



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA EM ENGENHARIA
ENGENHARIA DA QUALIDADE – GESTÃO E TECNOLOGIA DA
QUALIDADE

DONIZETI GAMARANO DE ARAÚJO

**Aplicação da ferramenta da qualidade FMEA para a detecção de falhas,
avaliação de riscos e tomada de ações de melhoria em Dispositivos de
Segurança de Prensas Mecânicas.**

São Paulo
2007

DONIZETI GAMARANO DE ARAÚJO

**Aplicação da ferramenta da qualidade FMEA para a detecção de falhas,
avaliação de riscos e tomada de ações de melhoria em Dispositivos de
Segurança de Prensas Mecânicas.**

Monografia apresentada a Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do certificado
de Especialista em Engenharia da
Qualidade – MBA – USP

Orientador:
Prof. Dr. Adherbal Caminada Netto

**São Paulo
2007**

DEDICATÓRIA

Dedico a elaboração deste Trabalho e todo meu esforço para me formar em Pós Graduação, a minha esposa Adriana Aparecida da Silva Araújo e ao meu filho Gabriel da Silva Araújo, pela compreensão de minha ausência nos momentos de estudo e pelo permanente apoio para obtenção dos meus objetivos.

Aos meus pais Divino Cândido de Araújo e Maria Alice Gamarano de Araújo, e a todos os reais amigos principalmente ao Gino Ferreira da Costa Júnior e Mário César Lima pelo apoio, incentivo, compartilhamento das dificuldades para atingir o objetivo do tão sonhado curso de pós-graduação, com todo esse esforço não será outro o resultado que não a vitória que pertence a vocês também.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela possibilidade de cursar uma pós-graduação, por me dar saúde, paz e força para vencer as dificuldades e obstáculos da vida que muitos achavam que eu não conseguiria.

Agradeço a minha amada esposa, Adriana Aparecida da Silva Araújo e meu filho Gabriel da Silva Araújo, pela compreensão de minha ausência nos momentos de estudo e pelo permanente apoio para obtenção dos meus objetivos.

Agradeço aos meus pais Divino Cândido de Araújo e Maria Alice Gamarano de Araújo, por seu empenho na minha formação profissional, estudo e como pessoa, por sua dedicação em dar o melhor de si para que não faltasse nada para seus filhos, com certeza também vou fazer o melhor que puder para que todo este esforço não seja em vão.

Agradeço aos meus amigos e companheiros que de alguma forma me auxiliaram na confecção deste trabalho, Gino, António, Amarildo, Marcos, Rafael, Cida e Vivian, que nas horas que precisei sempre me prestaram auxílio.

E claro não poderia deixar de agradecer ao Professor Dr. Adherbal Caminada Netto, pela atenção e apoio durante o processo de orientação, e pela compreensão das dificuldades encontradas para finalização deste trabalho, porem realmente hoje consigo entender o real sentido da frase: "Quando não se pode fazer tudo aquilo que é necessário, deve-se fazer tudo aquilo que é possível".

RESUMO

O presente trabalho tem como principal objetivo propor a aplicação da análise do tipo PFMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial do Processo), para análise e detecção de modos de falha em um sistema de grades de segurança para prensas mecânicas.

Associada a outras ferramentas da qualidade como, Fluxo de Processo, 5 Por Quês e Sistemas à Prova de Erros, a análise do tipo PFMEA apresenta-se como uma importante ferramenta para aumentar a confiabilidade e segurança em processo produtivo nos diversos tipos de indústrias.

Este trabalho foi elaborado de maneira didática, cujo exemplo de aplicação do PFMEA, passo a passo, propicia ao leitor fácil entendimento do conceito e interpretação da sistemática de utilização das ferramentas da qualidade.

Ao final, constatou-se que os resultados obtidos para os sistemas de grades de segurança atenderam às expectativas quanto à redução dos modos de falha e aumento de segurança e confiabilidade.

Em adição, comprovou-se que a ferramenta da qualidade atualmente empregada em grande escala no mercado automobilístico também podem ser utilizadas nos diversos setores da indústria e/ou em qualquer processo ao qual se deseja aumentar a confiabilidade, a qualidade e a segurança, somadas à redução de custo.

Palavras-chave: Prensas Mecânicas, Ferramentas da Qualidade, Sistema de Proteção.

ABSTRACT

This present work is main objective is to propose the application of PFMEA (Process Failure Mode and Effect Analysis) for analysis and detection of failure modes in a security railing system for mechanical presses.

Associated with other quality tools such as Process Diagram, 5 Why's and Error Proof Systems, the PFMEA appears as an important tool to increase the confidence and safety in productive process in different industrial areas.

This work was developed in a didactic way, in which the step-by-step PFMEA application example provides the reader with an easy understanding of the concept and interpretation for the utilization of the quality tools.

At the end, it was verified that the obtained results for the security railing system were up to expectations referring to the reduction of failure mode and to an increased confidence and safety.

In addition, it was verified that the quality tool nowadays used in the automobile industry on a large scale can also be used in other industrial areas and/or in any process where one wants to increase confidence, quality and safety, as well as cost reductions.

Key Words: Mechanical Press, Quality Tools, Protection System.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Trilhos Reguladores de Acento e Suportes de Buzina.....	19
Figura 2: Tampas, Tubos Perfurados e Carcaças para Filtros de Ar e Óleo.....	20
Figura 3: Suportes e Prolongadores para Projetor.....	20
Figura 4: Organograma Geral da Miroal Ind. Com. Ltda.....	22
Figura 5: Prensa Excêntrica com indicação de seus componentes (Foto Prensa Miroal).....	25
Figura 6: Detalhe do Engate por Chaveta da Prensa Excêntrica (Foto Prensa Miroal).....	27
Figura 7 – Seqüencial de Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial.....	44
Figura 8: Rosqueadeira com macho (M-5 X 0,75) instalado para realização da rosca.....	83
Figura 9: Sistema de posicionador do curso da Rosqueadeira, com posicionador regulável.....	87
Figura 10: Posicionadores de curso da Rosqueadeira, Novo sistema de posicionador sem regulagem (esquerda da figura) e Antigo sistema posicionador com regulagem (direita da figura).....	90
Figura 11: Novo sistema de posicionador do curso instalado na Rosqueadeira sem regulagem.....	92
Figura 12: Dispositivo de fixação dos componentes da grade na Policorte.....	101
Figura 13: Dispositivo de fixação dos componentes da grade para solda.....	101
Figura 14: Passagem para Matéria-Prima na grade.....	107
Figura 15: Trava interna na porta.....	108
Figura 16: Trilho da Porta fechado.....	108
Figura 17: Sensor Brindado.....	109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critério de Avaliação de Severidade sugerida na PFMEA.....	57
Tabela 2 - Critério de Avaliação de Severidade sugerido para a PFMEA de Segurança para Prensas.....	53
Tabela 3 – Símbolos de Características Críticas/Segurança.....	57
Tabela 4 – Critério de Ocorrência Sugerido da FMEA de Processo (PFMEA).....	61
Tabela 5 – Critério de Ocorrência Sugerido para uma PFMEA voltado para a avaliação de um sistema de segurança de uma prensa.....	62
Tabela 6 – Critério de Detecção Sugerido da FMEA de Processo (PFMEA).....	65
Tabela 7 – Critério de Detecção Sugerido para um PFMEA voltado para a avaliação de um sistema de segurança de uma prensa.....	67
Tabela 8 – Quadro de Símbolos do Diagrama / Fluxograma do processo, Slack (1997) e Campos (2004).....	74
Tabela 9 – Faixa da Tabela de Severidade sugerido para um FMEA de processo...	84
Tabela 10 – Faixa da Tabela de Severidade proposta para Avaliação da Segurança nas Prensas.....	85
Tabela 11 – Faixa da Tabela de Classificação.....	88
Tabela 12 – Faixa da Tabela de Ocorrência sugerido para um FMEA de processo..	88
Tabela 13 – Faixa da Tabela de Detecção sugerida para um FMEA de processo....	89
Tabela 14 – Faixa da Tabela de Ocorrência para um FMEA de processo.....	93
Tabela 15 – Faixa da Tabela de Detecção para um FMEA de processo.....	94
Tabela 16 – Pontuação de NPR do primeiro estudo.....	110
Tabela 17 – Pontuação de NPR do segundo estudo.....	111

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CCE	Característica Crítica ou Especial
CEP	Controle Estatístico de Processo
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis Trabalhistas
CP	Característica de Processo
CS	Característica de Segurança
CUT	Central Única dos Trabalhadores
D	Índice de Detecção da Análise de FMEA
DOE	Delineamento de Experimentos
EPI	Equipamento de Proteção Individual
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis (Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial)
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	Norma Brasileira
NPR	Número de Prioridade de Risco
NR	Norma Regulamentadora
O	Índice de Ocorrência do Estudo de FM EA
PFMEA	Process Failure Mode and Effect Analysis (Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial do Processo)
S	Índice de Severidade do Estudo de FMEA
SDS	Social Democracia Sindical
SESMT	Serviço Especializado em Segurança e Medicina do trabalho
SINDIPLAST	Sindicato da Indústria Plástica do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVO DO TRABALHO.....	16
1.2	JUSTIFICATIVA PARA O TEMA.....	17
1.3	FOCO DA APLICAÇÃO DO TRABALHO.....	18
1.4	RESUMO DA EMPRESA A SER APLICADO O ESTUDO DO CASO.....	18
1.4.1	PRODUTOS FABRICADOS.....	19
1.4.2	ADMINISTRAÇÃO DA EMPRESA.....	21
2	DEFINIÇÕES.....	22
2.1	O QUE SÃO PRENSAS.....	22
2.1.1	PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA PRENSA.....	23
2.1.2	PRENSA EXCÊNTRICA DE ENGATE POR CHAVETA	26
2.2	CONCEITOS DE PERIGO, RISCO E DE ACIDENTE.	27
2.2.1	PERIGO.....	27
2.2.2	RISCO.....	28
2.2.3	ACIDENTE.....	29
2.3	PRINCIPAIS NORMAS E REGULAMENTAÇÕES APLICÁVEIS AS PRENSAS.....	30
2.3.1	NORMAS.....	30
	NBRNM-ISO 13854 / NBR 13760 - SEGURANÇA DE MÁQUINAS - FOLGAS MÍNIMAS PARA EVITAR O ESMAGAMENTO DE PARTES DO CORPO HUMANO.....	40
	NBRNM-ISO 13852 / NBR 13761 - SEGURANÇA DE MÁQUINAS – DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA PARA IMPEDIR O ACESSO A ZONAS DE PERIGO PELOS MEMBROS SUPERIORES.....	30

