

Desenvolvimento e Implantação de um Plano de Manutenção: Estudo de Caso de uma atua na produção e comércio de eletrônicos

Lizandra Xavier Miranda de Mendonça

Elizângela de Jesus Oliveira

Carlos Alberto Oliveira de Freitas

Vandermi João da Silva

Rute Holada Lopes

Mário Otani

Sharlene dos Santos Meireles

Adilson Serrão e Silva

1 INTRODUÇÃO

É indiscutível que a manutenção é um fator relevante nos processos produtivos ao possibilitar o aumentando da confiabilidade dos produtos e/ou processos, da lucratividade e competitividade no mercado. Nesse sentido, estabelecer um plano de manutenção no contexto industrial é fundamental para que as empresas extraiam o máximo de desempenho em suas atividades produtivas. Uma gestão de manutenção eficiente garante que o processo produtivo não esteja propenso à interrupções desnecessárias, principalmente diante do aumento da automação nos processos de fabricação (ALMEIDA, 2001; SELLITTO, 2005).

Ao se pesquisar sobre plano e gestão de manutenção, pode-se observar que esses se encontram circunscritos a um contexto inovador de desenvolvimento industrial, conhecido como Indústria 4.0, incluindo “Internet das Coisas” e “*Big Data*” (BERTOLINI *et al.*, 2004). Nesse sentido, o planejamento estratégico de uma indústria moderna tem sido delineado a partir de tecnologias de manutenção que garantam uma operação “zero defeitos” e como resultado a entrega dos serviços de forma eficaz e conforme o planejado (HAYES *et al.*, 2008).

Para Schwab (2016) no contexto da indústria 4.0 a manutenção passa a ser cada vez mais alicerçada em sistemas inteligentes. Tais sistemas preveem a falha e realiza diagnóstico, e vai além ao permitir intervenções de natureza técnica que são

realizadas de forma virtual ou remotas. Essa intervenção mediada por máquinas inteligentes é cada vez mais precisa, uma vez que o correto registro dos dados do processo em tempo real permite a identificação de eventuais falhas no sistema. Como consequência de sistemas de manutenção cada vez mais integrados, é possível às indústrias verificar a atuação correta de determinada equipe de manutenção, planejar futuras ações de manutenção e verificar a solução rápida de determinada falha do processo (HERMANN et al., 2016).

Nesse contexto inovador da indústria 4.0 cada vez mais alicerçada pelos sistemas de informações gerenciais, a simulação computacional é uma ferramenta de suporte ao gestor ou tomador de decisões em um ambiente industrial. Ao se analisar um cenário de simulação é possível obter um melhor analisar sobre o desempenho das atividades que estão sendo executadas e projetar o comportamento de um cenário futuro por meio de testes de variáveis no ambiente ou processo da indústria (ADEYERI et al. 2015).

As indústrias que conseguem delinear uma estratégia de manutenção inteligente capaz de identificar com rapidez e antecedência as falhas em seus processos produtivos tornam-se cada vez mais competitiva no uso e maximização de seus recursos materiais e humanos no ambiente empresarial. Dessa forma, um plano de manutenção automatizado que apresentem indicadores de performance da manutenção (Maintenance Performance Indicator – MPI) bem definidos podem potencialmente e de forma estratégica apoiar a identificação de lacunas de desempenho, permitindo as indústrias a comparação entre o desempenho atual e o desejado (CORRÊA & DIAS, 2014). O objetivo geral desse estudo é propor o desenvolvimento e a implantação de um plano de manutenção automatizado com base em dados adquiridos na própria empresa. Esse plano será alimentado pela própria organização com dados mais precisos e poderão programar as manutenções preditivas.

