

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA NO SETOR DE SOLDA EM UMA EMPRESA METALMECÂNICA

PROPOSAL FOR IMPLEMENTATION OF A PREVENTIVE MAINTENANCE PLAN FOR THE WELDING DEPARTMENT OF A METAL-MECHANICAL COMPANY.

MARCELO TAMAOKI FIGUEIREDO

ANDERSON LACERDA RODRIGUES

Resumo

O presente artigo foi desenvolvido a fim de elaborar e propor um plano de manutenção preventiva para a área mais crítica da organização em estudo: o setor de solda. No cenário em que a indústria está inserida nos dias de hoje, uma gestão de manutenção eficiente se faz necessária, para que se mantenha um alto índice de confiabilidade das máquinas, diminuindo o número de paradas inesperadas. O trabalho se fundamentou em uma literatura consolidada sobre o assunto, utilizando diversos autores como fonte. O resultado do estudo foi um plano de manutenção preventiva completo, pronto para a implantação, com a elaboração de formulários e também processos a serem seguidos que irão garantir uma correta gestão da manutenção dos equipamentos e uma constante revisão do material elaborado utilizando a metodologia de melhoria contínua.

Palavras-chave: *manutenção preventiva; solda robótica; FMEA.*

Abstract

This article aimed to prepare and propose a preventive maintenance plan for the most critical department of the organization at stake: the welding department. In the scenario in which the plant is inserted nowadays, an efficient maintenance management is necessary for great reliability of the machines, reducing the number of unexpected breakages. The work was based on a consolidated literature on this subject, using several authors as source. The result of the study was a complete preventive maintenance plan, ready for implementation, with forms and proceedings to be complied with, which shall ensure correct maintenance management of the equipment and regular review of the material prepared using the continuous improvement methodology.

Key-words: *preventive maintenance; robotic welding; FMEA.*

1. Introdução

O cenário globalizado e competitivo em que o mercado brasileiro está inserido, tem feito com que empresas busquem cada vez mais o aperfeiçoamento de seus processos produtivos, cientes de que o total domínio e entendimento de suas ações produtivas é essencial para a busca da

excelência em suas operações. Independente da área de atuação, um gerenciamento efetivo da produção é necessário para que uma organização manufatureira consiga se situar e enxergar de forma eficaz sua linha produtiva.

O desenvolvimento de tecnologias inovadoras na área de sistemas produtivos, tem causado um crescimento exponencial no nível de automação dentro de empresas que procuram sempre estar aprimorando o seu processo produtivo para se manterem competitivas no mercado. Juntamente, a manutenção tem tido sua importância cada vez mais evidenciada, quando bem aplicada, acaba se tornando um dos principais setores. Capaz de gerenciar esta complexidade organizacional, ela garante que objetivos e metas sejam alcançados, tendo dessa forma um papel fundamental dentro da gestão estratégica empresarial.

Para que se consiga este gerenciamento industrial efetivo, é necessário um sólido programa de gestão da manutenção, o qual irá estruturar e traçar métodos de aplicação das tarefas que serão aplicadas, permitindo dessa forma que os equipamentos consigam atingir níveis de excelência em termos de confiabilidade e disponibilidade. Para Lafraia (2001), a confiabilidade está diretamente ligada à confiança que se tem em um produto, equipamento ou sistema, ou seja, a probabilidade de que estes exerçam suas respectivas funções sem falhas, por um determinado período de tempo previsto, sob condições específicas predeterminadas.

Neste cenário, onde a manutenção se impõe como algo fundamental dentro das organizações, a manutenção preventiva está presente como um dos principais pilares de uma eficiente gestão da manutenção. Segundo Branco Filho (2006), a manutenção preventiva se trata de uma intervenção planejada, realizada em equipamentos que ainda estão em funcionamento, que estejam com as condições operacionais dentro de suas especificações.

Seguindo bibliografias e informações coletadas com os atuais responsáveis pela manutenção na empresa estudada, será elaborado um plano de manutenção preventiva, o qual irá conter modelos de ordem de serviços, calendário de manutenção, métodos padronizados para a execução dos procedimentos, entre outros que servirão de base para que a equipe de manutenção tenha um sistema de controle efetivo da manutenção.

1.1 Justificativa

Apesar dos avanços tecnológicos, nas áreas de comunicação, informação e automação, a manutenção ainda é uma prática não consolidada. Sua utilidade se mostra mais nítida em indústrias manufatureiras, as quais são caracterizadas por produzirem bens tangíveis.

As organizações são dependentes de suas máquinas e equipamentos, que garantem sua produção. E estes são cada vez mais dependentes de uma manutenção eficiente e adequada conforme sua necessidade, devido à evolução tecnológica, a complexidade deles tem aumentado cada vez mais (NEPOMUCENO, 1999).

Atualmente, a empresa em estudo possui apenas um plano de manutenção corretiva, o qual, de acordo com Lافraia (2001), inclui todas as ações necessárias para que um sistema saia do estado falho e volte ao seu estado operacional, voltando a estar disponível para produção. Esta ação corretiva não pode ser planejada, ocorrendo normalmente quando não se deseja, causando dessa forma tempos de parada em que o equipamento passa a ser improdutivo.

Paradas não planejadas geram custos não esperados, a quebra pode ocorrer em uma peça que a empresa não possui no seu estoque de reposição, gerando dessa forma um alto custo inesperado, devido ao total de dias que o equipamento em questão ficará sem produzir, além do valor do item que será repostado.

1.2 Definição e delimitação do problema

O presente estudo será realizado em uma empresa de média porte do setor metal-mecânico, produtora de componentes automotivos para linha pesada, situada na cidade de Sarandi-PR, estando a mais de 10 anos no mercado.

A diretoria e o corpo gerencial, cientes da importância e da falta que tem feito uma forte gestão da manutenção interna que organizasse suas ações e lhe servisse como um forte pilar de apoio para o atingimento de suas metas e objetivos, passou a realizar um forte investimento em um setor de manutenção recém-nascido.

Este trabalho pretende elaborar e apresentar um plano de manutenção preventiva, que se mostra necessário, em um momento onde a única manutenção realizada hoje se trata da corretiva, como já dito anteriormente, e que servirá de base para que o setor de manutenção consiga garantir um maior nível de confiabilidade e disponibilidade das máquinas e equipamentos da organização.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é elaborar e propor um plano de manutenção preventiva para o setor de solda da empresa em questão, utilizando métodos já consolidados e também as melhores práticas utilizadas atualmente.

1.3.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são compostos por:

- Fazer a identificação, junto à equipe de manutenção, de pontos cruciais dos equipamentos, utilizando também o histórico de manutenção corretiva que estes tem recebido ao longo do tempo;
- Fazer uso de ferramentas, como o FMEA, ferramenta de análise de risco, para focar o plano nos pontos cruciais da máquina;
- Elaborar planos, folhas de controle, calendário de manutenção e instruções para a execução;
- Propor um plano completo de manutenção preventiva para o setor em questão;
- Estruturar um ciclo PDCA, ferramenta de melhoria contínua, para o aperfeiçoamento do plano de manutenção.

2. Revisão bibliográfica

2.1 O conceito da manutenção

A manutenção trata-se de toda ação realizada em uma ferramenta, equipamento, conjunto de peças e componentes, entre outros, mantendo-os ou restaurando, com o objetivo de que este permaneça em estado de operação ou volta à sua função ideal, portanto, às condições para o qual fora projetado (BLACK, 1991).

Já Tavares (1999), considera que toda ação necessária para manter um item conservado, ou que sirva para restaura-lo ao seu estado ideal em condições específicas, é considerado uma manutenção. Mirshawka (1991) complementa que tais ações garantem funções, qualidade, custos, e vida útil adequados aos equipamentos que passam por manutenções.

2.2 Histórico da manutenção

Antes da revolução industrial a manutenção era praticamente inexistente dentro das fábricas, devido ao fato de que a produção era artesanal, feita sob encomenda, sem máquinas e equipamentos. Com a inovação das máquinas a vapor, começaram a surgir os técnicos responsáveis pela função da manutenção, a qual se resumia a apenas reparar equipamentos, menos complexos e superdimensionados, após as falhas já terem ocorrido (SIQUEIRA, 2005).

