluir e visualizar as ordens de serviço de manutenção, assim como as solicitações de manutenção emitidas pelo chão de fábrica.

Figura 7 - Captura de tela da planilha.

	A	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	ID	TAG	Motivo	Tipo de Serviço	Interna/Externa	Máquina Parada?	Descrição do Serviço	Serviço Realizado	Data do Pedido	Data de Parada	Data de Conserto	Encerrada?	
2	1		Vazamentos de Ar	Corretiva	I	FALSE	Ferramentaria: Conserto	Unidades Pneumáticas	28/08/17		05/09/17	TRUE	
3	2	AC-002	Trepidação	Corretiva	I	TRUE	Verificar motivo da trep	*Constatado motivo	04/09/17	04/09/17	04/09/17	TRUE	
4	3	TO-011	Vazamento	Corretiva	I	FALSE	Identificar e corrigir v	*Constatado que o	05/09/17	05/09/17	06/09/17	TRUE	
5	4	TO-011	Desnívelamento	Corretiva	E	FALSE	Realizar nivelamento de	Nivelamento realiza	06/09/17			TRUE	
6	5	TO-001	Vazamento	Corretiva	I	TRUE	Identificar e corrigir o v	azamento	27/10/17	27/10/17		FALSE	
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

Fonte: Autoria própria (2017)

Os campos dessa planilha são preenchidos através de uma caixa de diálogo (Figura 8). São eles:

- a. **ID:** Identificação interna ao programa para cada ordem de serviço gerada
- b. **TAG:** Identificação interna da máquina
- c. **Motivo:** Causa, razão ou circunstância que exige uma ordem de serviço
- d. **Tipo de Serviço:** Caráter da manutenção a ser realizada: corretiva, preventiva, predial ou melhoria
- e. **Manutenção Interna ou Externa:** Identifica se a manutenção é realizada pelo mecânico industrial da empresa ou por serviço terceirizado externo
- f. **Máquina Parada:** Marca TRUE (verdadeiro) caso a máquina esteja fora de condição de operação
- g. **Descrição do serviço:** Descrição dos procedimentos que devem ser executados
- h. **Serviço realizado:** Campo atualizado após a execução da ordem, identificando os procedimentos que foram de fato executados para a recuperação da máquina
- i. **Data do pedido:** Contém a data em que a ordem foi criada
- j. **Data de parada:** Caso a máquina esteja fora de operação, identifica a data em que ela parou de funcionar
- k. **Data de conserto:** Esse campo deve ser manualmente atualizado após execução da ordem. Identifica quando o serviço foi realizado
- l. **Encerrada:** Marca TRUE (verdadeiro) caso a ordem tenha sido executada, atualizada e sua versão física assinada e arquivada.

Figura 8- Caixa de diálogo

Registrar nova OS

TAG TO-001

Motivo Vazamento

Tipo de Serviço

Corretiva

Interna Externa Máquina Parada

Descrição do Serviço Serviço Realizado

Identificar e corrigir o vazamento

Data do Pedido 27/10/17 Data de Parada 27/10/2017 O.S. Encerrada

Limpar Gravar

Fonte: autoria própria (2017)

Os botões localizados à direita da planilha (Figura 7) realizam a interação entre usuário e programa. Quando clicados, executam a ação desejada. Suas funções são, na ordem de cima para baixo:

Emitir ordem de serviço: ao clicar nesse botão, a ordem de serviço selecionada é emitida em um arquivo “.PDF” pronta para ser impressa em duas vias.

Adicionar nova ordem de serviço: esse comando é responsável por chamar a caixa de diálogo que irá inserir as informações referentes à nova ordem de serviço.

Excluir ordem de serviço: Remove o registro da ordem de serviço selecionada.

Editar registro: Abre a caixa de diálogo com as informações da ordem de serviço selecionada para fins de edição, seja por algum erro encontrado na ordem emitida ou para atualizar as informações após execução da ordem.

Visualizar ordem de serviço: Abre o arquivo .PDF referente à ordem de serviço selecionada.