Esse trabalho está dividido em quatro sessões a primeira compreende essa introdução, a segunda a discussão teórica, segue-se com a terceira sessão discorrendo-se sobre os métodos aplicados nesse estudo de caso, a quarta sessão apresenta-se a implantação de um plano de manutenção em uma multinacional no estado do Amazonas e por fim as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 MANUTENÇÃO

A manutenção, muito embora de forma não “institucionalizada”, esteve presente nos contextos industriais mais remotos. Pode-se observar que o operador de máquina ao limpar, e realizar uma inspeção mesmo que ocular das máquinas já praticava um tipo de manutenção industrial (RIGONE, 2009). Assim, essas atividades mesmo em períodos mais distantes já tinham como objetivo manter em plenas condições de conservação a utilização dos objetos, utensílios industriais e por conseguinte maximizar a vida útil do maquinário industrial.

Em meados do século XVII na Europa Central com a invenção do relógio mecânico, surge-se a atividade de “manutenção”, e com ela os primeiros técnicos na área de montagem e assistência (ESPINOSA FUENTES, 2006). Em 1994 a NBR 5462 define a manutenção como sendo a combinação de ações técnicas e administrativas, que incluem as atividades de supervisão. Dessa forma, a manutenção passa a incluir atividades destinadas a manter ou recolocar um item em um estado planejado para o correto desempenho de uma função planejada (KUMAMOTO & HENLEY, 1996; DIAS et al. 2011; DIAS, 2012).

A manutenção dos equipamentos de produção dessa forma torna-se a mola propulsora para o alcance da produtividade das indústrias e oferta da qualidade dos produtos aos clientes. Do ponto de vista industrial, as medidas adotadas para manter, alcançar ou restabelecer as condições de um sistema ou processo industrial, bem como avaliar suas condições atuais passam a englobar o rol de funções estratégicas da manutenção (HAICANH, DO VAN, BARROS & BERENGUER, 2014).

Considerando-se a ociosidade elevada dos equipamentos industriais e atrasos nos prazos de entrega que afetam diretamente o setor financeiro de uma empresa, o investimento em desenvolvimento de planos de manutenção é primordial para uma indústria que deseja se tornar competitiva no mercado (SOUZA, 2009). A gestão de produção pode até desenvolver formas para aperfeiçoar a produtividade, porém alinhada aos equipamentos com condições adequadas para alcançar o nível esperado.

Há diversos tipos de manutenção, permitindo às empresas, atualmente, a escolha da que mais se ajusta às suas atividades e interesses são eles, a manutenção corretiva caracterizada pela atuação da manutenção em fato já ocorrido, podendo ser uma falha ou um desempenho menor do que o planejado. O que se observa é que as equipes de manutenção elaboram estratégias para que este tipo de manutenção não seja necessário, uma vez que reduz a disponibilidade da máquina nos processos produtivos (WILLIAN, 2013). Outro tipo de manutenção é a preventiva que caracteriza em reduzir ou evitar a falha ou queda no desempenho, a partir de um plano previamente estabelecido a partir de intervalos definidos de tempo.

Já a manutenção preditiva se caracteriza por atuar na modificação de um parâmetro de condição ou desempenho obedecendo a uma sistemática. A partir desses conceitos surge outros derivados da manutenção como a Preventiva Sistemática, considerada como manutenção planejada - as causas e falhas não são perfeitamente identificadas e Manutenção Preventiva Condicional – planejada para determinadas causas e falhas (FERREIRA, 2010). Nesse sentido é que o plano de manutenção é de fundamental importância para tornar os equipamentos e máquinas de uma empresa disponíveis por maiores períodos, aumentando as chances da produção de elementos conformes, reduzindo os tempos ociosos e contribuindo para o faturamento da empresa.

Cabe aos planos de manutenção ser fundamentados em estratégias para conservação da indústria, máquinas e equipamentos em geral, incluindo um contínuo serviço de observação dos bens a serem mantidos, assegurando uma execução rigorosa e redução ao mínimo das paradas temporárias dos processos fabris (ABRAMAN, 2011). Na próxima sessão discorre-se sobre os principais elementos de um plano de manutenção.