NBR 13930 - PRENSAS MECÂNICAS - REQUISITOS DE SEGURANÇA.....	31
NBR 14152 - SEGURANÇA DE MÁQUINAS - DISPOSITIVOS DE COMANDO BIMANUAIS - ASPECTOS FUNCIONAIS E PRINCÍPIOS PARA PROJETO.....	32
NBR 14153 - SEGURANÇA DE MÁQUINAS – PARTES DE SISTEMAS DE COMANDO RELACIONADAS À SEGURANÇA – PRINCÍPIOS GERAIS PARA PROJETO.....	33
NBRNM 272 / NBR 13928 - SEGURANÇA DE MÁQUINAS – PROTEÇÕES – REQUISITOS GERAIS PARA O PROJETO E CONSTRUÇÃO DE PROTEÇÕES FIXAS E MÓVEIS.....	33
2.3.2 NORMAS REGULAMENTADORAS.....	34
3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	37
3.1 PFMEA (ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL DO PROCESSO)	37
3.1.2 APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA (ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL DE PROCESSO) COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES.	38
3.1.3 EQUIPE DE ANÁLISE DO TIPO PFMEA.....	40
3.1.4 PROCESSO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA.....	42
3.1.5 SEQUÊNCIA DE ANÁLISE DO TIPO PFMEA.....	44
3.1.6 FUNÇÃO DO PROCESSO / REQUISITO.....	45
3.1.7 MODO DE FALHA POTENCIAL.....	46
3.1.8 EFEITO (S) POTENCIAL (I)S DA FALHA.....	47
3.1.9 SEVERIDADE.....	49
3.1.10 CRITÉRIOS DE SEVERIDADE.....	49
3.1.11 CRITÉRIOS DE SEVERIDADE PROPOSTOS PARA AVALIAÇÃO DA SEGURANÇA NAS PRENSAS.....	51
3.1.12 CLASSIFICAÇÃO.....	55
3.1.13 TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS.....	55

3.1.14	CAUSA (S) E MECANISMO (S) POTENCIAIS DA FALHA.....	58
3.1.15	OCORRÊNCIA (O)	60
3.1.16	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO.....	62
3.1.17	DETECÇÃO (D)	64
3.1.18	NÚMERO DE PRIORIDADE DE RISCO NPR	68
3.1.19	AÇÕES RECOMENDADAS.....	68
3.1.20	RESPONSÁVEL PELA (S) AÇÃO (ÕES) RECOMENDADA (S)	70
3.1.21	AÇÃO (ÕES) TOMADAS (S)	71
3.1.22	RESULTADO DA AÇÃO (ÕES) TOMADAS (S)	71
3.2	FLUXOGRAMA DE PROCESSO.....	72
3.3	5 POR QUÊS.....	75
3.4	SISTEMAS A PROVA DE ERROS (POKA-YOKE)	77
4	EXEMPLO DE PREENCHIMENTO PARA OS CAMPOS DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA.....	83
4.1	FUNÇÃO DO PROCESSO/REQUISITO.....	83
4.2	MODO DE FALHA.....	83
4.3	EFEITO DO MODO DE FALHA.....	84
4.4	SEVERIDADE (S)	84
4.5	CLASSIFICAÇÃO.....	85
4.6	DETERMINAÇÃO DA CAUSA RAIZ DO MODO DE FALHA.....	85
4.7	OCORRÊNCIA (O)	88
4.8	CONTROLES ATUAIS DE PROCESSO.....	88
4.9	DETECÇÃO (D)	88
4.10	NÚMERO DE PRIORIDADE DE RISCO NPR	89
4.11	DETERMINAÇÃO DA AÇÃO RECOMENDADA.....	90

4.12	RESPONSÁVEL PELA AÇÃO RECOMENDADA.....	91
4.13	AÇÃO TOMADA.....	91
4.14	RESULTADO DA AÇÃO TOMADA.....	92
5	ESTUDO DO CASO.....	95
5.1	OBJETIVO DO ESTUDO DE CASO.....	95
5.2	ESTUDO DE CASO – APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA NA ANÁLISE DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA PARA PRENSAS MECÂNICAS.....	96
5.2.1	ESTUDO DE CASO 1 – APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA GRADE DE SEGURANÇA.....	97
5.2.2	ESTUDO DE CASO 2 – APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA NO PROCESSO DE MONTAGEM DA GRADE DE SEGURANÇA.....	103
6	CONCLUSÃO.....	110
6.1	RESULTADOS OBTIDOS.....	110
6.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	110
7	REFERÊNCIA.....	113
8	APÊNDICES.....	115
9	ANEXOS.....	153

1 INTRODUÇÃO

Com a constante evolução dos processos produtivos e a busca permanente por melhorias nos processos de fabricação, as empresas buscam cada vez mais aumentar sua produtividade para obter um melhor retorno financeiro, para atender este objetivo às empresas do ramo metalúrgico utilizam equipamentos de transformação e corte de materiais e recursos de automação que nem sempre prezam pela segurança de seus funcionários.

Com o objetivo de garantir proteção adequada à integridade física e à saúde dos trabalhadores que participam das diversas formas e etapas de processos produtivos com o uso de prensas e/ou dos equipamentos similares, a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e os Sindicatos de Empregadores, com o apoio de diversas instituições que representam os empregadores e empregados sob a supervisão do Ministério do Trabalho e de Emprego (MTE), como o Sindicato da Indústria Plástica do Estado de São Paulo (SINDIPLAST), que representa a categoria econômica, e a Federação dos Sindicatos de Metalúrgicos da (CUT/SP), a Federação dos Trabalhadores das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e de Material Elétrico do Estado de São Paulo e os Sindicatos de Trabalhadores, com o apoio da Central Única dos Trabalhadores (CUT), da Força Sindical e da Social Democracia Sindical (SDS), que representam a categoria profissional, elaboraram a Convenção Coletiva de Melhoria das Condições de Trabalho para Prensas e Equipamentos Similares, Injetoras de Plástico e Tratamento Galvânico de Superfícies para as indústrias Metalúrgicas do Estado de São Paulo, a qual foi elaborada em 29 de Novembro de 2002 e revisada em 20 de Abril de 2006, Ministério do Trabalho e Emprego (2006).

Com a realização desta convenção as empresas do ramo metalúrgico que se utilizam estes equipamentos em seus processos produtivos viram-se na necessidade de atender os requisitos de segurança para garantir a integridade física e saúde de seus trabalhadores, como nem sempre dispõem dos recursos necessários para instalação de sistemas modernos como sensores de luz e de presença existentes no mercado, buscam alternativas internas para a adequação a Convenção Coletiva, por terem na sua maioria menores custos de implantação e por serem de fácil aplicação, por ser utilizado recursos internos já existentes e constantes nos custos mensais como, por exemplo: a Mão de Obra.

1.1 OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho tem por objetivos propor soluções internas para a adequação à Convenção Coletiva de Melhoria das Condições de Trabalho para Prensas, será estudado em específico o sistema de segurança para Prensas Excêntricas de Engate de Chaveta que são utilizadas na fabricação de peças estampadas por meio de conformação, moldagem, corte, furo, cunhado e vazamento, entre outros processos produtivos, de peças em materiais metálicos diversos, realizados através de um movimento proveniente de um sistema mecânico em que o movimento rotativo é transformado em linear, conforme descrito no item 2.1.2.

Através da utilização das Ferramentas da Qualidade Fluxo de processo, 5 Por quês e Sistemas a Prova de Erros (Poka-Yoke), associadas à análise do tipo PFMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial do Processo), com a utilização destas ferramentas serão propostas ações de melhoria ou corretivas para

a implantação de um sistema de proteção para Prensas Excêntricas de Engate por Chaveta para uma Indústria Metalúrgica do estado de São Paulo, que tem como principal objetivo à instalação de um sistema de segurança com base na Convenção Coletiva de Melhoria das Condições de Trabalho para Prensas e Equipamentos Similares.

1.2 JUSTIFICATIVA PARA O TEMA

Com a aprovação por todas entidades da Convenção Coletiva de Melhoria das Condições de Trabalho para Prensas e Equipamentos Similares, a mesma ganhou o poder de ditar as novas sistemáticas de segurança e integridade física para os funcionários, o que torna as empresas que não atenderem a Convenção sujeitas a multas e paralisação das atividades, o que acarreta grandes transtornos financeiros.

Com estas novas exigências as empresas se viram obrigadas a tomar ações no sentido de resguardar a segurança e integridade física dos funcionários, o que em alguns casos em função das quantidades de equipamentos e falta de recursos para aplicação de um sistema moderno de segurança, as empresas recorrem aos recursos internos para a adequação a está nova sistemática.

A utilização das ferramentas da qualidade para elaboração de um sistema de segurança interno possibilitará a utilização de recursos internos com um alto grau de eficiência, para garantir o atendimento do objetivo.

1.3 FOCO DA APLICAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho tem como foco a utilização das ferramentas da qualidade Fluxo de Processo, 5 Por Quês e Sistema a Prova de Erros (Poka-Yoke), associadas à análise do tipo PFMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial do Processo), para auxiliar na construção de um sistema interno de segurança para Prensas Mecânicas Excêntricas de Engate por Chaveta para a Indústria Metalúrgica Miroal Ind. e Com. Ltda, com o objetivo de avaliar os riscos que o sistema pode apresentar e gerar proposta para soluções e ações corretivas para construção e melhoria do sistema de segurança.

1.4 RESUMO DA EMPRESA

O estudo de caso foi realizado na empresa Miroal Ind. Comércio Ltda a qual é uma empresa metalúrgica que atua há mais de 38 anos, como prestadora de serviços na área de Estampados Leves e Conjuntos Soldados e Montados para os setores de Autopeças, Áudio e Vídeo, a Miroal tem um parque fabril que compreende 5000 m², com 4000 m² de área construída onde dispõem de um amplo local para recebimento de materiais, produção e expedição.

A Miroal Ind. Com. Ltda esta localizada em uma região de fácil acesso do grande ABC na Avenida do Taboão N. ° 2891, bairro Taboão no município de São Bernardo do Campo, região geograficamente privilegiada próximo aos principais centros consumidores e montadoras do país, como a Ford do Brasil e Mercedes Benz e beneficiada também pelo acesso a grandes rodovias como a Anchieta e Imigrantes.

Dispõem de uma variedade de equipamentos como Prensas Excêntricas que vão de 02 a 250 toneladas e células de Prensas Hidráulicas com capacidade de 60 a 100 toneladas, para produção de Canecas Metálicas destinadas a filtros automotivos, entre outros equipamentos.

1.4.1 PRODUTOS FABRICADOS

Os produtos fabricados na Miroal Ind. Com. Ltda em sua maioria cerca de 90% são de aplicação nos automóveis como componentes de Purificadores de Ar, Filtros de Combustível e Suportes de Buzina e 10% para o setor de Áudio e Vídeo.

Os principais produtos fabricados são: Trilhos de Bancos, Carcaças de Filtros, Tampas, Tubos, Telas de Entrada de Ar, Suportes de Purificadores de Ar e Suportes de Buzinas conforme fotos ilustrativas dos produtos nas Figuras 1, 2 e 3.



Figura 1: Trilhos Reguladores de Acento e Suportes de Buzina.



Figura 2: Tampas, Tubos Perfurados e Carcaças para Filtros de Óleo.



Figura 3: Suportes e Prolongadores para Projetor.

1.4.2 ADMINISTRAÇÃO DA EMPRESA

A Figura 4 demonstra o Organograma da empresa que neste trabalho tem como objetivo demonstrar como é distribuídas a Administração e hierarquia da empresa, através do Organograma Geral apresentado na Figura 4, pode-se ter uma visão geral da Administração da empresa e sua estrutura, bem como os setores existentes para a realização dos processos produtivos, como é o caso da construção e implantação de um sistema de Proteção para Prensas Mecânicas e Excêntricas de Chaveta.