A Figura 9 demonstra o formato da ordem de serviço emitida em duas vias

Figura 9- Ordem de serviço emitida

The image shows two identical forms for a service order. Each form is titled 'Ordem de Serviço Nº 5' and 'Data do Pedido 27/10/17'. The forms are structured as follows:

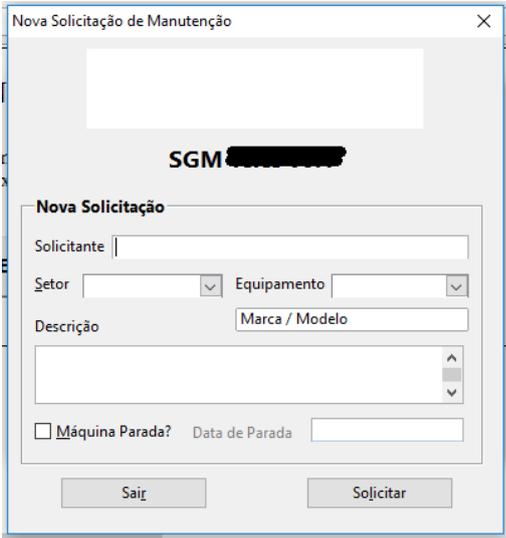
- Header:** 'Ordem de Serviço Nº 5' and 'Data do Pedido 27/10/17'.
- Form Fields:**
 - TAG:** Input field with 'TO-001' and a checked box for 'Máquina Parada?'.
 - Motivo:** Input field with 'Vazamento'.
 - Tipo de Serviço:** Radio buttons for 'Corretiva' (checked), 'Preventiva', 'Melhoria', and 'Predial'. Below are radio buttons for 'Interna' (checked) and 'Externa'.
 - Descrição do Serviço:** Text area with the text 'Identificar e corrigir o vazamento'.
 - Serviço Realizado:** Empty text area.
 - Data da Ocorrência:** Input field with '27/10/17'.
 - Data do Conserto:** Empty input field.
 - Encerrada:** A checkbox that is currently unchecked.
 - Responsável:** A horizontal line for a signature.

Fonte: autoria própria (2017)

5.10.2 Solicitar manutenção

Essa planilha deve ser utilizada pelo operador para solicitar uma manutenção em seu equipamento. Esse procedimento visa tirar da informalidade os pedidos de manutenção, incumbindo ao setor de manutenção definir o plano de ação a ser seguido frente à solicitação. Ao abrir a planilha, uma caixa de diálogo é chamada (Figura 10). Nela o operador pode entrar com as informações referentes a sua solicitação.

Figura 10 - Caixa de diálogo



Fonte: autoria própria (2017)

Os campos a serem preenchidos são poucos e de simples funcionamento. O demandante deve-se se identificar como operador solicitante, apontando também o setor em que se encontra e o equipamento de uma lista para o qual se está solicitando manutenção. Uma breve descrição do problema deve ser acrescida, e caso a máquina esteja parada (situação crítica que deve ser priorizada) marca-se o campo, preenchendo também a data em que a máquina parou de funcionar.

Ao solicitar um arquivo “.PDF!” (Figura 11) é criado de forma que o departamento de manutenção possa verificar a existência de uma nova solicitação, averiguá-la e emitir uma ordem de serviço referente ao caso.

Figura 11- Formulário preenchido automaticamente pela planilha de solicitação.

Solicitação de Manutenção	
DD/MM/YYYY hh:mm:ss	
Solicitante	<input type="text"/>
Equipamento	<input type="text"/> Marca / Modelo
Descrição	Setor <input type="text"/>
<input type="text"/>	
<input type="checkbox"/> Máquina Parada	Data de Parada <input type="text"/>

Fonte: autoria própria(2017)

5.10.3 Manutenção autônoma

Essa planilha busca auxiliar o operador no preenchimento do registro referente às rotinas de manutenção executadas. Procura eliminar a necessidade de um controle físico – dispensando o uso de papel impresso ou meios de preenchimento (como canetas ou lápis) – e agilizar o acesso à informação, já que o pessoal do departamento de manutenção pode abrir o registro a qualquer instante sem necessidade de caminhar até o chão de fábrica.

Ao abrir a planilha, o operador depara-se com a tela de introdução apresentada na Figura 12.