2.2 PLANO DE MANUTENÇÃO

Um plano de manutenção apresenta basicamente as seguintes atividades que envolvem a classificação e levantamento dos equipamentos e máquinas que são utilizados no sistema de produção. Em seguida é necessário que seja estabelecido a

forma e a frequência que serão necessários para a manutenção de cada equipamento, observando-se como essa atividade já vinha sendo realizada. Assim, a pode-se estabelecer a execução e elaboração do plano de manutenção a partir de inspeções periódicas o que poderá incluir reformas e solicitação de trocas peças ou atualização de softwares de controle dos equipamentos (ABRAMAN, 2011; FERREIRA, 2010).

A eficácia do plano de manutenção consiste na verificação contínua de itens de controle e práticas de decisões corretivas. O objetivo de um plano de manutenção é a redução ou eliminação da incidência de falhas, paradas não planejadas, depreciação das funções de um maquinário, organização e padronização dos processos de manutenção, e estabelecimento de um fluxo contínuo de melhoria e aperfeiçoamento (KUMAMOTO & HENLEY, 1996; DIAS et al. 2011; DIAS, 2012). Assim, a elaboração e implementação de um plano de manutenção envolvem a coleta de dados e mapeamento do processo (na elaboração do plano); implementação, padronização de procedimentos, treinamento da equipe e o acompanhamento do plano (implementação do plano). Nessas etapas são realizadas as seguintes atividades (HAICANH, DO VAN, BARROS & BERENGUER, 2014):

Coletar dados: análise das falhas das máquinas, operadores e como estão sendo utilizados os indicadores;

Mapeamento dos Processos: definição de áreas e responsabilidades e elaboração de fluxogramas;

Padronização dos Procedimentos: apresentação de proposta de um manual de manutenção;

Treinamento de Equipes: proposta de capacitação de implantação do plano de manutenção para os operadores;

Acompanhamento dos Resultados: elaboração de indicadores para análise do real e esperado e retroalimentação do plano de manutenção.

O programa 5 é muito utilizado no desenvolvimento de um plano de manutenção e envolve cinco passos (DIAS, 2012):

1º SEIRI – Senso de Utilização

2º SEITON – Senso de Organização

3º SEISO – Senso de Limpeza

4º SEIKETSU – Senso de Padronização

5º SHITSUKE – Senso de Disciplina

O primeiro SEIRI consiste no ato de separar os objetos úteis dos que são desnecessários e como resultado obtém-se a liberação de mais espaço; destino de objetos para áreas que realmente necessitam redução no tempo de identificação dos objetos e eliminação do desperdício. O segundo SEITON é a organização das coisas útil consoante a facilidade de acessá-las, nesse caso deve-se considerar a frequência de utilização, o tipo e peso do objeto e uma sequência lógica já adotada pela indústria. Como resultado tem-se a agilidade ao se acessar aos objetos e informações; otimização do tempo e prevenção de incêndio. SEISO é a prática da eliminação da sujeira, trata-se da inspeção das atividades industriais com a finalidade de descobrir e eliminar as fontes de problemas. No processo de limpeza tem-se a oportunidade de inspeção e reconhecimento do ambiente e o ideal é que seja feita pelo operador da máquina. Como principais resultados tem-se a eliminação da fadiga do equipamento; prevenção de quebras e acidentes; melhoria do ambiente de trabalho; redução/eliminação de desperdícios; mudança no comportamento e nos hábitos; prevenção de incêndio.

No SEIKETSU tem-se a prática de conservação, higiene física e mental, com a finalidade que os estágios dos sentidos anteriores (organização, ordenamento e limpeza) possam ser mantidos. Como resultado obtém-se a eliminação do stress das pessoas; padronização dos processos; melhoria da qualidade e redução das condições inseguras. Por último o SHITSUKE que se trata de cumprir rigorosamente o que foi estabelecido no plano de manutenção. Busca-se com o SHITSUKE a “sinergia” entre as equipes de operadores, a previsibilidade dos processos; eliminação da fiscalização; autodisciplina; confiabilidade dos dados de controle; redução/eliminação de atos inseguros; e por fim a consolidação do 5S.