De acordo com Pinto e Xavier (2001), podemos dividir a evolução da manutenção em 3 gerações, as quais estão descritas abaixo:

a) A primeira geração (antes de 1940)

A primeira geração é relacionada ao período anterior à segunda guerra mundial, com uma indústria pouco mecanizada, esta é caracterizada pelos maquinários simples e superdimensionados. Nesta época a manutenção que se realizava era sempre corretiva, realizando consertos após as falhas acontecerem.

b) A segunda geração (1940 a 1970)

Esta geração se inicia com a segunda guerra mundial e segue até o início da década de 70. Uma época onde a manutenção passa a ser mais requisitada dentro fábricas. Em busca de uma maior produtividade, torna-se necessário buscar melhores índices de disponibilidade e confiabilidade. Nasceu nesta fase o conceito de manutenção preventiva, por se tornar evidente que as falhas e quebras dos equipamentos poderiam ser evitadas.

c) A terceira geração (após 1970)

Na terceira e atual geração passou-se a haver a interação das fases de implantação de um sistema, interligando projeto, fabricação, instalação e manutenção. Pontos que antes não eram levados em conta, agora passam a receber a devida importância, como por exemplo a monitoração de condição, análise de riscos e a relação custo – benefício das ações tomadas.

2.3 Tipos de manutenção

Lafraia (2001) diz que a manutenção pode ser classificada basicamente como manutenção corretiva e manutenção preventiva. Ambas recebem um melhor detalhamento abaixo.

2.3.1 Manutenção corretiva

“Manutenção corretiva: manutenção efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida” (ABNT-NBR-5462-1994).

Este se trata de um termo amplamente conhecido no ramo industrial, referente à forma mais comum de conserto de um equipamento com problema. Caracteriza-se pelo reparo que ocorre após a falha ter acontecido, ficando dependente da disponibilidade de mão-de-obra no momento da quebra e de materiais necessários para o conserto (PEREIRA, 2011). A frequência que a manutenção corretiva ocorre é determinada pela confiabilidade do equipamento, não há formas de se planejar e normalmente acontece quando não se deseja, completa Lafraia (2001).

2.3.2 Manutenção preventiva

“Manutenção preventiva: manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento do item” (ABNT-NBR-5462-1994).

De acordo com Pereira (2011), este tipo de manutenção surgiu por volta da década de 30, na indústria aeronáutica. Em busca de se conseguir uma maior disponibilidade e confiabilidade dos ativos empresariais. Procurava-se mantê-los em pleno funcionamento para manter um alto nível de competitividade no mercado.

A preventiva busca reter o sistema ou máquina em seu estado operacional, ou disponível, com a prevenção de ocorrência de falhas. Isto é realizado através de inspeções, controles e serviços pré-determinados por um plano de controle de manutenção (LAFRAIA, 2001).

2.4 FMEA

O FMEA (Failure Mode and Effects Analysis ou Análise dos Modos e Efeitos de Falha) trata-se de uma técnica de confiabilidade, a qual tem como objetivos reconhecer, analisar e avaliar potenciais falhas que possam surgir em um processo ou projeto, em seguida encontrar ações que possam eliminar ou reduzir a ocorrência destas falhas e por último cria-se um documento que serve para futuras análises de viabilidade para projetos e também serve de base para a criação de planos planejados de manutenção (FOGLIATTO e RIBEIRO, 2009).

Lafraia (2001) complementa que a análise de modos de falhas e efeitos trata-se de uma técnica indutiva, estruturada e lógica, que tem o propósito de identificar e antecipar possíveis causas e efeitos das falhas que podem ocorrer em um sistema. Esta análise tem como resultado uma série

de ações corretivas, as quais são classificadas conforme sua criticidade, servindo para eliminar os modos de falhas. BR 10520).

De acordo com Toledo e Amaral (2006), para se aplicar um FMEA em um determinado produto, é necessário formar um grupo de trabalho multidisciplinar que irá identificar e relacionar todos as possíveis falhas que possam ocorrer no equipamento. Cada falha deverá ter suas possíveis causas e efeitos relacionados e, com o auxílio dos índices de severidade, ocorrência e detecção, avaliar os riscos e definir medidas de melhorias. A seguir estão os valores dos critérios necessários para desenvolvimento do FMEA:

Quadro 1 – Índice de severidade

SEVERIDADE	
Índice	Severidade
1	Mínima
3	Pequena
6	Moderada
8	Alta
10	Muito alta

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006)

Quadro 2 – Índice de ocorrência

OCORRÊNCIA	
Índice	Ocorrência
1	Remota
3	Pequena
6	Moderada
8	Alta
10	Muito alta

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006)

Quadro 3 – Índice de detecção

DETECÇÃO	
Índice	Detecção
1	Muito grande
3	Grande
6	Moderada
8	Pequena
10	Muito pequena

Fonte: Adaptado de Toledo e Amaral (2006)

2.5 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto trata-se de um gráfico de barras verticais, onde as barras são ordenadas de forma decrescente com base nas frequências das ocorrências, além disso, é traçada uma curva que demonstra as porcentagens acumuladas de cada barra (WERKEMA, 1995).

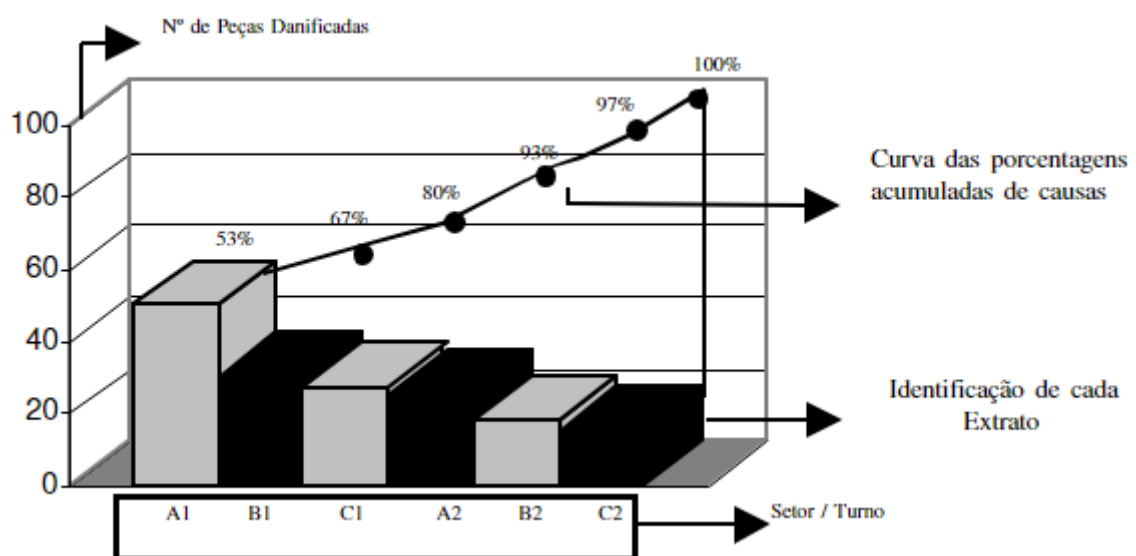
O diagrama de Pareto possibilita uma melhor visualização das causas dos problemas, onde reforça o princípio de Vilfredo Pareto de que os principais efeitos derivam de um pequeno número de causas (OLIVEIRA, 2006).

Entretanto, gráfico de Pareto não é utilizado apenas na identificação de causas de defeitos, Souza (2010) realizou um estudo de caso onde combinou-se o diagrama de Pareto com uma curva ABC para realizar a identificação dos produtos com maior rentabilidade dentro de uma empresa do ramo alimentício. Com esta combinação, foi possível identificar os três produtos com maior rentabilidade que juntos somavam 67% de receita acumulada. Com este estudo, ele propôs melhorias focadas nestes três produtos, tomando decisões estratégicas com base em dados estatísticos.

Portanto, o gráfico ordena a informação de forma que o gestor consiga concentrar esforços, buscando melhorias, possibilitando atacar as principais causas (WERKEMA, 1995).

Segue o exemplo de um gráfico de Pareto:

Figura 1 - Gráfico de Pareto



Fonte: Silva (1995)

2.6 Mapeamento de processos

Segundo Pradella e Kipper (2012), o mapeamento de processos tem como principal objetivo facilitar o entendimento sobre o funcionamento da empresa, buscando padronizar os processos para que seja possível buscar melhorias no futuro.

O mapeamento de processos detalha a relação existente entre eles, detalhando os procedimentos, suas ações e condições (SLACK et al., 2009).