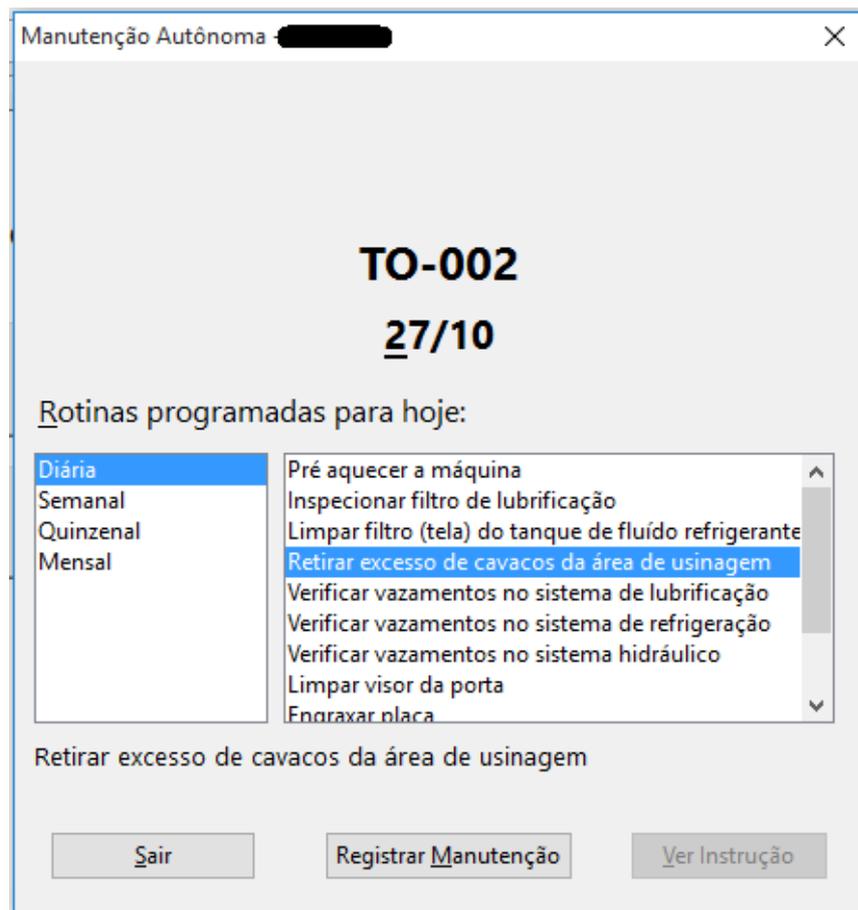
Figura 12 - Tela de introdução

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	Utilize essa planilha para verificar e registrar as rotinas de manutenção autônoma								
2	efetuadas.								
3	A  acredita em você								
4									
5									
6									
7									
8	<input type="button" value="Listar Rotinas"/>								
9									
10									
11									
12	<input type="button" value="Ajuda"/>								
13									
14									
15									
16									

Fonte: autoria própria (2017)

Clicar em “Ajuda” abre um arquivo que contém informações úteis à utilização da planilha. Clicar em “Listar Rotinas” abre a caixa de diálogo apresentada na Figura 13.