Ressalta-se que na implementação de um plano de manutenção as novas normas devem ser atendidas de forma correta e se tornarem um hábito para que o novo ambiente possa se tornar seguro e limpo, tornando essas regras uma cultura que possa ser reaplicada naturalmente. Na próxima sessão discorre-se sobre a metodologia adotada para o desenvolvimento e a implantação do plano de manutenção dessa pesquisa.

3 METODOLOGIA PROPOSTA

Quanto aos seus objetivos e fins trata-se de uma pesquisa de caráter descritivo, pois de acordo com Gil (2008) busca descrever e fazer o levantamento da implantação de um plano de manutenção de uma empresa que atua na produção e comércio de placas mães de computadores, Set-Up Box, HD externos entre outros eletrônicos localizada em Manaus/AM. A pesquisa é bibliográfica e telematizada pela utilização de teses, dissertações, artigos para suportarem os objetivos propostos nesse estudo. Trata-se ainda de um estudo de caso com utilização profunda de análise documental e de dados das formas como haviam sendo realizadas as manutenções das máquinas do processo industrial dessa empresa. Essas análises documentais envolveram as planilhas que eram utilizadas pelos operadores de forma manual para realizarem o checklist das manutenções dos processos industriais.

4 ESTUDO DE CASO

A prática do 5S na elaboração e implementação de um plano de manutenção quebra o paradigma de que a manutenção é um setor dentro da empresa com grande desorganização, falta de limpeza e falta de padronização, possibilita alcançar os objetivos propostos pelo guia de elaboração de um plano de manutenção e possibilita ainda mensurar resultados através de indicadores de manutenção aplicados em todos os tipos e procedimentos de manutenção. Nessa etapa do processo será bastante facilitada a partir da conclusão do 1º S da filosofia 5S, desta forma o 1º S precisa ser realizado na etapa de coleta de dados utilizando este senso para obter as informações relevantes e necessárias referentes aos problemas que é o caso da aquisição de dados in locus, obtendo a descrição de todos os defeitos, quer parem a linha, quer não, e a frequência em que ocorrem. É importante observar que não são somente dados de falhas ou paradas, existem outras informações que

são relevantes para a eficácia da elaboração de um plano de manutenção. Nesta etapa é preciso listar e descrever todas as máquinas que fazem parte do processo, incluindo nome, funcionalidade, especificações, tempo de operação por dia, operador, são exemplos de informações úteis.

Após ter feito a coleta de todas as informações precisas das máquinas é possível fazer a aplicação do segundo S, mapeando o processo, que trata de organizar todos esses equipamentos e informações de modo que eles estejam dispostos para o melhor andamento da manutenção, ou seja, guardar as ferramentas mais usadas em locais mais próximos dos equipamentos e de fácil acesso, bem como os manuais e, se possível, manter breves resumos das recomendações de manutenção do fabricante próximos dos equipamentos, com figuras ilustrativas e de fácil entendimento, para que qualquer colaborador que seja admitido na empresa no setor de manutenção seja capaz de realizar a atividade, devendo assim ser criado posteriormente o procedimento operacional padrão de cada manutenção a ser realizada.

Após esse processo é necessária a aplicação imediata do 3º S (Seiso), para se descartar toda a sujeira e imperfeição que ainda restam nos equipamentos e no setor produtivo como um todo, para poder dar início ao processo de padronização, caso contrário imperfeições ainda restantes podem causar novos danos aos equipamentos assim como ocasionar falhas futuras. Além de manter o ambiente de trabalho limpo e asseado de modo que esteja em perfeito estado para a realização das atividades.

Em seguida é iniciada a aplicação do quarto S (Seiketsu), que consiste na manutenção dos anteriores, montando-se agora manuais simplificados, com a finalidade de se criar a padronização com as recomendações do fabricante, bem como NLI's (Normas de Limpeza e Inspeção, documento onde é representado um desenho ou foto de um local, posto de trabalho ou até mesmo de uma máquina, os pontos a inspecionar, os critérios necessários, o que deve ser feito para garantir o cumprimento dos critérios, a frequência que cada atividade deve ser realizada e o responsável pela limpeza. O quarto S visa a padronizar as ações a serem tomadas em cada etapa do processo de manutenção, desde a limpeza até a lubrificação ou substituição das peças.