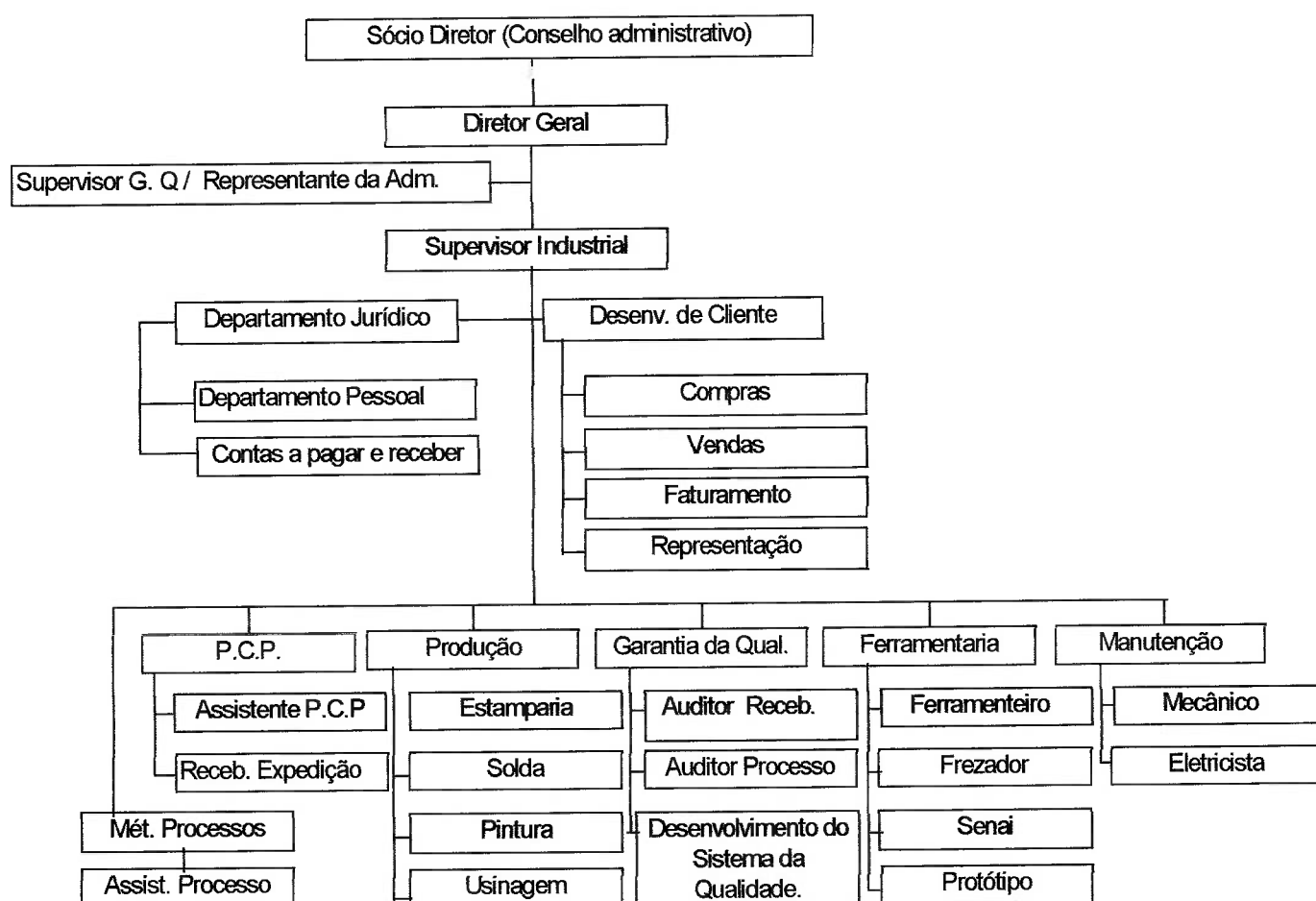


Figura 4: Organograma Geral da Miroal Ind. Com. Ltda.

2 DEFINIÇÕES

2.1 O QUE SÃO PRENSAS

As prensas são máquinas fabricadas com objetivo de exercer uma força para realização de um trabalho de conformação, corte, dobra, etc, este equipamento pode ser dividido em três classes, em função de seu princípio de transmissão de força que pode ser: Mecânica (Prensas Excêntricas), Hidráulica (Prensas Hidráulicas) e Pneumática (Prensas Pneumáticas). Neste trabalho será analisada somente a Prensa Excêntrica. Com objetivo de auxiliar o entendimento deste equipamento, o trabalho descreve a Prensa Mecânica de Engate por Chaveta que foi usada de base Neste trabalho.

Na empresa estudada existem prensas de 2 toneladas a 250 toneladas, mas no mercado existem prensas com capacidade de mais de 50.000 toneladas de força, no Brasil como é o caso da empresa estudada a grande maioria das Prensas é do tipo Excêntricas, este tipo de Prensa comparada às Prensas Hidráulicas possuem uma maior velocidade de acionamento e movimento, portanto possibilitam um melhor rendimento produtivo.

A utilização das prensas Hidráulica no mercado automotiva é para fabricação de itens que requeiram uma capacidade de força muito grande ou para processos que requeiram uma velocidade de operação controlada como é o caso da realização de repuxos em materiais metálicos, o que as Prensas Excêntricas não permitem por ter uma velocidade de acionamento do martelo muito alta para este tipo de processo.

As prensas analisadas como base para este trabalho, são máquinas que

foram fabricadas com objetivo de realizar conformação, corte, dobra, etc, em materiais de aço, latão, bronze, alumínio, etc, estes materiais podem ser fornecidos pelas Usinas Siderúrgicas ou Distribuidores, em placas, chapas, bobinas de material plano e ou em aço trefilados redondos ou em outros formatos, no nosso estudo as prensas são utilizadas para a conformação de peças, conforme fotos ilustrativas dos produtos nas Figuras 1, 2 e 3, as peças fabricadas a partir destas máquinas, em sua grande maioria são destinadas para o setor automobilístico, contudo as prensas em geral são utilizadas também em outros mercados do ramo metalúrgico em geral como: confecção de máquinas, equipamentos de informática, móveis metálicos, suportes de todos os tipos, material de cozinha (panelas/frigideiras), etc, enfim são utilizadas para a realização de conformação, corte, dobra, furos, extrusão, etc, de materiais metálicos em geral.

2.1.1 PRINCIPAIS COMPONENTES DE UMA PRENSA

Para possibilitar uma melhor compreensão do que é uma Prensa Mecânica Excêntrica a Figura 5 descreve quais são os principais itens que compõem este equipamento, são eles:

- Estrutura: A Estrutura é o corpo da Prensa onde são fixados todos os outros componentes, e é quem dá suporte para que seja possível a aplicação da força no sentido linear, em uma área chamada zona de prensagem, o corpo das prensas podem ser de dois tipos, ou seja, Tipo “C” e tipo “H”, no tipo “C” a zona de prensagem fica em uma abertura frontal, e a tipo “H” tem sua zona de prensagem no centro da máquina entre as colunas;

- Zona de Prensagem: É a região onde a força gerada pela Prensa é aplicada em um sentido linear pelo martelo para realização de um trabalho;

- Martelo: O Martelo (punção) é a parte móvel fixada na parte superior do corpo da Prensa, em que o acionamento de descida provém de um movimento rotativo que é transformado em movimento linear por meio de réguas que fixam o martelo, através do eixo de transmissão descreve um movimento excêntrico em relação ao movimento rotativo do volante.

- Volante: É o sistema rotativo que gera a força através de movimentos circulares para armazenar força, que é transferido para o martelo por meio de um eixo excêntrico que gera o movimento linear do martelo.

- Eixo Principal: É o eixo de ligação entre o volante e o martelo, o qual na ponta onde se encontra o martelo é excêntrico, que funciona como transferidor de força do volante para o martelo e gera um movimento linear do martelo em função da sua excentricidade;

- Curso: É o percurso percorrido pelo martelo para a realização do trabalho de prensagem, este percurso está ligado ao quanto o eixo central é excêntrico o qual permite que o martelo se desloque em réguas instaladas na parte superior do corpo da Prensa;

- Chaveta: É o sistema que através do travamento do volante no eixo que transmite força gerada pelos movimentos circulares do volante para o eixo, que por sua vez transmite para o martelo, o qual se desloca guiado por réguas para a zona de prensagem em um movimento linear.

- Base ou Mesa: É a parte inferior da zona de prensagem, que é utilizada para a adaptação das ferramentas que realizaram o trabalho de conformação através da utilização da força gerada pelo martelo;

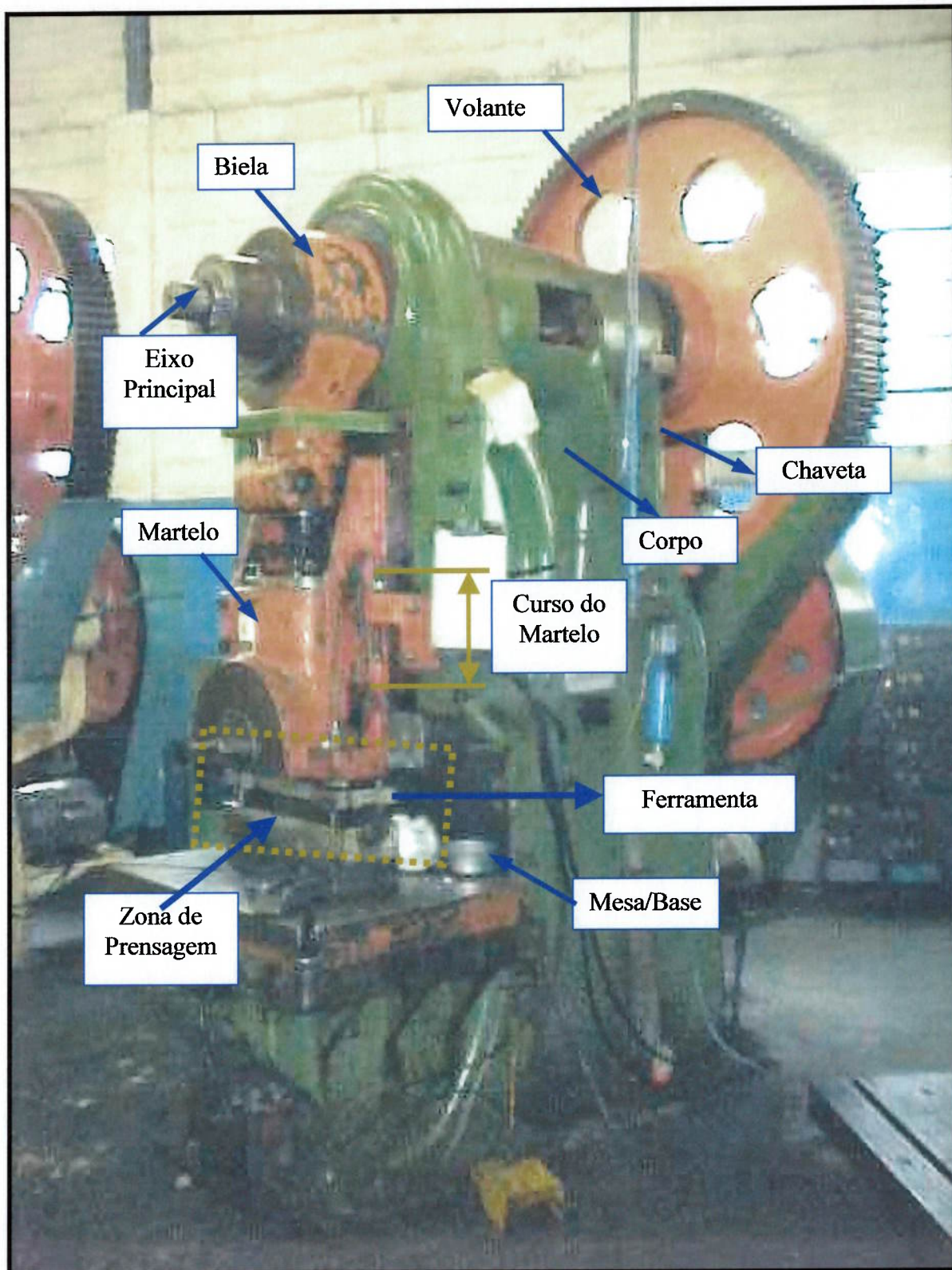


Figura 5: Prensa Excêntrica com indicação de seus componentes (Foto Prensa Miroal).