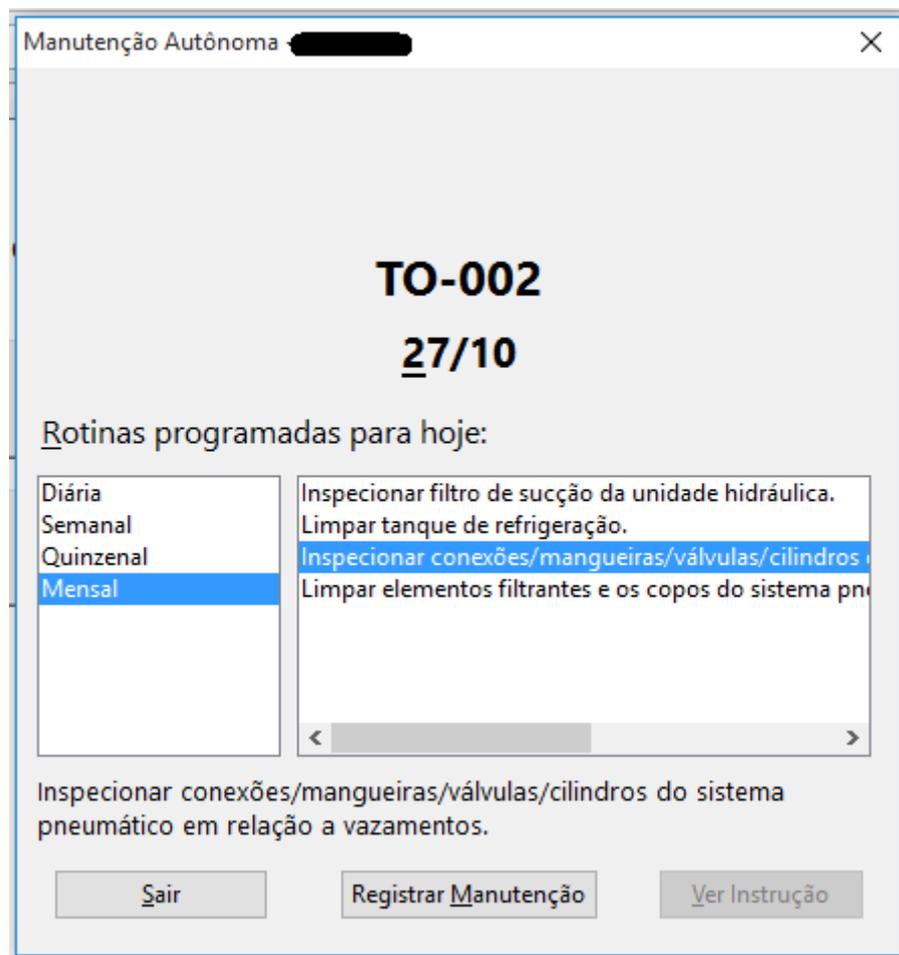
Figura 13 – Listagem de rotinas diárias



Fonte: autoria própria (2017)

Cada equipamento possui sua própria planilha de rotinas, que é identificada no rótulo localizado na parte superior da caixa de diálogo. A Figura 13 pauta as rotinas exibidas são referentes ao equipamento TO-002. Na sequência, a data atual é informada. No instante que a caixa de diálogo é chamada, as informações referentes a quais rotinas serão executadas é buscada em outro documento – a ser explicado posteriormente –, e são listadas nas caixas de listagem. Ao clicar em outra frequência de manutenção na caixa da esquerda, a caixa da direita é atualizada com as rotinas correspondentes (Figura 14).

Figura 14 - Listagem de rotinas mensais



Fonte: autoria própria (2017)

O comando “Ver Instrução” abre um documento com informações sobre a atividade a ser executada. Ele só é habilitado nas atividades em que está disponível. Clicar em “Registrar Manutenção” abre um checklist virtual a ser preenchido pelo operador (Figura 15). Nessa caixa de diálogo nova ele se identifica como o realizador das rotinas e marca as atividades executadas. Quando não for realizada uma das atividades, não se marca o quadro referente a ela. Caso tenha sido executada mas tenha sido encontrado alguma falha durante a verificação, marca-se com um quadrado (na Figura 15 o operador encontrou uma falha ao verificar vazamentos no sistema de lubrificação). Caso a atividade tenha sido executada sem problemas, a caixa é marcada com um visto.

Figura 15 - Checklist virtual

Registro de Manutenção - [redacted]

Diária

Operador:

- Pré aquecer a máquina
- Inspeccionar filtro de lubrificação
- Limpar filtro (tela) do tanque de fluido refrigerante
- Retirar excesso de cavacos da área de usinagem
- Verificar vazamentos no sistema de lubrificação
- Verificar vazamentos no sistema de refrigeração
- Verificar vazamentos no sistema hidráulico
- Limpar visor da porta
- Engraxar placa
- Lubrificar a manga do cabeçote móvel
- Limpar o cesto do tanque de refrigeração

Fonte: autoria própria (2017)

O controle é registrado em uma planilha separada no mesmo arquivo de trabalho, conforme ilustrado na Figura 16. As siglas apresentadas referem-se às rotinas diárias (DR), semanais (SN), quinzenais (QZ) e mensais (MS).

Figura 16 - Controle das rotinas executadas

OK - Item OK E - Erro na Inspeção X - Não verificado	DR											SN						QZ		MS				Operador
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2	3	4	
27/10/2017	OK	OK	OK	OK	E	OK	OK	OK	X	OK	OK									OK	X	OK	OK	Fulano

Fonte: autoria própria

Caso as atividades precisem ser modificadas isso é feito no próprio documento. Cada frequência de atividades conta com uma aba própria, onde essas são listadas (Figura 17). O segundo campo identifica o nome do documento que contém informações de ajuda a respeito da atividade.