Villela (2000) ressalta que o mapeamento de processos tem um papel essencial de questionar os procedimentos existentes, gerando um espaço propício para a busca por melhorias e otimização dos serviços.

2.7 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA trata-se de um método gerencial de processos ou de sistemas, focado na melhoria contínua. O ciclo serve de guia para que as metas atribuídas do projeto, sejam atingidas (CAMPOS, 1992). As quatro fases do PDCA são descritas por Campos (1992) da seguinte maneira:

- Planejar (*Plan*) – Definir metas a serem atingidas e o caminho, método que será utilizado para se alcançar tais metas;
- Executar (*Do*) – Realização das tarefas conforme planejado anteriormente e o levantamento de dados que servirá para a próxima etapa;
- Verificar (*Check*) – Análise dos dados coletados, comparando-se a realidade com o ideal que fora planejado no início do projeto;
- Agir (*Action*) – Etapa em que se realiza as ações corretivas, definidas de acordo com a análise dos dados, buscando a melhoria do processo.

A aplicação contínua do PDCA possibilita uma redução de custos e o aumento da produtividade e eficiência dos processos de uma empresa (CTE,1994).

3. Metodologia

De acordo com Fonseca (2002), a metodologia é o estudo dos caminhos e instrumentos necessários que serão percorridos para se realizar uma pesquisa ou estudo, ou também para se fazer ciência.

Para Gil (2007), realiza-se a classificação de pesquisas com base em seus objetivos gerais, possibilitando uma maior aproximação conceitual. Mas continua necessário um modelo operativo da pesquisa, confrontando assim os dados da realidade com a visão teórica.

O presente estudo se classifica como uma pesquisa exploratória, a qual, segundo Gil (2007, p. 41), “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses.” Em relação ao desenvolvimento da análise, esta terá sua natureza de caráter qualitativo, fundamentada em um estudo de caso sobre a empresa estudada, o qual, ainda segundo o autor, trata-se de um estudo profundo e exaustivo de um ou mais objetos, possibilitando um amplo e detalhado conhecimento sobre o item em estudo.

O trabalho se baseará na metodologia sugerida por Pereira (2011), esta possui quatro etapas, as quais estão citadas e descritas abaixo:

a) Classificação dos ativos

Identificar e classificar os ativos da organização que estarão no estudo, etapa primordial para a tomada de decisão de implantar ou não um sistema preventivo, e em quais ativos implantar;

b) Criação dos formulários e instruções para a execução

Serão coletadas todas as informações possíveis sobre o equipamento, e com elas, será elaborado o plano com tarefas preventivas e suas respectivas frequências. É preciso fazer o uso de ferramentas para auxiliar na definição dos pontos que mais necessitam estar no plano de manutenção.

A ferramenta de análise FMEA servirá de apoio para a definição de pontos que necessitem de uma maior atenção dentro do plano preventivo. Analisando potenciais falhas que possam ocorrer nos equipamentos e auxiliando na definição de ações que passarão a serem aplicadas, em busca de eliminar ou reduzir as chances de ocorrência;

c) Definição dos itens de controle para monitorar o desempenho

Nesta etapa se criará os controles de desempenho, que servirão de base para um monitoramento das atividades do departamento. Disponibilidade dos ativos, custo de manutenção preventiva e percentual de manutenção corretiva, são alguns itens que podem passar a ser controlados e mensurados pelo departamento de manutenção;

d) Criação do Plano de Manutenção Preventiva

Após as fases anteriores, será elaborado o plano de manutenção preventiva, com relatórios diversos e novos processos a serem seguidos. É importante se que crie um plano enxuto, buscando definir tarefas com a maior eficiência que se consiga alcançar.

4. A empresa

No mercado a mais de 15 anos, a empresa estudada está localizada na cidade de Sarandi, do estado do Paraná. Produzindo peças automotivas para a linha pesada, se encontra bem conceituada no ramo metal-mecânico, o qual está inserida, atingindo vendas a níveis nacionais.

Tem como objetivo ser a solução em desenvolvimento e produção de peças automotivas de linha pesada, com eficiência, qualidade e tecnologia. Buscando sempre atender os seus clientes de forma ágil e eficaz.

A unidade produtiva é formada pelos setores de corte, dobra, usinagem, forjaria, injeção de borracha e solda. Possuindo um alto nível de tecnologia em seus equipamentos, conta com torno CNC, centros de usinagem, corte a laser e solda robótica.

O apêndice A se trata do layout do setor de solda, o plano de manutenção preventiva será elaborado para as máquinas de solda manual e solda robótica. Atualmente o setor possui oito soldadores e seis células de solda robótica.

4.1 Descrição dos maquinários

A seguir serão apresentados os maquinários que compõe o setor de solda e são objeto de estudo deste trabalho:

4.1.1 Célula de solda robótica

O maquinário em estudo é responsável por realizar a soldagem do produto em sua última etapa de produção, mantendo um alto nível de repetibilidade e qualidade do produto. Uma vez programada, o robô repete os movimentos com um grande nível de precisão e qualidade de acabamento dos produtos. O equipamento recebe o nome de célula pois é formado por diversos componentes, sendo alguns deles: máquina de solda, unidade de refrigeração, unidade de limpeza e o robô. Devido ao seu alto nível de precisão e repetibilidade, a responsabilidade do produto final recai sobre o gabarito de fixação, onde a peça que será produzida é montada pelo operador, para que possa ser soldada. Um dos componentes da célula, a mesa H, possui dois

lados, e permite que o operador possa realizar a troca da peça mesmo com a máquina trabalhando. O equipamento está ilustrado nas Figuras 2 e 3 a seguir:

Figura 2 - Célula de solda Robótica



Fonte: Autorial própria (2017)

Figura 3 – Célula de solda Robótica



Fonte: Autorial própria (2017)

4.1.2 Máquina de solda manual

O segundo maquinário em estudo se trata de uma máquina de solda manual que realiza soldagens do tipo MIG/MAG, este tipo de solda é caracterizado por realizar o processo por arco elétrico utilizando um gás de proteção. A empresa utiliza soldadores manuais para a produção

de lotes pequenos, por não possuírem uma demanda suficiente para serem produzidos nas células robóticas. O equipamento está ilustrado na Figura 4 a seguir.

Figura4– Máquina de solda manual



Fonte: www.bambozzi.com.br

5. Desenvolvimento

5.1 Manutenção corretiva

Por mais eficaz que seja uma gestão de manutenção, uma organização não consegue se livrar totalmente das manutenções corretivas. Caso ocorram, estas devem ser devidamente efetuadas e registradas para que sirvam de base para futuros planos preventivos, e também para revisões dos planos criados neste estudo.

O relatório de manutenção corretiva, conforme apêndice B, foi elaborado pensando no detalhamento da ação corretiva a ser executada. Neste documento, o mantenedor irá informar primeiramente se a ocorrência se trata de uma ação programada ou não. Seguindo o checklist preventivo, o mantenedor poderá identificar uma peça defeituosa que precisa ser substituída, ou que algum componente esteja demonstrando baixa performance, caso isso ocorra, a ação será uma ação corretiva programada. Uma ação corretiva comum será quando alguma quebra ocorrer eventualmente, fora de uma ação preventiva.

Neste relatório também deve ser descrito detalhadamente a ocorrência, as ações necessárias para solução e, conforme forem sendo efetuadas, as ações realizadas. Caso o técnico que iniciou

a ocorrência não consiga finalizá-la devido ao fim do seu turno, este deverá preencher as pendências no campo apropriado, para que o próximo mantenedor consiga finalizar a manutenção.

Cada ação efetuada, que possa ser detalhada, deverá ter seu tempo de início e término registrado, assim como o tempo de início e fim de toda a ocorrência corretiva. Estas informações servirão de base para que seja calculado o custo da operação, dado importante que servirá de apoio para a revisão do plano preventivo.

Por fim, esta ficha de manutenção corretiva será arquivada juntamente com o manual da máquina, facilitando sua consulta quando for necessária.

5.2 Definição dos pontos de manutenção

Para definição dos pontos que estarão dentro do plano de manutenção, foi necessário passar por três etapas. A primeira delas foi a pesquisa dos possíveis erros, falhas e quebras que possam ocorrer nos equipamentos, e os pontos em que estas podem ocorrer. Para tal definição, foram consultadas as empresas fabricantes dos equipamentos e também fez-se uso do histórico de manutenções corretivas que a empresa possui, relativo às máquinas em questão.