- Ferramenta/Dispositivo ou Molde: É o equipamento confeccionado a partir de aços tratados ou não composto por duas partes: sendo a inferior que é fixada na mesa da zona de prensagem e a superior que é fixada na base do martelo, estes equipamentos são fabricados com objetivo de realizar a transformação em materiais de aço, latão, bronze, alumínio, etc, a qual permitem a realização de conformação, corte, dobra, furos, extrusão, etc, SENAI (2006).

2.1.2 PRENSA EXCÊNTRICA DE ENGATE POR CHAVETA

É a Prensa em que o acionamento de descida do martelo (punção) provém de um movimento rotativo que é transformado em movimento linear e em que o eixo de transmissão descreve um movimento excêntrico em relação ao movimento rotativo do volante. O acoplamento do eixo de transmissão é operado por um sistema de engate por chaveta conforme ilustrado na Figura 6.

Na prensa, o motor elétrico movimenta o volante que está apoiado na extremidade de um eixo que gira em falso. No engate do eixo excêntrico com o volante, encontra-se uma bucha em que está alojada uma chaveta rotativa. O eixo excêntrico está preso à biela, que produz um movimento vertical alternado que aciona o martelo.

Na operação da prensa o acionamento da chaveta pode ser realizado através de um pedal, um botão ou botão bimanual, que após seu acionamento transmite um pulso elétrico que libera a chaveta e permite o engate da chaveta no eixo, a caixa de engate libera o pino “L” (que, em estado de repouso, mantém a chaveta rotativa numa posição que permite que o eixo fique desengatado, gira em

falso). A chaveta rotativa se movimenta e engata no eixo, que gira e que por sua posição excêntrica, faz o martelo subir e descer, a qual finaliza sua operação somente no ponto inicial (ponto morto superior), SENAI (2006).

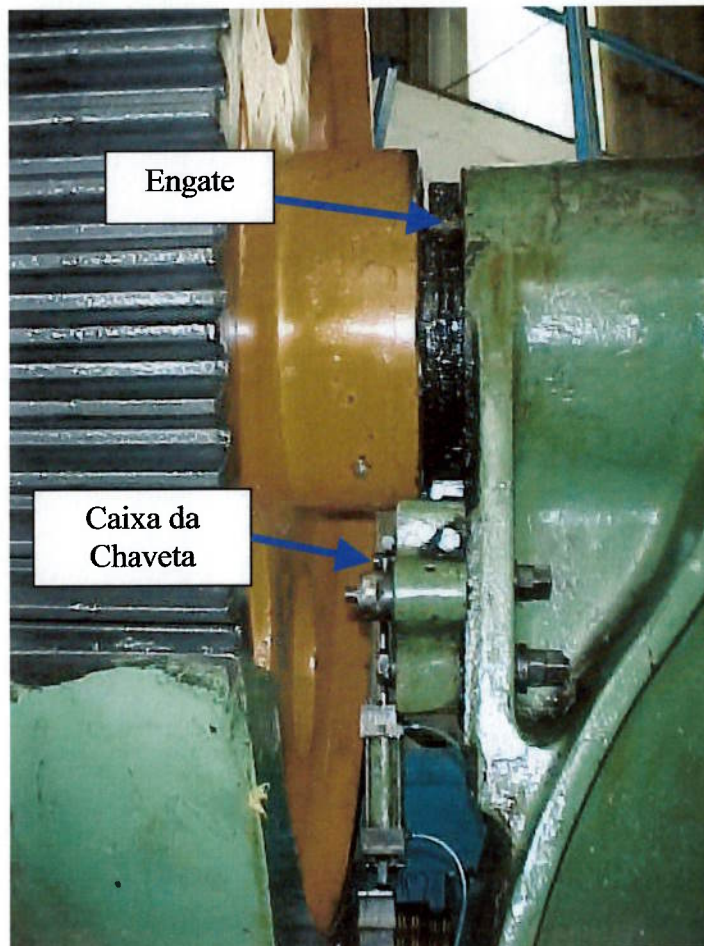


Figura 6: Detalhe do Engate por Chaveta da Prensa Excêntrica (Foto Prensa Miroal).

2.2 CONCEITOS DE PERIGO, DE RISCO E DE ACIDENTE.

2.2.1 PERIGO

Segundo Ferreira (2002, p.528), “o Perigo é uma circunstância, estado ou situação que prenuncia um mal para alguém ou para alguma coisa”.

O Perigo em outras palavras pode ser definido como uma característica inerente a uma atividade, sistema de trabalho, substância, ação, atividade ilegal, etc, que represente a possibilidade de causar danos materiais ou pessoais indesejáveis, segundo Moura (2004, p.124/125).

Como exemplos de perigo voltados a nosso estudo têm-se:

- Na produção de itens estampados, o manuseio das peças sem o uso de pinças;
- Manuseio de peças metálicas sem uso de luvas;
- Manuseio de substâncias tóxica, radioativa, quente, ácida, etc;

Como exemplos de perigo no dia a dia têm-se:

- Tomar sol excessivamente sem uso de protetor solar;
- Praticar esportes radicais como: alpinismo, pára-quedismo, skate, mergulho, etc;
- Atravessar rua, descer uma escada;
- Beber em excesso, consumir drogas, fumar, etc;
- Viajar de avião.

2.2.2 RISCO

Segundo Ferreira (2002, p.610), "o Risco é perigo ou possibilidade de perigo".

O risco em outras palavras pode ser definido como a incerteza associada a um perigo, com a probabilidade de ocorrência no futuro de um evento que possa ser real ou imaginária, que gere a redução da segurança, ou seja, é a probabilidade

de perdas materiais ou danos pessoais, em função de um determinado ciclo de tempo, onde o resultado de uma situação apresentava perigo.

O Risco pode ser definido como a função frequência ou probabilidade em que uma falha (acidente) pode ocorrer em uma determinada faixa de tempo, e o resultado que esta falha (acidente) pode acarretar, ou seja, o grau de gravidade (magnitude) deste efeito e suas conseqüências.

O Risco é, quase sempre são assumidos pelas pessoas, em troca de uma necessidade de realização de uma ação perigosa, para obtenção de um benefício, conforto, redução de esforço ou prazer resultante desta ação. Normalmente se associa o risco somente a frequência ou probabilidade de ocorrência de uma falha, e não se levam em consideração as conseqüências desta falha, onde o correto é associar os dois itens para se obter o índice de Risco, Moura (2004, p.125).

O calculo deste índice tem como objetivo, demonstrar que o risco de morte de uma pessoa deve levar em conta a ocorrência da falha e sua magnitude, a probabilidade de ocorrência e quais são as conseqüências deste evento, de acordo com as definições de Moura (2004, p.125/126) tem se o exemplo a seguir:

O risco de morte de uma pessoa, na eventualidade de ocorrência de uma explosão acidental em uma indústria química, depende da magnitude da explosão, combustível ou produto envolvido, probabilidade de ocorrência e as conseqüências para o organismo humano (fatores avaliados segundo os denominados "modelos de vulnerabilidade", que refletem a resposta média do comportamento orgânico às agressões químicas, físicas e biológicas).

2.2.3 ACIDENTE

Segundo Ferreira (2002, p.528), "o Acidente é um acontecimento casual,

imprevisto. Acontecimento infeliz, casual ou não, que resulta em ferimento, dano etc.; desastre”.

O Acidente é a ocorrência de um acontecimento, falha, ação, fato, até então imprevisto, de um risco em potencial que possibilitou a perda da segurança, em função de uma situação de perigo inerente à atividade que foi realizada, onde a mesma resultou em perdas materiais, danos pessoais e ou consequências para o organismo humano (resposta do comportamento do orgânico às agressões químicas, físicas e biológicas geradas).

Como todo acidente é um evento não desejado, inesperado ou não, e que pode resultar numa lesão, danos à propriedade, interrupção do processo produtivo, afetar a qualidade do produto, o meio ambiente e a comunidade, ele provoca perdas.

Para se medir a intensidade de um acidente deve-se levar em conta o risco de morte de uma pessoa, a magnitude dos efeitos deste acidente, as perdas materiais, os danos pessoais gerados e as consequências para o organismo humano em função do acidente.

2.3 PRINCIPAIS NORMAS E REGULAMENTAÇÕES APLICÁVEIS AS PRENSAS.

2.3.1 NORMAS

NBRNM-ISO 13854 / NM-ISO 13854 – Rev. 01/05/2003- Segurança de Máquinas - Folgas mínimas para evitar o esmagamento de partes do corpo humano

Esta norma estabelece valores para folgas mínimas de segurança para evitar a ocorrência de esmagamento de partes do corpo humano, de uma maneira geral para se dizer que uma máquina é segura se existe a probabilidade da máquina continuar em operação, pode ser ajustado, sofrer manutenção e ser desmontada,

sob as condições normais de utilização previstas, sem causar danos à saúde humana, para isso um método de evitar o risco de esmagamento de partes do corpo humano é fazer uso das folgas mínimas especificadas nesta norma, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007).

NBRNM-ISO 13852 – Rev. 01/05/2003 - Segurança de Máquinas – Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores.

Esta norma estabelece valores para distâncias de segurança, de modo a impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores de pessoas com idade superior ou igual há três anos. Essas distâncias se aplicam por si só, onde são suficientes para garantir a segurança adequada.

A determinação da distância de segurança é para proteger as pessoas que por ventura tentem atingir as zonas de perigo sem ajuda adicional, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007).

NBR 13930 – Rev. 01/02/2001 - Prensas Mecânicas – Requisitos de Segurança

Esta norma tem como objetivo definir as áreas e requisitos de segurança que envolve as Prensas Mecânicas.

Área de risco são as regiões da prensa ou na periferia da prensa que possibilitem risco de acidente do operador, conforme o seguinte:

- Área/região do ferramental (entre a placa da mesa e a placa do martelo);
- Região do curso do deslocamento do martelo;

- Região de entrada ou saída de materiais, de processamento e retirada de peças;

Região no perímetro da prensa que contiver possibilidade de deslocamento de dispositivos auxiliares no processo, alimentadores, mesas móveis, transferidores, robôs, carros transportadores de ferramentas, alimentadores de blanks, partes móveis e rotativas da máquina, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007).

NBR 14152 – Rev. 1998 - Segurança de Máquinas - Dispositivos de Comando Bimanuais - Aspectos funcionais e princípios para projeto.

Esta norma tem por objetivo definir os aspectos e princípios de funcionamento para a confecção de um dispositivo de comando bimanual, descrever as características principais de um dispositivo de comando bimanual para o alcance de segurança e exposta a combinação de características funcionais de três tipos.

O comando bimanual é um dispositivo de segurança que fornece uma medida de proteção ao operador contra o alcance de zonas perigosas durante situações de perigo, pela localização dos dispositivos de atuação de comando em uma posição específica.