Figura 17 - Rotinas de manutenção e seus respectivos documentos de informações

Pré aquecer a máquina	LPP.TO002.DR.01
Inspecionar filtro de lubrificação	LPP.TO002.DR.02
Limpar filtro (tela) do tanque de fluído refrigerante	LPP.TO002.DR.03
Retirar excesso de cavacos da área de usinagem	LPP.TO002.DR.04
Verificar vazamentos no sistema de lubrificação	LPP.TO002.DR.05
Verificar vazamentos no sistema de refrigeração	LPP.TO002.DR.06
Verificar vazamentos no sistema hidráulico	LPP.TO002.DR.07
Limpar visor da porta	LPP.TO002.DR.08
Engraxar placa	LPP.TO002.DR.09
Lubrificar a manga do cabeçote móvel	LPP.TO002.DR.10
Limpar o cesto do tanque de refrigeração	LPP.TO002.DR.11

Fonte: autoria própria (2017)

5.10.4 Programação das manutenções

Essa planilha (Figura 18) é utilizada pelo departamento de Manutenção para programar as rotinas. Esse documento é consultado pela planilha anterior para que sejam listadas as rotinas referentes ao dia atual. É utilizada uma aba para cada equipamento, contendo cada aba linhas com os meses do ano e colunas com os dias do mês. No ponto de cruzamento que diz respeito à uma data – por exemplo dia 7 do mês 10 – são inseridas as siglas referentes à periodicidade das rotinas que devem ser executadas àquele dia (Figura 19).

Figura 18 - Controle das manutenções

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ			
1	Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SN	Semanal					
2		1																																					
3		2																																					
4		3																																					
5		4																																					
6		5																																					
7		6																																					
8		7																																					
9		8																																					
10		9																																					
11		10																																					
12		11																																					
13		12																																					
14																																							
15																																							
16																																							
17																																							
18																																							
19																																							
20																																							
21																																							

Fonte: autoria própria (2017)

Figura 19 - Controle preenchido

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	
1	Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	SN	Semanal		
2		1																																QZ	Quinzenal	
3		2																																	MS	Mensal
4		3																																	TM	Trimestral
5		4																																	SM	Semestral
6		5																																	AN	Anual
7		6																																	BN	Bienal
8		7																																		
9		8																																		
10		9																																		
11		10																																		
12		11	MS	SN		QZ			SN							SN		SN		QZ																
13		12	SN/MS	QZ				SN								SN		QZ																		
14																																				

Fonte: autoria própria (2017)

5.10.5 Controle de fluido de corte

Essa planilha serve o propósito de cálculo das quantidades de reposições do fluido de corte nos equipamentos que o utilizam, assim como o registro de reposições. Através dela pode-se chamar a caixa de diálogo (Figura 20) que realiza os cálculos das quantidades de fluido e água a serem utilizadas, registrar as informações de reposição e emitir relatórios de utilização para cada máquina durante certo período.

Na Figura 21 demonstra-se o registro da reposição, no qual se insere informações dos ensaios de manutenção (medição de pH e concentração) além das quantidades de água e fluido utilizados. Essas informações são traduzidas para uma planilha (Figura 22) e podem gerar relatórios (Figura 23)

Figura 20 - Cálculo das quantidades de insumos para reposição

The screenshot shows a software window titled "SGM Teles - Fluido de Corte". It contains several input fields and a "Calc" button. The input fields are: "Volume de fluido no reservatório" (135,00), "Volume total do reservatório" (200,0), "Concentração do fluido no reservatório" (3 %), and "Concentração desejada" (5 %). Below these fields is a text box containing the following text: "Quantidade de fluido necessária: 5,67 litros", "Quantidade de água necessária: 59,34 litros", "Número de baldes: 4", "Encha:", "3 baldes com 1,5 litros de óleo e 16 litros de água e", "1 balde com 1 litros de óleo e 11,5 litros de água." At the bottom of the window are three buttons: "Calcular", "Registrar", and "Sair".