O acompanhamento dos resultados, a quinta e última etapa correspondente a parte de verificar os resultados da aplicação do plano, até mesmo para garantir a sustentação do sistema. Em geral, os responsáveis por essa etapa são os supervisores ou gestores diretos das áreas, sendo possível a formação de uma equipe de auditorias. O 5ºS (Shitsuke), também deixa sua contribuição nesta fase quando verifica se os outros itens estão sendo executados corretamente uma espécie de check list, e faz com que essas novas normas sejam aplicadas corretamente e se tornem um hábito mantendo o ambiente seguro e limpo, tornando essas regras uma cultura aplicada naturalmente. É importante deixar claro para os que vão ser avaliados, os critérios nos quais eles o serão e as metas e objetivos desejados sobre cada manutenção.

Este trabalho realiza um plano de gestão da manutenção para uma empresa que atua na produção e comércio de placas mães de computadores, Set-Up Box, HD externos entre outros eletrônicos. Essa empresa que a chamaremos de Empresa X, para manter a privacidade do seu nome, utiliza equipamentos específicos para a realização de suas atividades cotidianas, sendo assim, difícil a terceirização de sua produção em caso de quebras ou paradas das máquinas. É importante ressaltar que devido a inúmeras classificações de manutenção atribuídas pelos autores e a diversidade industrial, tem se tornado difícil tomar a decisão de qual tipo utilizar e de como elaborar um plano de manutenção para o ramo em que se está inserido. Neste sentido, este estudo propõe a elaboração de um plano de manutenção com base na estrutura de maquinário e seus periféricos presentes no ambiente laboral da Empresa X.

De antemão é importante salientar que os dados utilizados na estruturação do plano de manutenção são apenas ilustrativos, uma vez que apenas os tipos de maquinários utilizados no ambiente laboral da organização alvo do estudo eram de conhecimento dos autores, informações que podem ser vistas na Figura X. Deste modo, tendo o plano sido finalizado, a Empresa X seria responsável pela inserção dos dados detalhados de seu próprio maquinário.

Figura X – Dados gerais obtidos

Maquinário	Área
Screen Printer	SMT
SPI	SMT
Chip Shooter	SMT
Pick and Placer	SMT
Forno de Refusão	SMT
AOI	SMT
Solda em Onda	IMC
Motores	IMC
Compressor	Sala dos Compressores
Tanque de Armazenagem	Sala dos Compressores
Nobreak	Sala dos Servidores
Split	Sala dos Servidores
Servidor	Sala dos Servidores

Fonte: os autores (2022)

Diante disto, a primeira atividade realizada foi um levantamento básico a respeito das informações de manutenção (coleta de dados) *in locu* na própria empresa X que vieram a ser necessárias ao desenvolvimento do plano de manutenção proposto, haja vista que os autores puderam conhecer a estrutura da linha de montagem da organização juntamente com os seus processos. Tendo em mãos dados sobre a linha de produção com tecnologia de montagem em superfície (SMT), inserção manual de componentes (IMC), sala dos servidores e sala dos compressores, mais especificamente dos tipos de maquinário utilizado na empresa, tornou-se possível a construção de um plano de manutenção utilizando planilhas do software Excel.

O plano consistiu em múltiplas áreas para cadastro de linhas de montagens e modelos de máquinas utilizadas no processo de produção das placas de circuito impresso, bem como a qualificação de atividades presentes no modelo quanto à periodicidade, tipo de manutenção, nível de criticidade, etc. A Figura X ilustra alguns dos dados cadastrados utilizados na composição do plano.

Figura X – Dados cadastrados.

Periodicidade	Cadastro de Linhas	Área
Hora	SMT01	SMT
Diário	SMT02	IMC
Semanal	IMC01	Sala dos Compressores
Quinzenal		Sala dos Servidores
Mensal		
Trimestral		
Semestral		
Anual		
Bienal		

Tipo de Manutenção por realizador	Descrição
Autônoma	Realizada pelo operador do equipamento
Técnica	Realizada por técnicos da manutenção

Classe de Manutenção	Descrição
Corretiva	Realizada quando o equipamento tem problemas
Preventiva	Realizada de acordo com especificações do equipamento fornecida pelo fabricante
Preditiva	Realizada pela avaliação de resultados de análises das características de funcionamento e de componentes
Prescritiva	Realizada pela avaliação das informações das classes anteriores.