Este tipo de dispositivo deve ter ao menos uma atuação simultânea com o objetivo de iniciar e manter as duas mãos do operador no dispositivo enquanto existir uma condição de perigo, para impedir a utilização de uma das mãos para outros fins que não o acionamento da máquina, esta medida de segurança proporciona uma proteção apenas para a pessoa que opera máquina, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007).

NBR 14153 – Rev. 1998 - Segurança de Máquinas – Partes de Sistemas de Comando relacionadas à Segurança – Princípios Gerais para Projeto

Esta norma tem por objetivo definir os aspectos e princípios dos sistemas de comando relacionados a segurança para a realização de um projeto, para a determinação do desempenho, com relação à ocorrência de defeitos de uma parte do sistema de comando, para isso esta norma dividiu 5 categorias (B, 1, 2, 3, 4), de acordo com a sua resistência a defeitos, e seu subsequente comportamento na condição de defeito.

Quanto mais a redução do risco depender das partes de sistemas de comando relacionadas à segurança, maior precisa ser a habilidade (função requerida é suprida) dessas partes para resistir a ocorrência dos defeitos, portanto quanto maior for a resistência a defeitos das partes relacionadas à segurança, menor será probabilidade que essa parte falhe no cumprimento de suas funções de segurança, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007).

NBRNM 272 – Rev. 01/07/2002 - Segurança de Máquinas – Proteções – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis

Esta norma tem por objetivo definir os requisitos para a realização de um projeto para proteções fixas e móveis para máquinas, estas proteções tem como objetivo principal a proteção de pessoas de perigos mecânicos.

A proteção neste caso é à parte da máquina especificamente utilizada para prover proteção por meio de uma barreira física, que atua:

- Fechada: somente é efetiva se fechada.
- Em conjunto com um dispositivo de intertravamento com ou sem bloqueio das proteções: Proteção fixa, Proteção de Enclausuramento, Proteção

Distante, Proteção Móvel, Proteção acionada Por Energia, Proteção com Fechamento Automático, Proteção de Comando, Proteção Ajustável, Proteção com Intertravamento e dispositivo de bloqueio BS EN 60204-1: 1998 Safety of machinery. Electrical equipment of machines. General requirements.

Essa norma se refere à aplicação de sistemas e equipamentos elétricos a máquinas fixas, ou seja, que não podem ser transportadas durante seu funcionamento, isso inclui, dentre elas, as máquinas que trabalham em conjunto e de modo coordenado. O equipamento a que se refere essa norma inclui o ponto de conexão da fonte de energia da máquina. Essa parte é aplicável ao equipamento elétrico ou partes do equipamento elétrico que operam com voltagens não superiores a 1000V, para corrente alternada, e não superiores a 1500V, para corrente contínua, bem como com frequências que não excedam a 200Hz. Voltagens e frequências superiores apresentam exigências especiais, Associação Brasileira de Normas Técnicas (2007).

2.3.2 NORMAS REGULAMENTADORAS

Especificação para Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho.

A Portaria 3214, de 8 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho e Emprego, aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho, Athas (2003).

A Norma Regulamentadora Nº. 12, a qual trata dos requisitos de segurança em situação de trabalho que envolva máquinas e equipamentos industriais, Athas (2003).

Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas a Segurança e Medicina do Trabalho. O Ministro de Estado do Trabalho, no uso de suas atribuições legais, considera o disposto no art. 200, da consolidação das Leis do Trabalho, com redação dada pela Lei n.º 6.514, de 22 de dezembro de 1977, resolve:

Art. 1º - Aprovar as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho:

Normas Regulamentadoras

A lista de normas regulamentadoras a seguir foi levantada com base nas informações do Athas (2003).

Lista de Normas Regulamentadoras

- NR- 1 - Disposições Gerais;
- NR- 2 - Inspeção Prévia;
- NR- 3 - Embargo e Interdição;
- NR- 4 - Serviço Especializado em Segurança e Medicina do Trabalho – (SESMT);
- NR- 5 - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – (CIPA);
- NR- 6 - Equipamento de Proteção Individual – (EPI);
- NR- 7 - Exames Médicos;
- NR- 8 – Edificações;
- NR- 9 - Riscos Ambientais;
- NR- 10 - Instalações e Serviços de Eletricidade;
- NR- 11- Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;
- NR- 12- Máquinas e Equipamentos;

- NR- 13- Vasos Sob Pressão;
- NR- 14- Fornos;
- NR- 15- Atividades e Operações Insalubre;
- NR- 16- Atividades e Operações Perigosas;
- NR- 17- Ergonomia;
- NR- 18- Obras de Construção, Demolição, e Reparos;
- NR- 19- Explosivos;
- NR- 20- Combustíveis Líquidos e Inflamáveis;
- NR- 21- Trabalhos a Céu Aberto;
- NR- 22- Trabalhos Subterrâneos;
- NR- 23- Proteção Contra Incêndios;
- NR- 24- Condições Sanitárias dos Locais de Trabalho;
- NR- 25- Resíduos Industriais;
- NR- 26- Sinalização de Segurança;
- NR- 27- Registro de Profissionais;
- NR- 28- Fiscalização e Penalidades;

Vide no ANEXO-A - NR 12 - Máquinas e Equipamentos (112.000-0) Athas (2003).

3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

3.1 PFMEA (ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL DO PROCESSO)

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.1),

Uma FMEA pode ser descrito como um grupo sistemático de atividades destinado a: (a) reconhecer e avaliar a falha potencial de um produto/processo e os efeitos desta falha, (b) identificar ações que poderiam eliminar ou reduzir a possibilidade de ocorrência de uma falha potencial, (c) documentar todo o processo. Isto é complementar no processo de definição do que o projeto ou o processo deve fazer para satisfazer o cliente.

A análise do tipo PFMEA (Análise de Modo e Efeito de Falha Potencial do Processo), é uma Ferramenta da Qualidade que busca estabelecer uma sistemática para realização de análises e aplicação de prevenção para falhas potenciais nos produtos e processos na fase de projeto, onde procura eliminar todos os modos e efeitos de falhas existentes, através de uma discussão técnica sobre o produto e o processo, identifica possíveis falhas nas operações produtivas, analisa os riscos envolvidos e com base nestes riscos, propõem ações preventivas, para a eliminação ou redução dos riscos.

Com a busca permanente das indústrias por processos cada vez mais capazes a PFMEA tem se demonstrado uma ferramenta muito eficiente, e tem sido empregada na melhoria dos produtos e processos produtivos do ramo automotivo para reduzir perdas e gastos desnecessários e prevenir a ocorrência de falhas durante o processo produtivo.

A PFMEA por ser uma ferramenta que possibilita uma análise e o levantamento de informações sobre o produto e o processo de fabricação e as influências e falhas que possam ocorrer, portanto sua aplicação pode ser utilizada

como ferramenta para detecção de falhas e riscos potenciais que possam acarretar na ocorrência de acidentes que apresentem riscos à integridade física ou saúde dos funcionários.

A utilização desta ferramenta como método de garantir a confiabilidade dos sistemas de segurança é associado à necessidade das indústrias de prover sistemas de segurança que garantam a integridade física e a saúde dos seus funcionários o que pode ser atendido com a utilização da análise do tipo PFMEA, a qual possibilitará o levantamento dos riscos onde se pode classificá-los e determinar ações para eliminar ou reduzir a possibilidade de ocorrência de acidentes.

A aplicação da análise do tipo PFMEA para ter seu sucesso garantido e eficiente tem como fator mais importante, o momento da sua elaboração, pois sua aplicação deve ser realizada antes de um modo de falha ter sido incorporado ao produto ou processo, no nosso caso antes da instalação do sistema de segurança, ou seja, antes do sistema ter sido projetado e instalado, para que possa antecipar a ocorrência de falhas nos sistemas, com a adoção desta sistemática será possível reduzir os custos de fabricação do sistema de proteção e também ter uma maior confiabilidade do sistema implantado, pois o mesmo passou por uma minuciosa análise e avaliação, ANFAVEA (2001, pág.2).

3.1.2 APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA (ANÁLISE DE MODO E EFEITOS DE FALHA POTENCIAL DE PROCESSO) COMO FERRAMENTA DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES.

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.35) descreve de uma forma mais precisa que, “uma FMEA de processo é um resumo dos pensamentos da equipe durante o desenvolvimento de um processo que inclui a análise de itens que poderiam falhar baseados na experiência e nos problemas passados”.

A PFMEA é uma ferramenta amplamente utilizada nas empresas do ramo metalúrgico como sistemática de análise e detecção de falhas e seus efeitos com objetivo de propor ações preventivas para eliminação das causas das possíveis falhas em produtos ou processos produtivos. Com a utilização desta ferramenta pretende-se que alterações nos produtos e processos sejam implantadas de forma fácil e com os menores custos, a utilização da análise do tipo PFMEA pode reduzir ou eliminar as chances de uma alteração ou novo produto ou processo de apresentar um problema futuro.

Durante a realização da análise do tipo PFMEA a equipe deve buscar identificar as funções e requisitos do processo, identificar os modos de falhas relacionados ao produto e processo para avaliar seus efeitos, identificar as causas potenciais para a redução da probabilidade de ocorrência ou melhoria da detecção para o caso de ocorrência do modo de falha, com a detecção dos modos de falhas, realizar a classificação dos modos de falhas e priorizar a tomada de ações preventivas ou corretivas.

Vale lembrar que a análise do tipo PFMEA é um documento de constante renovação, portanto os seus resultados devem ser documentados para auxiliar na sua evolução constante, o que o torna um documento dinâmico e de constante renovação para refletir as atuais condições do processo ou produto e possibilitar o aprimoramento constante dos mesmos, ANFAVEA (2001,pág.37).

A aplicação da análise do tipo PFMEA para implantação de uma ferramenta de prevenção de acidentes segue a mesma sistemática da análise do tipo PFMEA aplicada a um processo de produção, a principal diferença é o foco da aplicação da ferramenta como descrito a seguir:

- Na PFMEA sua aplicação o foco é a melhoria do processo para

eliminar falhas que possam acarretar em falhas nos processos e no produto que afetem seu funcionamento e integridade do usuário final, com objetivo de garantir a confiabilidade dos sistemas.

- Já na PFMEA aplicado como uma ferramenta para a prevenção de acidentes o foco passa a ser a melhoria do processo produtivo para eliminar falhas que possam acabar em acidentes que afetem a saúde ou a integridade física dos funcionários que operam os equipamentos para a produção ou transformação de produtos, no nosso caso em específico as Prensas Excêntricas de Chaveta.

O objetivo principal é a avaliação do sistema de proteção que será realizada por uma equipe que irá identificar todas as etapas do processo que tenham o contato do operador com a Prensa, para: identificar os modos de falhas relacionados a este processo e avaliar os efeitos que possam resultar em acidentes para o operador, com o levantamento dos efeitos deve-se identificar as causas potenciais e realizar a classificação dos modos de falhas para priorizar a tomada de ações preventivas ou corretivas para a redução ou eliminação da probabilidade de ocorrência de acidentes para o operador.

O operador/funcionário neste trabalho é o funcionário que faz uso em suas atividades da Prensa, para a realização de conformação, corte, dobra, repuxo, furação e transformação de material metálico em um produto.