Fonte: autoria própria (2017)

Figura 21- Registro de reposição

Fonte: autoria própria (2017)

Figura 22 - Registro das reposições

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q
1	Equipamento	pH antes	pH depois	BRIX antes	BRIX depois	Vol. antes	Vol. utilizada	Fluido utilizado	Condição	Data / Hora	Água Utilizada	Custo Água	Custo Fluido	Custo Água	Custo Fluido	Custo Total
2	TO-001	7	9	3	5	165	20	Quakercool 2880 BF	RUM	20/10/2017	30	0,00737	25	0,2211	500	500,2211
3	TO-001	8	9	2	5	120	10	Quakercool 2880 BF	RUM	20/10/2017	30	0,00737	25	0,2211	250	250,2211
4	TO-003	7	9	4	5	190	2	Quakercool 2880 BF	RUM	19/10/2017	8	0,00737	25	0,05896	50	50,05896
5	TO-004	7	9	3	5	148	5,3	Quakercool 2880 BF	RUM	20/10/2017	47	0,00737	25	0,34639	132,6	132,84639
6	TO-003	7	9	3	5	100,00	5,73	Quakercool 2880 BF	RUM	20/10/2017	61	0,00737	25	0,44957	143,25	143,69957
7							43,03				176			1,29712	1075,75	1077,04712

Fonte: autoria própria (2017)

Figura 23 - Relatório de reposições

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	
1	RELATÓRIO DE CONSUMO DE FLUIDO DE CORTE - 01/01/1900 - 20/10/2017														
2	Fluido				Água				Geral						
3	Equipamento	Volume Total Utilizado	Custo Total de Fluido	Volume médio por reposição	Custo médio por reposição	Volume Total Utilizado	Custo Total de Água	Volume médio por reposição	Custo médio por reposição	Concentração Média	pH médio	Custo Total (Água + Fluido)	Custo Médio (Água + Fluido)	Quantidade de Reposições	
4	TO-001	30 - 79,5%	750 - 79,5%	15 - 79,5%	375 - 79,5%	60 - 46,5%	0,44 - 46,5%	30 - 46,5%	0,22 - 46,5%	2,5 - 41,7%	7,5 - 51,7%	750,44 - 79,5%	375,22 - 79,5%	2 - 50%	
5	TO-002	SEM REPOSIÇÕES NO PERÍODO													
6	TO-003	7,73 - 20,5%	493,25 - 20,5%	3,87 - 20,5%	46,63 - 20,5%	69 - 53,5%	0,51 - 53,5%	34,5 - 53,5%	0,25 - 53,5%	3,5 - 58,3%	7 - 48,3%	193,76 - 20,5%	96,88 - 20,5%	2 - 50%	
7	Totais	37,7	943,3	18,9	471,6	129	1	64,5	0,5	6	14,5	944,2	472,1	4	

Fonte: autoria própria (2017)

6. Conclusão

Iniciar uma mudança de pensamentos em uma empresa já consolidada no mercado não é tarefa fácil. As rotinas, os hábitos, a insistente cobrança por faturamento e produção cada vez maiores e a indisciplina tornam-se obstáculos a serem vencidos. É importante a implementação gradual de ferramentas que alicercem a instalação eficiente e eficaz de um departamento responsável pela manutenção. Ao final desse trabalho, têm-se uma metodologia de implementação dessas ferramentas que pode trazer melhorias de fácil percepção e grande retorno. Pôde-se fazer um levantamento dos ativos da empresa, encontrar e armazenar os manuais de manutenção dos equipamentos em um único lugar, planejar e programar limpezas e manutenções, implementar sistemas informatizados que tornassem ágeis as solicitações de manutenção, registro de controles de procedimentos e geração de ordens de serviço, planejar os treinamentos necessários e criar fundamentos para o início de uma gestão mais eficiente de manutenção. Levando em consideração os objetivos propostos, esse trabalho cumpriu com o proposto.