Abaixo estão relacionados os possíveis pontos que possam ocorrer quebras ou falhas da célula de solda robótica:

- Máquina de solda
- Unidade de refrigeração
- Pilhas do robô
- Unidade de tratamento de ar
- Pinos de encavilhamento
- Unidade de limpeza
- Controle TP
- Mangueira de gás
- Alimentador de arame
- Sensor de segurança
- Unidade condutora
- Dispositivos de emergência

- Roda de coroa
- Pistão pneumático
- Cabeamentos internos
- Eixos de movimentação do robô
- Tocha de solda
- Guias lineares
- Aterramento
- Tensão e corrente de entrada

Abaixo estão relacionados os possíveis pontos que possam ocorrer quebras ou falhas da máquina de solda manual:

- Mangueira de gás
- Alimentador de arame
- Conduíte de arame
- Tensão e corrente de entrada
- Aterramento
- Cabos elétricos
- Tocha
- Motor de refrigeração
- Bloco de ligação
- Transformador
- Válvula solenoide de gás

A segunda etapa do processo foi classificar os pontos, para isso, utilizou-se a ferramenta de análise FMEA, elaborada por uma equipe multidisciplinar formada por engenheiros, técnicos e operadores dos maquinários, dessa forma, foi possível definir uma taxa de risco para cada ponto de falha possível, deixando claro os pontos que necessitam de uma maior atenção do setor de manutenção. Os FMEAs elaborados estão nos apêndices C e D.

Abaixo estão organizados os pontos de falhas dos dois equipamentos, classificando-os em ordem decrescente de acordo com a taxa de risco que fora calculada em seus respectivos FMEAs:

Tabela 1 - Componentes da célula robótica classificados de acordo com a taxa de risco

Componente	Taxa de Risco (RPN)	Percentual
Unidade de limpeza	384	8,09%
Mangueira de gás	384	8,09%
Alimentador de arame	384	8,09%
Unidade condutora	384	8,09%
Tocha de solda	384	8,09%
Unidade de refrigeração	360	7,59%
Sensor de segurança	360	7,59%
Pinos de encavilhamento	288	6,07%
Roda de coroa	288	6,07%
Aterramento	288	6,07%
Eixos de movimentação do robô	216	4,55%
Máquina de solda	180	3,79%
Dispositivos de emergência	180	3,79%
Pilhas do robô	144	3,03%
Controle TP	144	3,03%
Tensão e corrente de entrada	144	3,03%
Unidade de tratamento de ar	108	2,28%
Guias lineares	72	1,52%
Cabeamentos internos	54	1,14%
Pistão pneumático	9	0,19%
Total	4746	100%

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 2 - Componentes da máquina de solda manual classificados de acordo com a taxa de risco

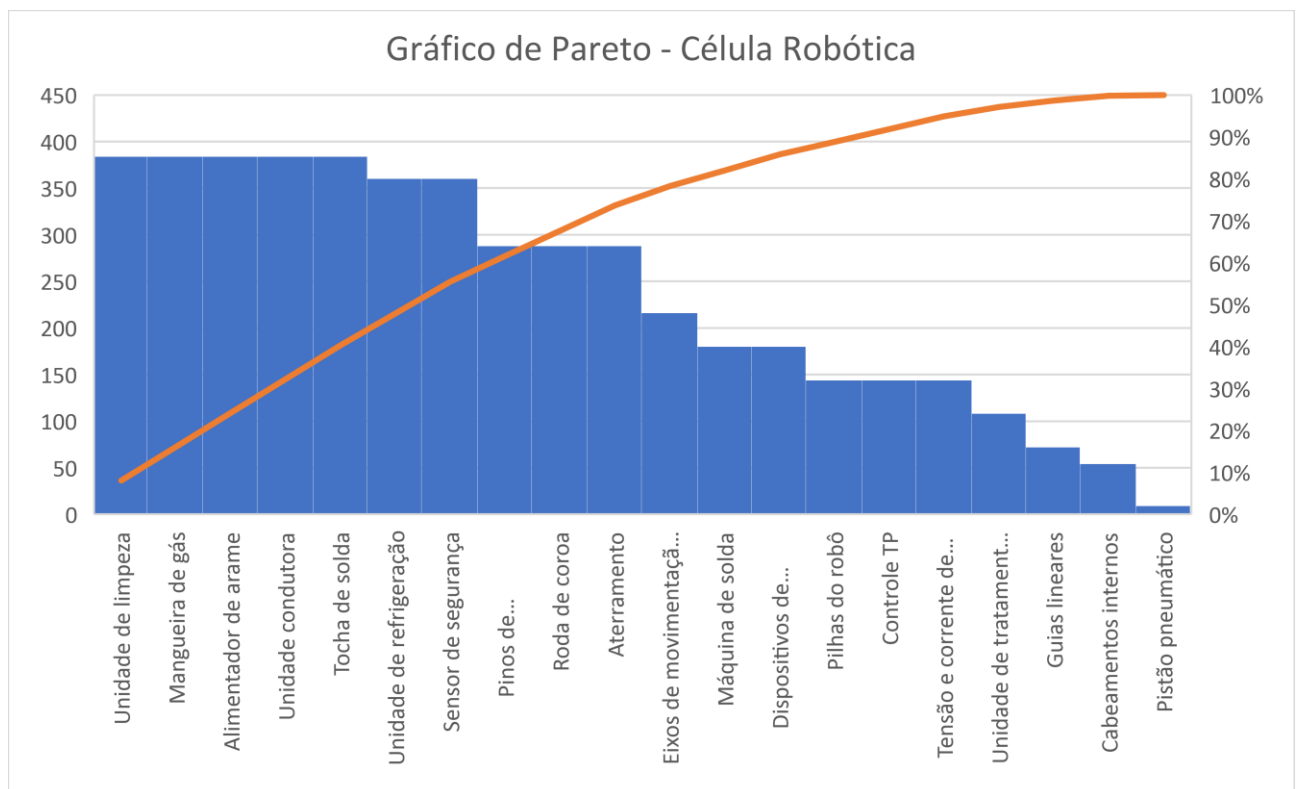
Componente	Taxa de Risco (RPN)	Percentual
Motor de refrigeração	512	22,20%
Mangueira de gás	384	16,65%
Alimentador de arame	384	16,65%
Aterramento	288	12,49%
Bloco de ligação	288	12,49%
Válvula solenoide de gás	192	8,33%
Tocha de solda	108	4,68%
Transformador	72	3,12%
Cabos elétricos	54	2,34%
Conduíte de arame	24	1,04%
Total	2306	100%

Fonte: Autoria própria (2017)

Por fim, para se definir a quantidade de pontos a serem inseridos no plano de manutenção preventiva das respectivas máquinas, utilizou-se a ferramenta da qualidade diagrama de Pareto. Seguindo o exemplo do estudo de caso de Souza (2010), onde este utiliza a ferramenta de uma forma diferente da casual, utilizou-se os valores de taxa de risco que foram definidos pela ferramenta FMEA para se elaborar os gráficos.