3.1.3 EQUIPE DE ANÁLISE DO TIPO PFMEA

Na PFMEA, o engenheiro responsável deve se envolver direta e ativamente com os representantes de todas as áreas envolvidas com o produto e/ou

processo, este grupo deve incluir, porém sem limitação as áreas de Projeto, Montagem/Manufatura, Qualidade, Assistência técnica e Fornecedores, e as áreas responsáveis pelas próximas operações, ANFAVEA (2001, pág.37).

Na análise do tipo PFMEA voltado para o desenvolvimento de um sistema de segurança para as prensas da indústria Miroal, a equipe foi composta adotando-se a mesma sistemática adotada na análise do tipo PFMEA para um processo produtivo, a equipe foi formada de forma a torná-la multifuncional para atender nosso objetivo que é o de catalisar e estimular a troca de idéias que possibilitem à tomada de ações preventivas e de melhoria para a redução ou eliminação das probabilidades de ocorrências de falhas que possam gerar acidentes.

A Equipe de análise do tipo PFMEA (Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial do Processo), neste trabalho a equipe multifuncional foi formada para a realização de discussões técnicas sobre processo de fabricação de peças estampadas com a utilização de Prensas Mecânicas de Engate por Chaveta, com objetivo de identificar possíveis falhas nas operações produtivas que possam acarretar a ocorrência de acidentes, levantar os riscos e com base nestes riscos, propor ações preventivas.

A equipe foi formada para realização de análises em específicos de riscos de acidentes e do sistema de segurança, sendo composta por um colaborador de cada departamento a seguir: Métodos e Processos, Ferramentaria, Produção, Recursos Humanos, CIPA, Manutenção, Garantia da Qualidade e o Técnico de Segurança, capacitados a realizarem análises / discussão técnica sobre o processo e sistemas de segurança das prensas.

3.1.4 PROCESSO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA

Para a realização da análise do tipo PFMEA utiliza-se o formulário padrão proposto pela ANFAVEA (2001, pág.38), ANEXO-B - PFMEA – Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial de Processo, com a adoção de pequenos ajustes para adequar ao cenário de ferramenta de prevenção de acidentes, os conceitos utilizados pelas empresas para a realização da análise do tipo PFMEA serão mantidos não basta o simples preenchimento do formulário, mas sim a realização de uma análise da sistemática, com objetivo de extrair os pontos de possíveis falhas no processo que possam acarretar na ocorrência de acidentes, a fim de detectar os pontos falhos e propor ações para sua eliminação ou redução da probabilidade de acidente.

A realização da análise do tipo PFMEA se dá através da realização de uma reunião que é convocada com antecedência para possibilitar aos participantes o levantamento de informações relevantes a realização da análise do tipo PFMEA, o coordenador deve disponibilizar cópia da documentação pertinente para análise na reunião, para realizar a PFMEA, a equipe deve proceder como definido abaixo:

É de responsabilidade do coordenador da análise do tipo PFMEA, garantir que a equipe realize as seguintes atividades durante a sua elaboração:

- Considerar todas as características da máquina a ser utilizada no processo de fabricação das peças.
- Identificar os produtos que são fabricados neste processo, pois cada produto pode apresentar uma variação no processo que possa gerar um modo de falha.
- Levantar informações com base na experiência e conhecimentos técnicos dos funcionários e processos da Miroal.

- Discriminar as características críticas que possibilitem a ocorrência de acidentes na PFMEA.
- Avaliar cada etapa do processo produtivo que envolva a utilização das prensas da preparação até a reativada do ferramental, durante o processo de fabricação do produto, para identificar falhas no processo, relacionadas à ocorrência de acidentes.

Durante todo o desenvolvimento da análise do tipo PFMEA a equipe deve dispensar uma atenção especial para a segurança no processo e riscos de acidentes potenciais com o uso da prensa.

- Para os empregados da Miroal durante as operações produtivas, este critério é considerado durante a análise do efeito dos tipos de falha através da atribuição do critério de severidade.
- Avaliar grau de risco envolvido em cada atividade considerada, conforme o **(item 3.1.18)** deste trabalho
- Definir as ações para os casos em que o **Grau de Risco NPR supere ou iguale o valor de (100)**, com o objetivo de minimizar os riscos e prever a ocorrência de acidentes, por se tratar de uma ferramenta de análise preventiva poderão ser tomadas ações para os itens que não atinjam a pontuação, porém a equipe decida por tomar a ação.
- A partir do grau de risco envolvido na atividade, deve-se sempre que possível ser definida uma ação com base nos Métodos a Prova de Erros (Poka-Yoke) para o Processo ou Prensa.

O Fluxograma do Processo de produção deve ser utilizado para identificar as etapas do processo e suas características associadas aos riscos de acidentes e deve ter todas as suas operações e atividades produtivas discriminadas.

A Figura 7 demonstra quais as perguntas que devem ser feitas e a seqüência em que devem ser feitas para a obtenção de uma análise precisa e eficaz.

A elaboração de uma FMEA deve seguir uma seqüência lógica para se obter o resultado desejado, a Figura 7, ilustra a sistemática proposta pela ANFAVEA (2001, pág.3), o modelo apresentado sofreu algumas alterações para facilitar sua utilização como ferramenta preventiva para a ocorrência de acidentes, as atividades foram descritas de forma a forçar a equipe a realizar uma análise dos modos de falhas voltados para a segurança do operador da Prensa.

3.1.6 FUNÇÃO DO PROCESSO / REQUISITO

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.39), “o campo a Função do Processo / Requisito é a descrição simplificada do processo (ex. torneamento, furação, fresamento, soldagem, roqueamento, montagem)”.

Na abordagem deste estudo de utilização da análise do tipo PFMEA como ferramenta de prevenção para acidentes, o campo de descrição da Função do Processo / Requisito será a descrição simplificada das atividades do operador durante o processo de construção da grade e sua relação com a Prensa (ex. Corte da grade, Solda dos Conjuntos, Preparação da Máquina, Abertura da Porta, Introdução da Peça, Retirada da Peça), estas atividades deverão ser descritas de forma concisa demonstrar o propósito da operação em análise, de forma a possibilitar uma análise profunda da atividade em questão sem perda do foco da operação, descrever de forma clara qual a função da atividade e seu objetivo, para deixar bem claro o que aquela atividade vai realizar.

Para uma melhor descrição das atividades durante o processo deve ser utilizado o Fluxograma de Processo para orientação das seqüências das atividades realizadas entre o Operador o processo de confecção da grade e a Prensa, todas as atividades realizadas pelos operadores devem ser consideradas, para evitar que pequenas atividades não sejam avaliadas e possam conter modos de falhas que acarretem acidentes.

3.1.7 MODO DE FALHA POTENCIAL

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.39), o Modo de Falha Potencial é definido como a,

Maneira pela qual o processo potencialmente falharia em atender seus requisitos do processo e/ou objetivo do projeto, conforme descrito na coluna da função do processo/requisitos. Isto é a descrição de uma não conformidade nesta operação específica, que pode ser associada como o modo potencial de falha de uma operação subsequente (output da operação) ou ao efeito associado a uma falha potencial de uma operação anterior (input da operação) – interfaces do processo.

No processo normal da análise do tipo PFMEA o modo de falha potencial pode ser entendido como um potencial defeito no produto ou falha no processo que pode ter sido gerada na atividade que se realiza a análise, em uma atividade anterior, ou também em uma falha que será detectada na próxima atividade.

O modo de falha neste modelo é descrito como uma não conformidade ou perda da função que pode ser associada como o modo potencial de falha de uma operação subsequente (“output” da operação) ou ao efeito associado a uma falha potencial de uma operação anterior (“input” da operação), a descrição do modo de falha deve ser feita de forma clara e objetiva e levar em conta todos modos de falhas

potenciais, para tornar mais fácil à detecção dos modos de falhas e a determinação das causas raízes.

Na utilização da análise do tipo PFMEA como ferramenta para detecção de acidentes o modo de falha potencial não se foca no produto que se produz, e sim no processo de produção com foco nas atividades realizadas pelo operador em interação com a Prensa e na fase de confecção da grade, portanto busca-se classificar os modos de falhas nas atividades operacionais, ou seja, falhas potenciais que possam gerar acidentes durante o processo de realização da atividade, ou que possam vir de uma operação anterior (ex. Uma peça que venha para ser realizada uma atividade que obrigue o operador a segurá-la e colocar assim sua integridade em risco), ou que possam sair desta operação e gerar situações de riscos nas operações posteriores, (ex. Na próxima operação para se conseguir a realização do processo seja necessária à retirada de uma proteção e colocar o operador em risco).

Portanto os modos de falhas a serem analisados como prevenção de acidentes serão as potenciais falhas nos sistemas de segurança ou sistemáticas de trabalho que ponham em risco a integridade do operador, (ex. Não acionamento dos sensores de proteção, acionamento involuntário da prensa, sistema de proteção inadequado).

3.1.8 EFEITO (S) POTENCIAL (I)S DA FALHA

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.41), o Efeito Potencial da Falha são definidos como, “os efeitos do modo de falha no cliente(s). Descreve os efeitos da falha em termos que seria observado ou experimentado pelo cliente, deve-se lembrar que o cliente pode ser tanto um cliente interno quanto o usuário final”.

No processo normal de análise do tipo PFMEA o efeito do modo de falha potencial, pode ser entendido como quanto é a percepção do cliente no caso usuário final, ou seja, o quanto o cliente toma conhecimento da falha ou sofre experiências desagradáveis em função do defeito ocorrido, para a realização desta descrição a equipe de análise do tipo PFMEA deve fazê-la de forma clara para possibilitar a correta interpretação de seus efeitos e de como o cliente ou usuário final tem conhecimento da falha, qual seu impacto para ele e quais são os possíveis impactos nos ambientes a sua volta.

No caso do usuário final os efeitos devem ser sempre formulados em termo de desempenho do sistema ou produto, tais como: Barulho, esforço, odor desagradável, operação prejudicada, vazamentos, retrabalhos/reparos, sucata, aspereza, excesso, inoperância, instabilidade, operação intermitente, aparência degradada, controle prejudicado do veículo, insatisfação do cliente, etc.

No caso em que o cliente for à próxima operação, ou operações locais subsequêntes os efeitos devem ser sempre formulados em termo de desempenho da operação/processo, tais como os exemplos: Não da aperto, não fura, não rosqueia, não monta, não encosta, não encaixa, não conecta, não combina, causa desgaste excessivo da ferramenta, põe operador em risco, etc, ANFAVEA (2001, pág.41).

Nesta avaliação é obrigatório avaliar se o efeito do modo de falha pode gerar danos à saúde e a segurança do cliente, usuário final, produto ou operador do processo ou ainda causar um não-cumprimento às legislações.

Na utilização da análise do tipo PFMEA como ferramenta para prevenção de acidentes, para detectar o efeito do modo de falha potencial nossa análise não se foca no cliente final, o objetivo neste trabalho é analisar e avaliar o processo de

construção e funcionamento do sistema de segurança para os operadores de prensas, e tem como foco principal a operação que é realizada ou operações locais subsequentes quanto aos efeitos que os modos de falhas possam gerar para os operadores na confecção da grade ou na utilização das prensas, estes efeitos devem ser sempre formulados em termos de desempenho da operação/processo, tais como os exemplos: Porta de segurança Não fecha, acidentes com o operador, acionamento involuntário da prensa, não acionamento do botão de segurança, mutilação em membros do operador, luxação em membros do operador, quebra de ossos, causa desgaste excessivo do operador, sistema de segurança intermitente, utilização do equipamento com risco para o operador, etc.