Fonte: os autores (2022)

Para que fosse possível elucidar as ações a serem realizadas criando, de certo modo, uma simulação do plano de manutenção em ação foi necessário buscar especificações e componentes de máquinas disponíveis no mercado respeitando o tipo de função que a mesma desempenha na Empresa X. A Figura X ilustra informações gerais obtidas sobre uma dentre as máquinas estudadas, sendo esta uma Screen Printer modelo L12.

Figura X – Especificações Screen Printer.

Screen Printer	
Modelo	L12
Quadros de tela	Tamanho mínimo: 737x300mm; Tamanho máximo: 1500x750mm; Espessura: 25~40mm
Tamanho Mínimo de PCB	80x50mm
Tamanho Máximo de PCB	1200x350mm
Espessura do PCB	0,4 ~ 6 mm
Empenamento do PCB	< 1%
Altura de Transporte	900 ± 40mm
Direção de Transporte	Esquerda-Direita; Direita-Esquerda; Esquerda-Esquerda; Direita-Direita
Velocidade de transporte	Max 1500mm/s programável
Localização da Placa/Localização do PCB	Sistema de suporte: Pino magnético/mesa de cima para baixo ajustada/bloco de suporte à mão; Sistema de fixação: brapadeira lateral elástica, pressão direcional Z
Velocidade do rodo	6~200mm/seg
Pressão do rodo	0-15 kg
Ângulo do rodo	60°/55°/45°
Tipo de rodo	Aço inoxidável (padrão), plástico
Velocidade de separação do estêncil	0,1 ~ 20 mm/s programável
Sistema de limpeza	A seco, úmido, a vácuo (programável)
Faixas de ajuste da mesa	X: +10mm; Y: ±10mm; Z: ±2°
Precisão de Posição de Repetição	+0,015 mm
Precisão de Impressão	+0,03 mm
Tempo de ciclo	< 15s (excluindo impressão e limpeza)
Mudança do produto	< 5min
Ar Necessário	4,5~6Kg/cm²
Entrada de energia	AC: 220~10%, 50/60Hz 1Ø3KW
Método de Controle	Controle por PC
Dimensões da máquina	2210(L)x1213(L)x1500(A)mm
Peso da máquina (Kg)	1500

Fonte: os autores (2022)

Mais especificamente 03 (três) componentes ilustrativos foram extraídos de cada uma das máquinas e a eles foram atribuídas as atividades que deveriam ser realizadas, quais materiais seriam necessários, o tempo estimado da atividade e a periodicidade com que estas deveriam ocorrer: Tais informações podem ser observadas na Figura X:

Figura X – Exemplo de dados na planilha Detalhes das Máquinas.