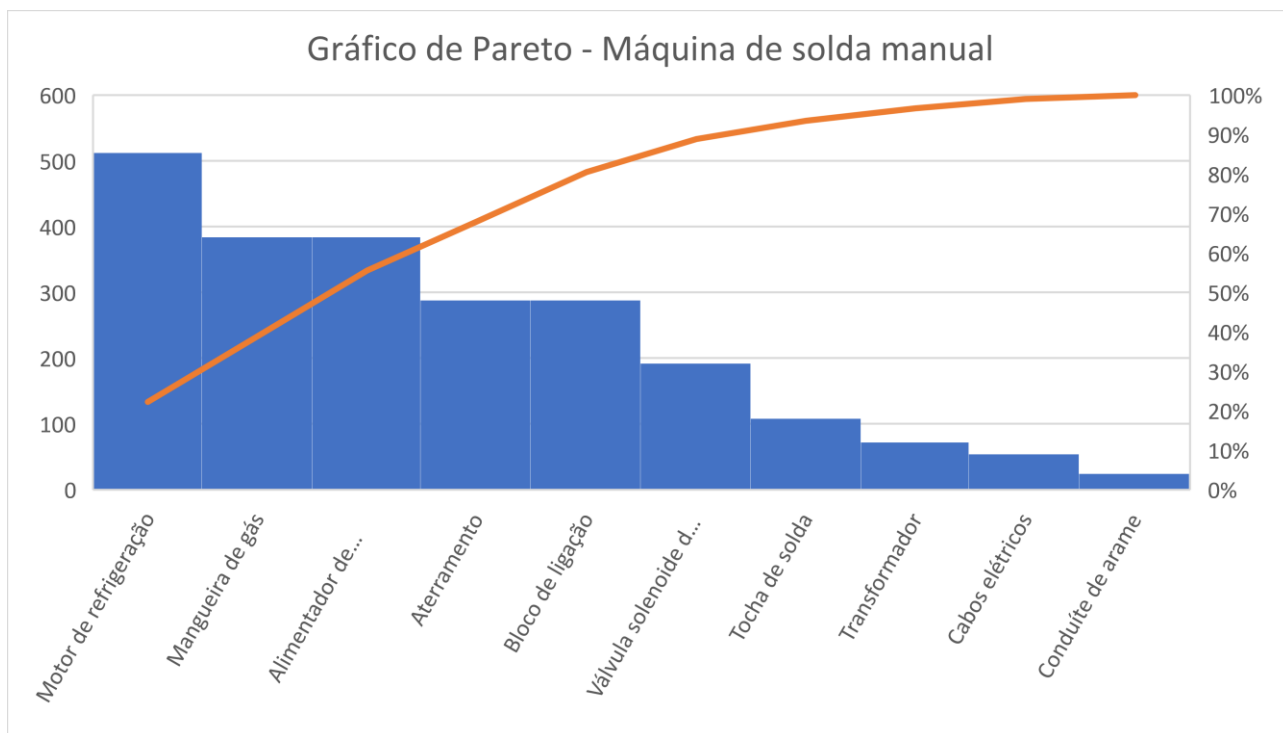
A seguir estão as Figuras 5 e 6, referentes aos gráficos de Pareto de cada maquinário.

Figura 5 - Gráfico de Pareto da célula robótica



Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 6 - Gráfico de Pareto da máquina de solda manual



Fonte: Autoria própria (2017)

Buscando atingir uma alta taxa de eficiência com a implantação do plano de manutenção, estabeleceu-se que 80% da taxa de risco total seria um valor ideal para definir os pontos que estarão dentro do plano preventivo.

Portanto, com o auxílio das ferramentas FMEA e diagrama de Pareto, definiu-se os pontos que serão inspecionados pela manutenção preventiva, os pontos estão dispostos nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3–Definição dos pontos de manutenção preventiva da célula robótica

Componente	Percentual
Unidade de limpeza	8,09%
Mangueira de gás	8,09%
Alimentador de arame	8,09%
Unidade condutora	8,09%
Tocha de solda	8,09%
Unidade de refrigeração	7,59%
Sensor de segurança	7,59%
Pinos de encavilhamento	6,07%
Roda de coroa	6,07%
Aterramento	6,07%
Eixos de movimentação do robô	4,55%
Máquina de solda	3,79%
Total	82,17%

Fonte: Autoria própria (2017)

Tabela 4 – Definição dos pontos de manutenção preventiva da máquina de solda manual

Componente	Percentual
Motor de refrigeração	22,20%
Mangueira de gás	16,65%
Alimentador de arame	16,65%
Aterramento	12,49%
Bloco de ligação	12,49%
Total	80,49%

Fonte: Autoria própria (2017)

5.3 Ficha de manutenção preventiva

Após definidos os pontos que estarão dentro do plano preventivo, elaborou-se uma ficha de manutenção preventiva para cada equipamento, que servirá de guia para o mantenedor, conforme apêndices E e F.

Este documento ficará anexado ao manual da máquina, dessa forma, com o passar do tempo, a própria ficha de manutenção se tornará um histórico das manutenções realizadas naquela máquina. Isto porque a ficha foi elaborada em formato de checklist, onde, a cada serviço executado, o técnico marcará no campo um caractere informando que a ação fora realizada. Um “X” indicará que a ação foi executada corretamente, e que não houve nenhuma ocorrência que devesse ser registrada. Caso o mantenedor encontre alguma divergência no equipamento, sendo necessário realizar a troca de algum componente do mesmo, o campo será marcado com um “?” e um relatório de manutenção corretiva deverá ser elaborado e posteriormente anexado junto ao manual do equipamento.

No documento, as ações foram organizadas de acordo com sua frequência: Semanal, mensal ou trimestral. Portanto, os períodos de tempo também estão organizados dessa forma, contendo números de um a quatro em cada mês, referente ao número de semanas.

Cada ponto de manutenção possui uma sequência de serviços a serem executados, os quais o mantenedor deve seguir, na frente destes está constando em qual estado a máquina deve estar no momento da manutenção: desligada, ligada ou operando.

No caso da célula de solda robótica, algumas ações necessitam do auxílio de um programador da máquina, estas ações estão identificadas com um “*”.

5.4 Calendário de manutenção

Para auxiliar o setor a realizar todas as manutenções dentro dos tempos estipulados, e também para se otimizar o serviço com a delegação de tarefas, elaborou-se uma ficha denominada calendário de manutenção, conforme apêndice G.

O calendário de manutenção ficará exposto na parede do setor, em um lugar com fácil acesso e boa visibilidade. Nele estará contido todos os postos de trabalho que possuem plano de manutenção preventiva.

Os períodos de tempo englobam um trimestre, e estão divididos também em meses e dias. Buscando a otimização do serviço, o calendário delega as atividades a serem realizadas, indicando quem efetuará a manutenção. Atualmente, o setor de manutenção da empresa possui três técnicos mantenedores, ambos realizam serviços gerais, porém um deles possui maior conhecimento em assuntos elétricos. Dessa forma, o calendário indica qual técnico realizará a manutenção naquele dia, e em qual equipamento.

Utilizando uma legenda por cores, está detalhado se a manutenção a ser realizada se trata da semanal, mensal ou trimestral. Os serviços preventivos executados trimestralmente requerem que o equipamento em questão permaneça inoperante por um longo tempo, portanto, estas ações serão executadas aos sábados, dia em que não se trabalha na empresa.

O calendário de manutenção deve ser atualizado pelo gestor a cada trimestre, atualizando os meses e dias, pensando sempre na otimização dos serviços.

5.5 Melhoria contínua

Com o passar do tempo, a implantação de um plano de manutenção preventiva em uma empresa, irá gerar uma grande quantidade de dados, como o número de ocorrências corretivas, o número de quebras que ocorreram, e o custo que se teve com a manutenção do equipamento por exemplo.

Em decorrência dessa situação, surge a oportunidade de se buscar a melhoria contínua dos planos de manutenção preventiva elaborados neste estudo. Dentro do período de um ano, o setor de manutenção ficará responsável por realizar um ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act*), as etapas do ciclo serão seguidas da seguinte maneira:

- Planejar: A fase do planejamento será a responsável por elaborar a ficha de manutenção preventiva. Nesta está contida os pontos que fazem parte do plano de manutenção e suas

frequências, de acordo com os registros do ano anterior, pontos podem ser adicionados ou removidos, e frequências podem ser aumentadas ou diminuídas, como por exemplo uma checagem semanal passar a ser analisada mensalmente;

- Executar: Esta etapa será a execução do plano preventivo. Com o decorrer do tempo, as checagens serão efetuadas e, caso ocorra divergências, fichas de manutenção corretiva serão elaboradas, se transformando em dados para futuras revisões;

- Verificar: A verificação será a análise dos dados coletados durante toda a execução do plano preventivo, a quantidade de ocorrências corretivas, a quantidade de peças que precisaram ser trocadas, e os custos das ações tomadas, todas essas situações servirão para a revisão do plano de manutenção;

- Agir: Será nesta etapa final que se fará a revisão completa do plano de manutenção preventiva. Após analisar os dados coletados durante o ano, o gestor de manutenção fará as alterações necessárias para que o plano seja aperfeiçoado cada vez mais, seja adicionando pontos que precisam de uma checagem preventiva, ou a alteração dos intervalos de tempos dos itens já inseridos anteriormente.