3.1.9 SEVERIDADE

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.41), “a Severidade é uma classificação associada ao efeito mais grave para um dado modo de falha. Severidade é um índice relativo dentro do escopo da FMEA”.

No processo normal da análise do tipo PFMEA a severidade do efeito do modo de falha potencial, pode ser entendida como o maior grau de gravidade do efeito, onde um modo de falha potencial pode resultar em um defeito no cliente final e/ou na planta de manufatura/montagem, neste caso o cliente final deve ser sempre considerado como o primeiro, na ocorrência de ambos deve ser adotado o maior grau de severidade apresentado, as severidades dos efeitos devem ser sempre formulados em termos de gravidade, tais como os exemplos formulados para dar uma idéia da evolução da gravidade conforme descrito a seguir:

Muito menor: Defeito no acabamento só perceptível por clientes muito apurado. (ex: Pequenos riscos na parte inferior do painel).

Baixo: Veículo operável, porém com itens de conforto com desempenho reduzido, (ex: Acionamento do ar condicionado intermitente).

Alto: Veículo operável, porém com níveis de desempenho reduzido com o cliente muito insatisfeito, (ex: Acionamento da embreagem muito dura, o que dificulta a passagem das marchas).

Perigoso com Aviso Prévio: Índice de seriedade muito alto onde o modo de falha potencial afeta a segurança da operação do veículo e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental com aviso prévio, ou pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) com aviso prévio, (ex: Pedal do freio abaixo durante o acionamento).

Perigoso sem Aviso Prévio: Índice de seriedade muito alto onde o modo de falha potencial afeta a segurança da operação do veículo e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental sem aviso prévio, ou pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) sem aviso prévio, (ex: Sistema do sinto de segurança sem travamento com impacto), ANFAVEA (2001, pág.43).

O critério de severidade só pode sofrer uma redução no índice de classificação através de uma alteração de projeto do sistema, subsistema ou componente, ou um re-projeto do processo, (ex: Modificação do sistema de travamento do cinto de segurança, com o acréscimo de dois sistemas de trava, para no caso de um falhar o segundo sistema entra em funcionamento, neste caso pode-se não ter o choque do usuário contra o painel do veículo, mas sim um maior avanço com posterior travamento para impedir o choque com o painel percebido pelo usuário), para a realização desta classificação da severidade utiliza-se a Tabela 1

Tabela 1 – Critério de Avaliação de Severidade sugerida pela ANFAVEA (2001, pág.43).

Efeito	Critério: Severidade do Efeito, esta classificação é o resultado do modo de falha potencial que resulta em um defeito no cliente final e/ou na planta de manufatura/montagem. O cliente final deveria ser sempre considerado primeiro. Se ambos ocorrerem, usar a maior das duas severidades. (Efeito no Cliente)	Critério: Severidade do Efeito Esta Classificação é o resultado do modo de falha potencial que resulta em um defeito no cliente final e/ou na planta de manufatura/montagem. O cliente final deveria ser sempre considerado primeiro. Se ambos ocorrerem, usar a maior das duas severidades. (Efeito na Manufatura/Montagem)	Índice de Severidade
Perigoso sem aviso prévio	Índice de severidade muito alto onde o modo de falha potencial afeta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não-conformidade com a legislação governamental sem aviso prévio.	Ou pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) sem aviso prévio.	10
Perigo com aviso prévio	Índice de severidade muito alto onde o modo de falha potencial afeta a segurança na operação do veículo e/ou envolve não-conformidade com a legislação governamental com aviso prévio	Ou pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) com aviso prévio.	9
Muito Alto	Veículo/Item inoperável (perda das funções primárias).	Ou 100% dos produtos podem ter que ser sucateados, ou o veículo/item reparado no departamento de reparo com um tempo de reparo maior que uma hora.	8
Alto	Veículo/Item operável, porém com níveis de desempenho reduzido. Cliente muito insatisfeito.	Ou os produtos podem ter que ser selecionados e uma parte (menor que 100%) sucateada, ou o veículo/item reparado no departamento de reparo com um tempo de reparo entre 0,5 hora a 1 hora.	7
Moderado	Veículo/Item operável, porém item(s) de Conforto/Conveniência inoperável (is). Cliente insatisfeito	Ou uma parte (menor que 100%) dos produtos pode ter que ser sucateados sem seleção, ou o veículo/item reparado no departamento de reparo com um tempo de reparo menor que 0,5 hora.	6
Baixo	Veículo/Item operável, porém item(s) de Conforto/Conveniência operável (is) com níveis de desempenho reduzidos.	Ou 100% dos produtos podem ter que ser retrabalhados, ou veículo/item reparado fora da linha, sem ir para o dep. de reparo.	5
Muito Baixo	Itens de Ajuste, Acabamento/Chiado e Barulho não-conformes. Defeito notado pela maioria dos clientes (mais que 75%).	Ou os produtos podem ter que ser selecionados, sem sucateamento, e uma parte (menor que 100%) ser retrabalhados.	4
Menor	Itens de Ajuste, Acabamento/Chiado e Barulho não-conformes. Defeito evidenciado por 50% dos clientes.	Ou uma parte (menor que 100%) dos produtos pode ter que ser retrabalhados, sem sucateamento, na linha mas fora da estação.	3
Muito Menor	Itens de Ajuste, Acabamento/Chiado e Barulho não-conformes. Defeito evidenciado por clientes acurados (menos que 25%).	Ou uma parte (menor que 100%) dos produtos pode ter que ser retrabalhados, sem sucateamento, na linha e dentro da estação.	2
Nenhum	Sem defeito identificado.	Ou pequena inconveniência no operador ou na operação, ou sem efeito.	1

Fonte: ANFAVEA (2001, pág.43)

sugerida para a FMEA de Processo, que é composta por 10 (dez) classificações de efeitos e suas severidades, que é dividida em uma escala de 1(um) a 10 (dez) de pontuação, que vai de uma gravidade sem efeito a uma gravidade que coloca a saúde ou integridade física do usuário ou operador do processo em risco. Não é recomendada a modificação dos critérios de classificação para os valores 9 e 10 da Tabela –1, e para os modos de falha com índice de severidade 1 não são necessárias as análises, ANFAVEA (2001, pág.45).

Na utilização da PFMEA como ferramenta para detecção de acidentes, a determinação do efeito do modo de falha potencial e a análise não se foca no cliente final, devido ao objetivo neste trabalho ser de analisar e avaliar um sistema de segurança para os operadores de prensas onde sua falha acarretará em efeitos diretos somente ao operador ou ao ambiente a sua volta, o foco principal será a operação que é realizada ou operações locais subseqüentes, portanto o efeito do modo de falha neste caso pode ser entendido como o maior grau de gravidade do efeito para operador, neste caso um modo de falha potencial pode resultar em um acidente para o operador, o qual deve ser sempre considerado como o primeiro, e na ocorrência de falhas que não afetem o operador da operação em questão, porém pode gerar efeitos para outros funcionários próximos a prensa ou em atividades posteriores, deve ser adotado o maior grau de severidade apresentado.

As severidades dos efeitos para a segurança do operador descrito na Tabela 2 foram adaptadas com base no Critério de Avaliação de Severidade sugerido na Tabela 1 pela ANFAVEA (2001, pág.43), no conhecimento adquirido nas atividades profissionais e no Curso de Pós Graduação em Engenharia da Qualidade (PECE-USP), está adaptação foi realizada para uma melhor avaliação da severidade voltada a segurança do operador, que deve ser sempre formulado em termos de

Tabela 2 – Adaptação do Critério de Avaliação de Severidade proposto para a análise do tipo PFMEA de Segurança para Prensas.

Efeito	Critério: Severidade do Efeito, esta classificação é o resultado do modo de falha potencial que resulta em um efeito para o operador, portanto o efeito do modo de falha neste caso pode ser entendida como o maior grau de gravidade do efeito para operador, neste caso um modo de falha potencial pode resultar em um acidente para o operador, o qual deve ser sempre considerado como o primeiro, e na ocorrência de falhas que não afetem o operador da operação em questão porém pode gerar efeitos para outros funcionários próximos a prensa ou em atividades posteriores, deve ser adotado o maior grau de severidade apresentado.	Índice de Severidade
Perigoso sem aviso prévio	Índice de seriedade muito alto onde o modo de falha potencial afeta o funcionamento do sistema de segurança e pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental sem aviso prévio, (ex: Funcionamento intermitente do sistema de segurança sem a parada da prensa, ou seja, sistema de segurança não acionado permite o uso da prensa sem proteção). Risco de acidentes com mutilação ou perda de movimentos.	10
Perigo com aviso prévio	Índice de seriedade muito alto onde o modo de falha potencial afeta o funcionamento do sistema de segurança e pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental com aviso prévio, (ex: Acionamento da prensa com repique, ou seja, com duas batidas com um só acionamento, porém com o sistema de segurança armado o que impede o acesso a zona de risco pelo operador). Risco de acidentes com mutilação ou perda de movimentos.	8
Alto	Alto: Sistema de segurança funciona, porém com níveis de desempenho reduzido, (ex: Intermittência no acionamento da prensa depois de acionado o sistema de segurança). Risco de acidentes leves superficiais.	6
Baixo	Baixo: Defeito no sistema de segurança que dificulta o uso do sistema de segurança, itens de conforto com desempenho reduzido, (ex: Falha no funcionamento do sistema como a porta com pequeno excesso de esforço para a realização da abertura da porta).	4
Muito Menor	Muito menor: Defeito no sistema de segurança que não possibilita a ocorrência de acidentes, (ex: Falha no funcionamento do sistema como o travamento da abertura da porta do sistema de proteção, não permite o acesso a áreas de risco).	2
Nenhum	Sem defeito identificado.	1

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.43)

gravidade, a redução da quantidade de índices se deu em função da gravidade que o sistema de segurança pode gerar, portanto a Tabela 2, é composta por 6 (Seis) classificações de efeitos e suas respectivas severidades, dividida de 2 (dois) em 2 (dois) em uma escala de 1(Um) a 10 (dez) de pontuação, que vai de uma gravidade sem efeito a uma gravidade que coloca a saúde ou integridade física do operador em risco, tais como os exemplos formulados para dar uma idéia da evolução da gravidade conforme descrito na Tabela 2:

Muito menor: Defeito no sistema de segurança que não possibilita a ocorrência de acidentes.

Baixo: Defeito no sistema de segurança que dificulta o uso do sistema de segurança, itens de conforto com desempenho reduzido.

Alto: Sistema de segurança funciona, porém com níveis de desempenho reduzido.

Perigoso com Aviso Prévio: Índice de seriedade muito alto onde o modo de falha potencial que afeta o funcionamento do sistema de segurança e pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental com aviso prévio.

Perigoso sem Aviso Prévio: Índice de seriedade muito alto onde o modo de falha potencial afeta o funcionamento do sistema de segurança e pode pôr em perigo o operador (máquina ou montagem) e/ou envolve não conformidade com a legislação governamental sem aviso prévio.

Neste caso o critério de severidade só pode sofrer uma redução no índice de classificação através de uma alteração de projeto do sistema de segurança, adaptação de um sistema a prova de erros, ou a adição de nova sistemática de segurança para funcionamento em conjunto com o existente, (ex: Modificação do

sistema de segurança para o caso de desativação do sistema de segurança o mesmo desative automaticamente o funcionamento da prensa, neste caso pode-se não ter a ocorrência de acidentes pois enquanto o sistema de segurança não for acionado o equipamento não funciona), para a realização da classificação da severidade para o sistema de segurança das prensas.