Máquinas	Especificações	Componentes	O que fazer?	Materiais Necessários	Tempo Estimado	Periodicidade
Screen Printer	#spec_screen_printer	Sensores	Calibrar os sensores da impressora	—	1h	Diário
		Motor de acionamento	Substituir a lubrificação do eixo móvel	Lubrificante de Graxa	2h	Hora
SPI	#spec_spi	Câmeras	Limpar impurezas na lente externa da câmera	Lenço e álcool isopropílico	30min	Diário
		Motor de transporte	Substituir a lubrificação do eixo móvel	Lubrificante de Graxa	1h	
Chip Shooter	specs_chip_shooter	Câmeras	Limpar impurezas na lente externa da câmera	Lenço e álcool isopropílico	10min	Diário
		Feeders	Verificar existência de folgas nos parafusos e efetuar ajustes caso positivo (8, 16, 24, 32, 44, 56)	Chaves de fenda	1h	Diário
		Motores	Substituir a lubrificação do eixo móvel	Lubrificante de Graxa	1h	Mensal
Pick and Place	specs_pick_and_place	Câmeras	Limpar impurezas na lente externa da câmera	Lenço e álcool isopropílico	10min	Diário
		Feeders	Verificar existência de folgas nos parafusos e efetuar ajustes caso positivo (8, 16, 24, 32, 44, 56)	Chaves de fenda	20min	Quinzenal
		Motores	Substituir a lubrificação do eixo móvel	Lubrificante de Graxa	30min	Mensal
Forno de Refusão	specs_forno_refusao	Resistências	Verificar se partículas liberadas na refusão estão obstruindo as resistências; Caso positivo realizar a limpeza	Lenço e álcool isopropílico	2h	Diário
		Motor da esteira	Substituir a lubrificação do eixo móvel	Lubrificante de Graxa	1h	Quinzenal
		Sensores de temperatura	Verificar estado do cabeamento para possível troca e remover impurezas na ponta do sensor	Cabos de substituição; Lenço e álcool isopropílico	20min	Diário

Fonte: os autores (2022)

O conjunto dessas informações serviu de base de dados para a elaboração de um calendário de ações o qual automaticamente deveria realizar o agrupamento das máquinas e ações de manutenção conforme a sua periodicidade, tornando o plano mais acessível e compreensível para o responsável pelas manutenções necessárias ao correto funcionamento das atividades da Empresa X.

A ideia era gerar um modelo de média fidelidade que expusesse as funcionalidades do plano de manutenção à Empresa X. O Apêndice A apresenta o modelo final do Plano de Manutenção proposto.

É importante salientar que no Apêndice B deste trabalho pode ser visualizado um modelo de Ordem de Serviço (OS) elaborado pelos autores como forma de melhorar o suporte ao responsável pela manutenção com maiores detalhes sobre a atividade a ser realizada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sendo assim, esta pesquisa aplicada propôs um modelo de plano de manutenção de acordo com os requisitos solicitados pela empresa X, de modo que as suas manutenções possam ser realizadas de maneira programada e controlada por agentes responsáveis. O plano proposto teve como base os dados e as especificações das máquinas observadas durante o processo produtivo e que precisam de manutenção periódica, os profissionais responsáveis na empresa devem ser bem instruídos para que o plano consiga funcionar de maneira correta e que também seja executado com auxílio da filosofia 5S a fim de obter excelentes resultados e diminuir o risco de danos a vida útil de cada maquinário presente na empresa.

A elaboração do plano de manutenção pode ser adaptada a softwares futuros que podem facilitar o trabalho de aplicação no momento das manutenções, contribuindo como objeto de estudo para empresas que atuam neste ramo, de maneira a fornecer subsídios necessários para a manutenção ser realizada corretamente, o 5S contribui de maneira significativa no que tange a organização, limpeza e padronização de todos os serviços realizados podendo assim facilitar todos os processos de aplicações de aperfeiçoamento e revisão das máquinas utilizadas.

REFERÊNCIAS

ADEYERI, M. K., MPOFU, K., & ADENUGA, O. T. (2015). Integration of agent technology into manufacturing enterprise: a review and platform for Industry 4.0. In Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (pp. 1-10). <http://dx.doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093910>

» <http://dx.doi.org/10.1109/IEOM.2015.7093910>

ALMEIDA, A. T. (2001). Repair contract decision model through additive utility function. Journal of Quality in Maintenance Engineering, 7(1), 42-48. <http://dx.doi.org/10.1108/13552510110386883>

» <http://dx.doi.org/10.1108/13552510110386883>

BERTOLINI, M., BEVILACQUA, M., BRAGLIA, M., & FROSOLINI, M. (2004). An analytical method for maintenance outsourcing service selection. International Journal of Quality & Reliability Management, 21(7), 772-788. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710410549118>

» <http://dx.doi.org/10.1108/02656710410549118>

CORRÊA, R. F., & DIAS, A. (2014). Desenvolvimento de uma metodologia para manutenção preventiva (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

DIAS, A. (2012). Failure analysis. In G. E. Totten & V. J. Negri. Handbook of hydraulic fluid technology (2. ed., Cap. 12, pp. 461-530). Hoboken: CRC Press

DIAS, A., CALIL, L. F. P., RIGONI, E., SAKURADA, E. Y., OGLIARI, A., & KAGUEIAMA, H. A. (2011). Metodologia para análise de risco: mitigação de perda de SF6 em disjuntores. Florianópolis: Studio S. 304 p.