Referências

- ABEPRO. (2008). **Áreas e Sub-áreas de Engenharia de Produção**. Fonte: Associação Brasileira de Engenharia de Produção: <https://www.abepro.org.br/interna.asp?p=399&m=424&ss=1&c=362>
- ADELMAN, C. (1976). **Re-thinking case studies: notes from the second Cambridge Conference**. Cambridge: Cambridge Journal of Education.
- AGOSTINI, N. (2009). **Sistemas Hidráulicos Industriais**. Rio do Sul: Sibratec.
- ALBERTIN, A. L., & ALBERTIN, R. M. (2008). **Tecnologia de Informação e Desempenho Empresarial no Gerenciamento de seus projetos: um estudo de caso de uma indústria**. Revista de Administração Contemporânea, 599-629.
- BAPTISTA, J. (04 de Agosto de 2015). **Industrial Maintenance today and future trends**. Fonte: Mining: <http://www.mining.com/wp-content/uploads/2015/08/Industrial-Maintenance-today-and-future-trends-080415.pdf>
- BARBOSA, R. A. (2009). **Elaboração de implementação de um plano de manutenção com auxílio do 5S: metodologia aplicada em uma microempresa**. Enegep, 14.

BEILKE, M. L. (2014). **Implementação de um plano de manutenção preventiva em uma empresa do ramo alimentício**. 45. Horizontina, RS, Brasil: FAHOR - Faculdade Horizontina.

BEZERRA, Taynara tenorio Cavalcante et all. (2012). **Aplicação das ferramentas da qualidade para diagnóstico de melhorias numa empresa de comercio de materiais elétricos**. Bento Gonçalves: ENEGEP

CASTRO, F. (30 de Dezembro de 2014). **A importância da tecnologia da informação associada à gestão empresarial**. Fonte: Aprimorar Desenvolvimento: <http://www.aprimorar.com/a-importancia-da-tecnologia-da-informacao-associada-a-gestao-empresarial>

FERREIRA, M. d. (17 de Novembro de 2016). **Limpeza Inicial: A Primeira Etapa da Manutenção Autônoma**. Fonte: Citisystems: <https://www.citisystems.com.br/limpeza-inicial-primeira-etapa-manutencao-autonoma/>

HARRINGTON, J. (2007). **Business process improvement workbook: documentation, analysis, design and management of business process improvement**. New York: McGraw-Hill.

JOSLIN, J. (6 de Junho de 2017). Pre History of Band Saws. Fonte: Wiki Knowldge Base: <http://wiki.vintagemachinery.org/Pre%20History%20Of%20Band%20Saws.ashx>

LEAN MANUFACTURING TOOLS. (s.d.). **Autonomous Maintenance**. Fonte: Lean Manufacturing Tools: <http://leanmanufacturingtools.org/438/autonomous-maintenance/>

LUDDERS, J. W., & MCMILLAN, M. (2017). **Errors in Veterinary Anesthesia**. Willey-Blackwell.

MARTINS, R. (3 de Julho de 2012). **Fluxograma de Processo**. Fonte: Blog da Qualidade: <http://www.blogdaqualidade.com.br/fluxograma-de-processo/>

OERLIKON WELDING. (s.d.). **MIG-MAG Welding**. Fonte: Oerlikon Welding: <https://www.oerlikon-welding.com/processes/mig-mag-welding-process>

OFFICE OF WASTE REDUCTION SERVICES. (March de 1994). **Ten ways to reduce machine coolant costs**. Lansing, Michigan, United States of America: Departments of Commerce and Natural Resources.

ONIRIA. (s.d.). **Seus colaboradores têm consciência do que estão fazendo?** Fonte: Oniria: <https://oniria.com.br/seus-colaboradores-tem-consciencia-do-que-estao-fazendo/>

PEREIRA, M. J. (2009). **Engenharia de Manutenção (2ª ed.)**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.

PINTO, A. K., & NASCIF, J. (2009). **Manutenção: Função Estratégica (3ª ed.)**. Rio de Janeiro: Qualitymark.

RAJPUT, H. S., & JAYASWAL, P. (2012). **A Total Productive Maintenance (TPM) Approach to Improve Overall Equipment Efficiency**. International Journal of Modern Engineering Research, 4.

SILVEIRA, C. B. (17 de Novembro de 2016). **Manutenção Industrial: Como funciona?** . Fonte: Citisystems: <https://www.citisystems.com.br/manutencao-industrial-como-funciona/>

SILVEIRA, C. B. (17 de Novembro de 2016). **O que é TPM e Porque esta Ferramenta é Tão Popular na Indústria**. Fonte: Citisystems: <https://www.citisystems.com.br/o-que-e-tpm/>

VENKI. (22 de Novembro de 2014). **O que é o ciclo PDCA**. Fonte: Venki: <http://www.venki.com.br/blog/o-que-e-ciclo-pdca/>