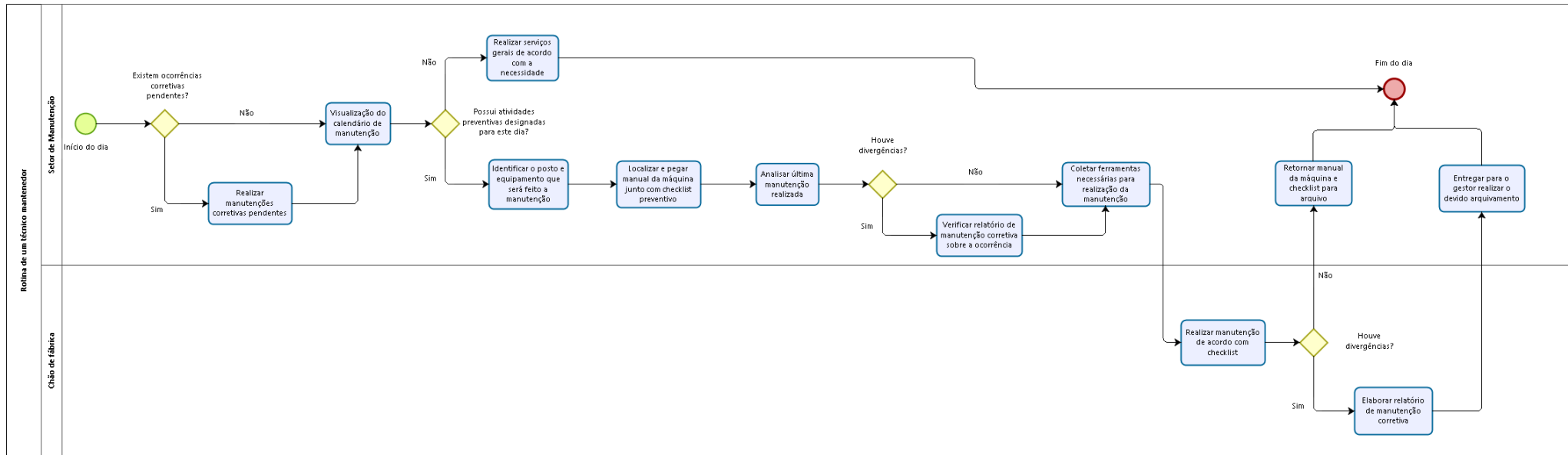
A realização do ciclo PDCA realizada anualmente sobre os planos de manutenção preventiva, acarretará na melhoria contínua dos mesmos, buscando sempre a otimização dos processos.

5.6 Fluxograma dos processos

Para facilitar o entendimento dos processos que foram criados dentro deste estudo, elaborou-se dois fluxogramas, mapeando os processos de forma sequencial. Utilizou-se o *software Bizagi Modeler* para a confecção.

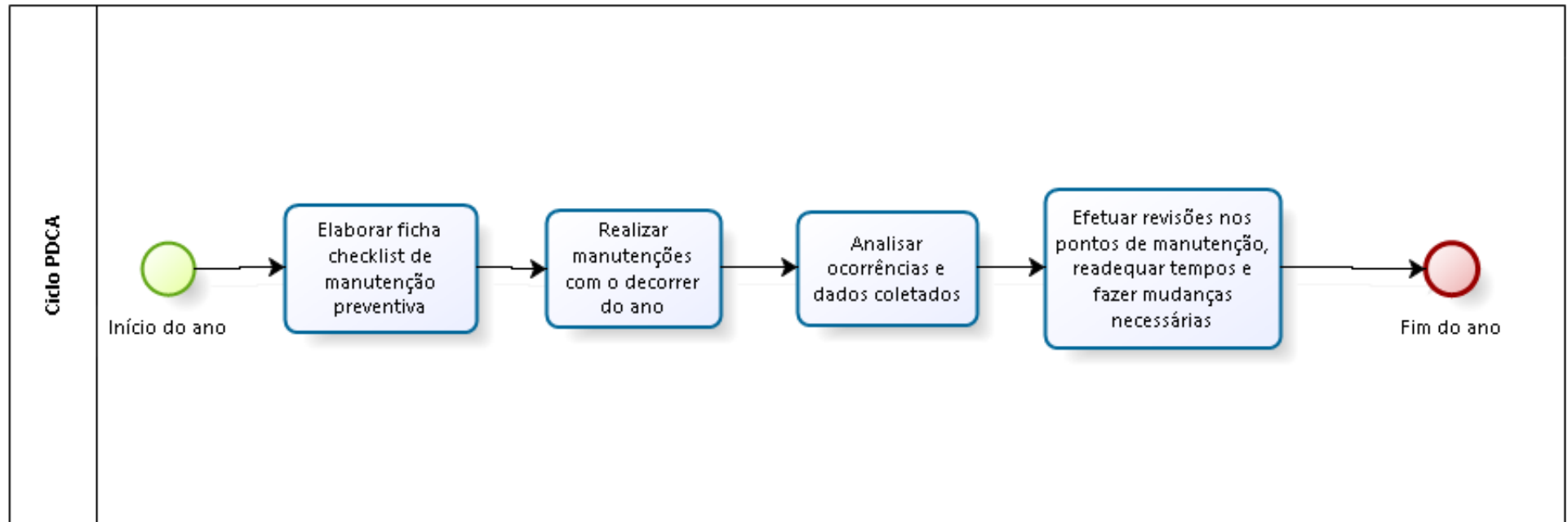
O primeiro fluxograma trata-se do processo da rotina do técnico mantenedor, e o segundo descreve o ciclo PDCA de melhoria contínua, conforme figuras 7 e 8.

Figura 7 - Fluxograma de rotina



Fonte: Autoria própria (2017)

Figura 8 - Fluxograma do ciclo PDCA



Fonte: Autoria própria (2017)

6. Conclusão

Este trabalho iniciou-se com o propósito de se elaborar um plano de manutenção preventiva para uma célula de solda robótica e uma máquina de solda manual, analisando suas operações, possíveis falhas, prováveis pontos de quebra, e utilizando como base um estudo bibliográfico sobre o assunto. Juntamente com o corpo de técnicos e gestores da organização ligados à manutenção, concretizou-se o trabalho com a elaboração de documentos como a ficha check-list de manutenção preventiva e o calendário de manutenção, concebendo um plano pronto para a implantação na organização.

Juntamente com uma série de relatórios e documentos, o trabalho elaborou uma rotina de processos para o setor de manutenção, com a intenção de que os colaboradores sigam o fluxo criado, facilitando assim a implantação da manutenção preventiva dentro da empresa.

A implantação do plano preventivo irá otimizar a detecção de falhas e possíveis quebras dos equipamentos. Com isto, o índice de risco calculado pela ferramenta FMEA, tende a diminuir, dessa forma se faz necessário a constante revisão do plano. O ciclo de melhoria contínua PDCA, se realizado corretamente, servirá de base para a atualização do plano preventivo, com isto, possíveis pontos de quebra da máquina que ficaram fora da análise inicial, poderão ser integrados ao plano preventivo.

Por fim, espera-se que a empresa consiga um retorno financeiro com a implantação da manutenção preventiva, ao melhorar seus índices de disponibilidade, diminuindo o tempo em que os maquinários ficam parados por causa de quebras inesperadas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462 Confiabilidade e Manutenibilidade**. Rio de Janeiro, 1994.

BRANCO FILHO, Gil. **Indicadores e Índices de Manutenção**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**; Trad. Gustavo Kanninberg. Porto Alegre: Artes Médicas, 1991.

CAMPOS, V.F. TQC: Controle da qualidade total. 2 ed. Fundação Christiano Ottoni, EE-UFMG. Belo Horizonte, 1992.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES – CTE. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo, 1994.

FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confiabilidade e manutenção industrial**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

LAFRAIA, João Ricardo Barusso. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.

MIRSHAWKA, V. **Manutenção Preditiva – Caminho Para Zero Defeitos**. Makron Books, S. Paulo, 1991

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de Manutenção Preditiva**. Vol. 1. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda, 1999.

OLIVEIRA, S. E. E. A. **Utilização conjunta do método UP com o Diagrama de Pareto para identificar as oportunidades de melhoria dos processos de fabricação: um estudo na agroindústria de abate de frango**. Custo e @agronegócio, Dezembro 2006. ISSN 1808-2882.

PEREIRA, Mário Jorge. **Engenharia de manutenção: Teoria e prática**. 2ed. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2011. 228 p.

PINTO, Alan K., XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymark Ed., 2001.

PRADELLA, S.; FURTADO, J. C.; KIPPER, L. M. **Gestão de processos da teoria à prática**. São Paulo, Atlas, 2012.

SILVA, D. C. **Metodologia de análise e solução de problemas: curso de especialização em qualidade total e marketing**. Fundação CERTI, 1995.