ESPINOSA FUENTES, F. F. (2006). Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial (Tese de doutorado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FERREIRA, R. J. P. (2010). A preventive maintenance decision model based on multicriteria method PROMETHEE II integrated with Bayesian approach. Journal of Management Mathematics., 21(4), 333-348.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HAYES, R. H., UPTON, D., & PISANO, G. (2008). Produção, estratégia e tecnologia: em busca da vantagem competitiva Porto Alegre: Bookman.

HERMANN, M., PENTEK, T., & OTTO, B. (2016). Design principles for Industrie 4.0 scenarios. In Proceedings of the 49th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 3928-3937). USA: IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>

» <http://dx.doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>

KUMAMOTO, H., & HENLEY, E. J. (1996). Probabilistic risk assessment and management for engineers and scientists. New York: IEEE Press.

SELLITTO, M. A. (2005). Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. Revista Produção, 15(1), 44-59. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132005000100005>

» <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132005000100005>

SOUZA, V. C. (2009). Organização e gerência da manutenção (3. ed.). São Paulo: All Print Editor.

SCHWAB, K. (2016). The fourth industrial revolution USA: World Economic Forum.

WILLIAN, J. (2013). PALM III: introdução ao MATLAB para engenheiros (3. ed.). São Paulo: McGraw Hill.

APÊNDICE A – PLANO DE MANUTENÇÃO

PLANO DE MANUTENÇÃO

Calendário de ações

Diário	Inserir horário da manutenção						1	2	3	4	5	6	7
	Área	Máquina	Linha	Componente	Atividade	Materiais Necessários							
	SMT	Chip Shooter	SMT01	Câmera	Limpar impurezas na lente externa da câmera	Lenço e álcool isopropílico	7h	7h	7h	7h	7h	7h	7h
	SMT	Screen Printer	SMT01	Sensores	Calibrar sensores	-	10h	10h	10h	10h	10h	10h	10h
	SMT	AOI	SMT01	Motor de esteira	Substituição a lubrificação do eixo móvel	Lubrificante de graxa	12h	12h	12h	12h	12h	12h	12h

Semanal	Inserir dia da semana e hora p/ manutenção					Semana 1						
Área	Máquina	Linha	Componente	Atividade	Materiais Necessários	seg1	ter1	qua1	qui1	sex1	sab1	dom1
Sala dos Servidores	Split	SMT01	Filtro de ar	Realizar a remoção das impurezas	Sabão neutro, esponja e lenco para secagem						18h	

[illegible]

APÊNDICE B – MODELO DE ORDEM DE SERVIÇO (OS)

XXXXX Eletronics

Av. xxxxx, N° xxxx

Manaus-AM

(xx) 9999-9999

Ordem de Serviço

Número da OS	152				
Data da OS	21/11/2022	Hora início	11:00:00	Hora fim	12:00:00

Autorização

Autorizado por		Assinatura	
----------------	--	------------	--

Manutenção

Área para reparo	SMT
Máquina	Chip Shooter
Componente alvo	Feeder

Descrição do Trabalho

Verificar existência de folgas nos parafusos e efetuar ajustes caso positivo (8, 16, 24, 32, 44, 56)



Comentários

(Caso o técnico encontre alguma anormalidade deve informar aqui, pois potencialmente será um custo adicional)

Controle de gastos

Materiais utilizados	Quantidade	Preço unitário	Montante
Chave de fenda		-	
		-	
		-	
Total			R\$ -

OS realizada por

Subtotal R\$ -

Gastos adicionais (eventualidades)

Total R\$ -

Responsável da Área

Assinatura

Data de aprovação