SIQUEIRA, Iony Patriota. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, S. D. C. E. A. **Conjugação da curva de pareto com a matriz BCG para definição de estratégias de produto em duas unidades fast food**. Revista Produção Online, v. 10, n. 4ª, p. 818-836, Dezembro 2010. ISSN 1676 - 1901.

TAVARES, Lourival A. **Administração Moderna da Manutenção**, Rio de Janeiro, Novo Pólo Publicações e Assessoria Ltda, 1999.

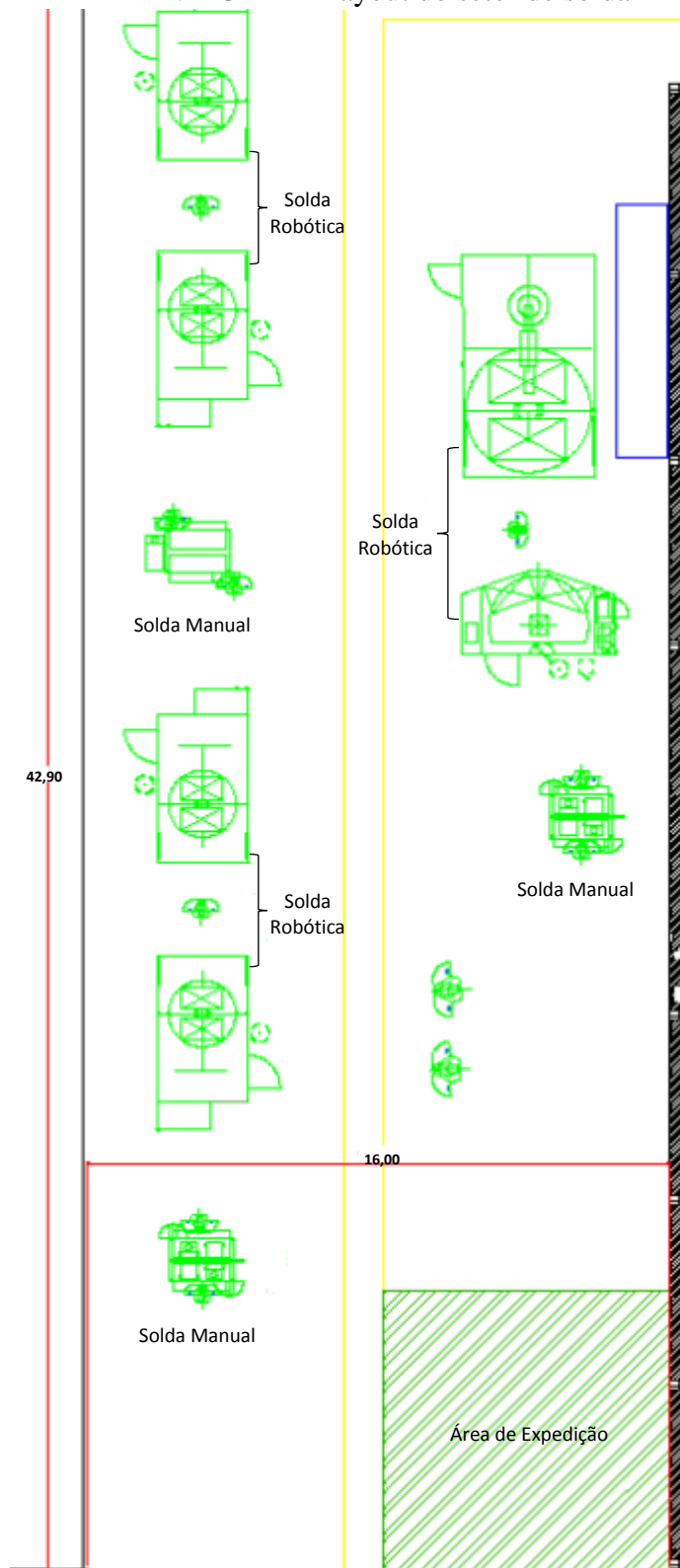
TOLEDO, J. C. & AMARAL, D. C. **FMEA - Análise do Tipo e Efeito de Falha**. 12 p. Disponível em: <http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>

VILLELA, C. S. S.; **Mapeamento de Processos como Ferramenta de Reestruturação e Aprendizado Organizacional**, Dissertação de M.Sc. PPEP/UFSC, Florianópolis, SC, Brasil, 2000.

WERKEMA, M. C. C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Layout do setor de solda



APÊNDICE B – Relatório de Manutenção

Relatório de Manutenção

Corretiva

Corretiva programada

Setor: _____ Posto: _____ Nome do equipamento: _____

Início da manutenção: ____/____/____ ____ horas : ____ minutos

Serviço terceirizado

Fim da manutenção : ____/____/____ ____ horas : ____ minutos

Sim Não

Descrição da ocorrência			
Componente: _____			
Ações necessárias para solução			
Ações realizadas			
Nº	Descrição	Início	Término
10		_/_/_ :	_/_/_ :
20		_/_/_ :	_/_/_ :
30		_/_/_ :	_/_/_ :
Pendências			

Ocorrência finalizada por: _____

APÊNDICE C – FMEA da Célula de solda robótica Motofill

FMEA - ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA POTENCIAL								
Nº FMEA: 1		Responsável: Marcelo Tamaoki Figueiredo				Data: 07/07/2017		
Setor: Solda		Posto: 918				Máquina: Célula de solda robótica Motofill		
Equipe: Formada pelos setores de engenharia e manutenção.								
Nome do componente	Função do componente	Modo de falha	Efeito potencial de falha	OCORR. (O)	SEVER. (S)	DETEC. (D)	RISCO (RPN) (O)*(S)*(D)	Ação Corretiva Recomendada
Máquina de solda	Gerar o arco de solda, controlando corrente e voltagem	Cabeamento danificado por calor	Não conseguir gerar um arco de solda ideal para o processo.	6	10	3	180	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
		Tensão de entrada						
		Corrente de entrada						
Unidade de refrigeração	Circular líquido refrigerante	Resistor danificado	Danificar tocha de solda por falta de refrigeração	6	10	6	360	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
		Ausência de líquido						
		Mangueira com vazamento						
Pilhas do robô	Suprir energia para o controle TP	Motor danificado	Perder programas gravados no controle TP	3	8	6	144	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
		Acabar carga						
Unidade de tratamento de ar	Controlar e medir pressão do ar	Pressão de ar desregulada	Alimentação de ar abaixo do necessário	3	6	6	108	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
		Líquido de unidade acumulado						
		Mangueira com vazamento						
Pinos de encavilhamento	Posicionamento de mesa	Pinos danificados	Mesa não travar na posição correta	6	6	8	288	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Unidade de limpeza	Realizar limpeza da tocha a cada ciclo	Fresa com baixa rotação	Tocha entupir com resíduos	8	6	8	384	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Controle TP	Controlar robô	Controle danificado	Não conseguir movimentar robô	6	8	3	144	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Mangueira de gás	Fornecer gás de solda	Mangueira com vazamento	Falha de solda por falta de gás	6	8	8	384	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Alimentador de arame	Fornecer arame de solda	Rolamentos danificados	Falha de solda por falta de arame	8	8	6	384	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Sensor de segurança	Garantir segurança para o operador	Sensores danificados	Lesionar operador	6	10	6	360	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Unidade condutora	Mover e posicionar mesa H	Mover com lentidão ou travar	Não posicionar corretamente	8	8	6	384	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Dispositivos de emergência	Garantir segurança	Falhas nos sensores	Permitir que ocorram acidentes	3	10	6	180	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Roda de coroa	Rotacionar mesa	Mover com lentidão ou travar	Não posicionar corretamente	6	8	6	288	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Pistão pneumático	Remover peças produzidas	Pistão travando	Não remover peça produzida	3	3	1	9	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Cabeamentos internos	Fornecer energia	Fuga de energia	Consumo indevido	3	6	3	54	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Eixos de movimentação do robô	Movimentos articulados	Desgaste dos eixos	Danificar os eixos a ponto de que seja necessária sua substituição	6	6	6	216	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
		Desalinhamento dos eixos						
Tocha de solda	Soldar	Desalinhamento	Erros de solda na produção	8	8	6	384	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
		Falha no arco de solda						
Guias lineares	Precisão de posicionamento	Desgaste dos guias	Erros de precisão no programa	3	8	3	72	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Aterramento	Aterrar o equipamento	Aterramento incorreto	Choques elétricos	8	6	6	288	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Tensão e corrente de entrada	Fornecimento de energia	Tensão e corrente indevidas	Falha no arco de solda	6	8	3	144	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.

APÊNDICE D – FMEA da máquina de solda manual Bambozzi

FMEA – ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA POTENCIAL								
Nº FMEA: 2		Responsável: Marcelo Tamaoki Figueiredo			Data: 07/07/2017			
Setor: Solda		Posto: 903		Máquina: Bambozzi TMC 400 S Trifásica Mig/Mag 400 Amperes				
Equipe: Formada pelos setores de engenharia e manutenção.								
Nome do componente	Função do componente	Modo de falha	Efeito potencial de falha	OCORR. (O)	SEVER. (S)	DETEC. (D)	RISCO (RPN) (O)*(S)*(D)	Ação Corretiva Recomendada
Mangueira de gás	Fornecer gás de solda	Mangueira com vazamento	Falha de solda por falta de gás	6	8	8	384	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Alimentador de arame	Fornecer arame de solda	Rolamentos danificados	Falha de solda por falta de arame	8	8	6	384	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Conduíte de arame	Levar o arame até a tocha	Alimentação lenta ou inativa	Falha de solda por falta de arame	8	3	1	24	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Aterramento	Aterrar o equipamento.	Aterramento incorreto	Choques elétricos	8	6	6	288	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Cabos elétricos	Fornecer energia	Fuga de energia	Consumo indevido	3	6	3	54	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Tocha de solda	Soldar	Falha de arco de solda	Dificuldade na produção	3	6	6	108	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Motor de refrigeração	Refrigeração	Ventilação inoperante	Superaquecer equipamento	8	8	8	512	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Bloco de ligação	Conectar cabos	Fugas de energia	Falha na transmissão de energia	6	8	6	288	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Transformador	Transformador de energia	Falha elétrica	Falha na geração do arco de solda	3	8	3	72	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.
Válvula solenoide de gás	Liberção do gás de solda	Falha na saída de gás	Porosidade na solda por falta de gás	8	8	3	192	A manutenção preventiva diminuirá as ocorrências e facilitará a detecção.

APÊNDICE E – Ficha de manutenção preventiva da célula de solda robótica

CHECK LIST MANUTENÇÃO PREVENTIVA			ELABORADO: MARCELO T. FIGUEREDO	CÓD. TÉCNICO MANTENEDOR																																																	
MÁQUINA: CÉLULA DE SOLDA ROBÓTICA			Data: 01/09/17	➔																																																	
ITENS	SERVIÇOS A EXECUTAR	EXECUTAR C/ MÁQUINA			FREQUÊNCIA	1º Trimestre												2º Trimestre												3º Trimestre												4º Trimestre											
		DESL.	LIG.	OPER.		Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho			Julho			Agosto			Setembro			Outubro			Novembro			Dezembro														
					01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	
1.0	UNIDADE DE REFRIGERAÇÃO				Semanal																																																
1.1	Efetuar limpeza do interior	X			-																																																
1.2	Efetuar troca do líquido refrigerador	X			-																																																
1.3	Verificar pressão e temperatura do líquido		X	X	-																																																
1.4	Verificar mangueiras de refrigeração		X	X	-																																																
1.5	Verificar funcionamento		X	X	-																																																
2.0	TOCHA DE SOLDA*				Semanal																																																
2.1	Verificar alinhamento		X		-																																																
2.2	Verificar conectores e roscas		X		-																																																
3.0	UNIDADE DE LIMPEZA*				Semanal																																																
3.1	Efetuar limpeza da unidade e seus componentes	X			-																																																
3.2	Verificar rotação da fresa		X	X	-																																																
4.0	SENSOR DE SEGURANÇA				Semanal																																																
4.1	Verificar funcionamento		X	X	-																																																
5.0	ALIMENTADOR DE ARAME*				Semanal																																																
5.1	Efetuar limpeza do interior	X			-																																																
5.2	Verificar funcionamento	X			-																																																
5.3	Efetuar troca dos rolamentos		X	X	Mensal																																																
6.0	MÁQUINA DE SOLDA				Mensal																																																
6.1	Efetuar limpeza de conectores e encaixes	X			-																																																
6.2	Verificar tensão de entrada	X			-																																																
6.3	Verificar aperto de todos conectores	X			-																																																
7.0	MANGUEIRA DE GÁS DE SOLDA				Mensal																																																
7.1	Verificar se há fugas de gás		X	X	-																																																
7.2	Verificar conexões		X	X	-																																																
8.0	ATERRAMENTO				Mensal																																																
8.1	Verificar situação de aterramento	X			-																																																
8.2	Verificar integridade dos cabos de aterramento	X			-																																																
9.0	EIXOS DE MOVIMENTAÇÃO DO ROBÔ*				Trimestral																																																
9.1	Efetuar lubrificação dos 6 eixos		X		-																																																
9.2	Executar programa para movimentar eixos lubrificados		X		-																																																
9.3	Efetuar troca das pilhas do robô	X			-																																																
9.4	Verificar parafusos e buchas de fixação	X			-																																																
10.0	UNIDADE CONDUTORA				Trimestral																																																
10.1	Verificar estado da escova	X			-																																																
10.2	Efetuar lubrificação	X			-																																																
10.3	Executar programa para movimentar eixos lubrificados*		X		-																																																
11.0	RODA DE COROA E PINHÃO				Trimestral																																																
11.1	Verificar desgaste dos dentes	X			-																																																
11.2	Efetuar lubrificação nos dentes	X			-																																																
11.3	Executar programa para movimentar locais lubrificados*		X		-																																																
12.0	PINOS DE ENCAVLHAMENTO				Trimestral																																																
12.1	Efetuar lubrificação	X			-																																																
12.2	Verificar funcionamento*		X		-																																																

* -> Solicitar auxílio de um programador da máquina

Preencher os campos da seguinte forma:
 X -> Quando serviço executado corretamente ? -> Caso haja alguma divergência no serviço
 Quando houver alguma divergência no serviço, é necessário o preenchimento de um relatório de manutenção, descrevendo a ocorrência.

APÊNDICE F – Ficha de manutenção preventiva da máquina de solda manual

CHECK LIST MANUTENÇÃO PREVENTIVA		ELABORADO: MARCELO T. FIGUEIREDO			CÓD. TÉCNICO MANTENEDOR																																																
MÁQUINA: MÁQUINA DE SOLDA MANUAL		Data: 01/09/17			➔																																																
ITENS	SERVIÇOS A EXECUTAR	EXECUTAR CI MÁQUINA			FREQUÊNCIA	1º Trimestre												2º Trimestre												3º Trimestre												4º Trimestre											
		DESL.	LIG.	OPER.		Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				Maio				Junho				Julho				Agosto				Setembro				Outubro				Novembro				Dezembro			
						01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04	01	02	03	04								
1.0	MOTOR DE REFRIGERAÇÃO				Semanal																																																
1.1	Efetuar limpeza de hélice	X			-																																																
1.2	Verificar funcionamento		X	X	-																																																
2.0	ALIMENTADOR DE ARAME*				Semanal																																																
2.1	Efetuar limpeza do interior	X			-																																																
2.2	Verificar funcionamento		X	X	-																																																
2.3	Efetuar troca dos rolamentos	X			Mensal																																																
3.0	BLOCO DE LIGAÇÃO				Mensal																																																
3.1	Efetuar limpeza do interior da máquina	X			-																																																
3.2	Verificar tensão de entrada		X		-																																																
3.3	Verificar condições de cabos	X			-																																																
3.4	Verificar aperto de cabos	X			-																																																
4.0	MANGUEIRA DE GÁS DE SOLDA				Mensal																																																
4.1	Verificar se há fugas de gás		X	X	-																																																
4.2	Verificar conexões	X			-																																																
5.0	ATERRAMENTO				Mensal																																																
5.1	Verificar situação de aterramento	X			-																																																
5.2	Verificar integridade dos cabos de aterramento	X			-																																																

* ➔ Solicitar auxílio de um programador da máquina

Preencher os campos da seguinte forma:
 X ➔ Quando serviço executado corretamente ? ➔ Caso haja alguma divergência no serviço
 Quando houver alguma divergência no serviço, é necessário o preenchimento de um relatório de manutenção, descrevendo a ocorrência.