No nosso sistema não é recomendada a mudança dos critérios de classificação para todas as classificações da Tabela 2, por se tratar de uma tabela preparada para análise de riscos diretos a integridade física e saúde dos operadores e para os modos de falha com índice de severidade 1 (Um) não serão necessárias as análises.

3.1.12 CLASSIFICAÇÃO

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.45), a classificação pode ser definida como, "o campo (coluna) que pode ser usada para classificar quaisquer características especiais do produto ou processo (ex: crítica, chave, maior, significativa) para um componente, subsistema, ou sistema que possa requerer controles adicionais do processo".

A classificação crítica, chave, maior, significativa, estão ligadas diretamente ao produto, as quais podem gerar danos materiais ou à saúde e a segurança do cliente, usuário final, produto ou operador do processo ou ainda causar um não-cumprimento às legislações, o que requerer por tanto uma atenção especial e a adoção de controles adicionais durante o processo produtivo para garantir que as variações do processo e ou produto estão sobre controle e em níveis aceitáveis.

Os itens que receberem esta classificação durante a realização da análise do tipo PFMEA de processo, o engenheiro de projeto responsável deve ser prontamente notificado, pois esta classificação poderá afetar a documentação de Engenharia quanto a identificação dos itens a serem controlados, esta classificação também tem como objetivo destacar os modos de falha altamente prioritários para a Engenharia e a equipe de análise da PFMEA, portanto quando há símbolos de características especiais de produto ou processo devem ser especificados por uma política específica da empresa.

Na classificação segue-se a orientação da ANFAVEA (2001, pág.45), com base nas seguintes definições para a Classificação conforme descrito a seguir:

Característica Crítica ou Especial: É uma característica de produto para qual uma variação fora da especificação afeta significativamente a satisfação do cliente, por influir na funcionalidade ou montagem do produto.

Característica de Processo: É uma característica a ser controlada no processo produtivo que funciona como uma pré – condição para conseguir atender as especificações dos clientes.

Neste trabalho só será utilizada somente a classificação de característica de segurança conforme descrição a seguir:

Característica de Segurança : É uma característica que afeta diretamente o desempenho, durabilidade ou funcionalidade de um componente ou conjunto utilizado para a segurança do operador. Uma falha nesta característica poderá causar grande insatisfação no cliente interno e grande risco de danos pessoais ao operador, ou infringir regulamentação governamental.

E assim os modos de falhas que possam colocar o operador em risco direto, ou seja, a ocorrência da falha pode acarretar na ocorrência de acidentes, ou

seja, falhas que podem gerar danos à saúde e a segurança do operador no processo ou ainda causar um não-cumprimento às legislações, o que requer uma atenção especial e a adoção de ações preventivas ou corretivas no sistema de segurança ou durante o processo produtivo para garantir que os riscos de falhas possam ser eliminados ou reduzidos a um patamar aceitável.

Tabela 3 – Símbolos de Características Críticas/Segurança.

Símbolos de Características Críticas/Segurança.	
Característica Crítica ou Especial (C C E) :	SÍMBOLO
É uma característica de produto para qual uma variação fora da especificação afeta significativamente a satisfação do cliente, por influir na funcionalidade ou montagem do produto.	C C E
Característica de Segurança (C S) :	
4.2.1 - É uma característica que afeta diretamente o desempenho, durabilidade ou funcionalidade de um componente ou conjunto utilizado pelo cliente Miroal e cliente final (usuário). Uma falha nesta característica poderá causar grande insatisfação no cliente.	C S
Característica de Processo (C P) :	
É uma característica a ser controlada no processo produtivo que funciona como uma pré – condição para conseguir atender as especificações dos clientes.	C P

Fonte: Miroal (2007)

Os itens que receberem esta classificação na análise do tipo PFMEA durante a realização da avaliação do sistema de segurança, os responsáveis pela elaboração e construção do sistema de segurança devem ser prontamente notificados, para que sejam tomadas ações preventivas ou corretivas em conjunto com a equipe de análise do tipo PFMEA, esta classificação também servirá como destaque para a análise dos modos de falha que deverão ser priorizados pela equipe de análise do tipo PFMEA, para que seja possível esta identificação será

adotada a Tabela 3 como definição para a simbologia de características especiais e de segurança do sistema de proteção das grades.

3.1.14 CAUSA (S) E MECANISMO (S) POTENCIAIS DA FALHA

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.45), “a Causa potencial da falha é definida como a forma pela qual a falha poderia ocorrer, descrita em termos de alguma coisa que possa ser corrigida ou possa ser controlada”.

A causa potencial da falha em outro termo pode ser definida como a ação ou deficiência responsável pela ocorrência de um modo de falha, ou seja, o fator responsável direto que possibilitou a ocorrência do modo de falha.

Para a determinação de uma causa potencial de um determinado modo de falha, deve se realizar uma análise até a detecção da causa raiz, ou seja, a fonte real da ocorrência da falha, para que seja possível se determinar de que forma o sistema falhou, em quais circunstâncias ocorre às falhas e como ou porque um componente pode falhar. Uma falha que for exclusivamente ligada a um modo de falha, ou seja, se as ações de correção ou controle desta causa potencial estão ligadas diretamente no modo de falha então esta falha esta completa, nos casos em que as causas potenciais são exclusivas de múltiplos modos de falha, onde para controlar ou determinar os principais fatores e quais são os fatores a serem controlados, sugere-se o uso de ferramentas como o Delineamento do Experimento (DOE).

A descrição da causa potencial deve ser feita de forma que as medidas de reforço ou de correção possam ser aplicadas a causa potencial reais do modo de

falha, ANFAVEA (2001, pág.45), cita exemplos de descrição de causas potenciais a seguir:

- Torque indevido – alto, baixo;
- Solda incorreta – corrente (amperagem), tempo, pressão;
- Tratamento térmico incorreto – tempo, temperatura;
- Fechamento / Ventilação inadequada;
- Lubrificação inadequada ou sem lubrificação;
- Peça faltante ou montada incorretamente;
- Posicionador gasto / Ferramental gasto;
- Posicionador lascado / Ferramental quebrado;
- Preparação inadequada da Máquina;
- Programação inadequada.

Na descrição das causas potenciais podem ser listados apenas erros específicos (ex. operador falha ao instalar uma junta de vedação), o uso de frases ambíguas e genéricas que podem dar dupla interpretação ou perda do foco da causa potencial (ex. erro do operador, mal funcionamento da máquina), no exemplo o erro do operador pode ser, na preparação da máquina, erro de medição, erro de interpretação de desenho, etc, estas formas de descrição devem ser evitadas por não determinar a causa potencial.

Na utilização da análise do tipo PFMEA como ferramenta para detecção de acidentes a causa potencial (s) e mecanismos (s) potenciais da falha, seguem a mesma sistemática proposta pela análise do tipo PFMEA, porém com o foco nas atividades realizadas pelo operador em interação com a Prensa, portanto busca-se classificar as causas potenciais nas atividades operacionais, e não causa potenciais que gerem não conformidades de produto / processo, ou seja, causa potenciais que

possam gerar acidentes durante o processo de realização da atividade, portanto as sistemáticas de detecção das causas potenciais são iguais à sistemática adotada para um processo produtivo.

3.1.15 OCORRÊNCIA (O)

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.47), “a Ocorrência é a probabilidade que um mecanismo/causa específico irá ocorrer, onde a probabilidade do índice de ocorrência tem um significado relativo ao invés de valor absoluto”.

A ocorrência em outras palavras pode ser definida como a frequência em que uma falha pode ocorrer em uma determinada faixa de tempo, quantidade de produção, ações executadas, tempo de acionamento, etc.

Um sistema de classificação da ocorrência deve ser consistente e estimar uma probabilidade de ocorrência de um mecanismo de falha potencial em uma escala de 1 a 10, o número de classificação de ocorrência é um índice relativo dentro do escopo da análise do tipo PFMEA e pode não refletir a real probabilidade de ocorrência, o qual serve para a equipe como um referencial para auxiliar na priorização na tomada de ações, ANFAVEA (2001, pág.47).

A definição das escalas e taxas de falhas possíveis para a ocorrência da falha, deve ser realizada pela a equipe através: do uso de experiências e conhecimento anteriores dos processos e atividades, a utilização de dados estatísticos de processos e produtos similares, dados históricos da empresa, ou seja, deverão ser utilizados todos os dados que possam auxiliar a equipe a uma previsão de ocorrência da falha seja ela subjetiva ou não, conforme sugere a tabela de critérios para a avaliação de ocorrência para a análise do tipo PFMEA conforme a Tabela-4.

Tabela 4 – Critério de Ocorrência Sugerido da FMEA de Processo (PFMEA).

Probabilidade	Taxas de Falha Possíveis	Índice de Ocorrência
Muito Alta: Falhas Persistentes	≥ 100 por mil peças	10
	50 por mil peças	9
Alta: Falhas Frequentes	20 por mil peças	8
	10 por mil peças	7
Moderada: Falhas ocasionais	5 por mil peças	6
	2 por mil peças	5
	1 por mil peças	4
Baixa: Relativamente poucas falhas	0.5 por mil peças	3
	0.1 por mil peças	2
Remota: Falha é improvável	≤ 0.01 por mil peças	1

Fonte: ANFAVEA (2001, pág.49)

Na utilização da análise do tipo PFMEA como ferramenta para detecção de acidentes a determinação da frequência de ocorrência de potenciais da falha, seguem a mesma sistemática proposta na Tabela 4, porém com o foco nas atividades realizadas pelo operador em interação com a Prensa, portanto busca-se classificar as ocorrências não por (taxas de falhas possíveis X quantidade de peças produzidas), mas sim por (taxas de falhas possíveis X quantidade de ações realizadas pelo operador), ou seja, não se foca e nem mede a ocorrência pela produção realizada, mas sim pela quantidade de atividades durante o processo de realização da atividade, portanto a sistemática de definição da ocorrência tem a mesma pontuação, porém com um sistema de faixa diferenciado, conforme definido na Tabela-5.

Tabela 5 – Critério de Ocorrência Sugerido para uma PFMEA voltado para a avaliação de um sistema de segurança de uma prensa.

Probabilidade	Taxas de Falha Possíveis	Índice de Ocorrência
Muito Alta: Falhas Persistentes	≥ 100 por mil atividades do operador	10
	50 por mil atividades do operador	9
Alta: Falhas Frequentes	20 por mil atividades do operador	8
	10 por mil atividades do operador	7
Moderada: Falhas ocasionais	5 por mil atividades do operador	6
	2 por mil atividades do operador	5
	1 por mil atividades do operador	4
Baixa: Relativamente poucas falhas	0.5 por mil atividades do operador	3
	0.1 por mil atividades do operador	2
Remota: Falha é improvável	≤ 0.01 por mil atividades do operador	1

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.49)

3.1.16 CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.51), “os Controles atuais do processo são descrições dos controles que podem detectar ou prevenir na medida do possível, a ocorrência do modo de falha ou o mecanismo/causa da falha”.

Este item descrimina qual é a sistemática adotada para a realização da verificação durante ou após o processo de fabricação do produto, esta verificação pode ser feita através de um controle estatístico tipo (Controle Estatístico de Processo – CEP), dispositivos a prova de erros, testes destrutivos, verificação dimensional, entre outros, este controle pode ocorrer na realização da operação ou em operações posteriores.

Existem dois tipos de controles de processos propostos pela ANFAVEA (2001,2001, pág.51), são eles:

Controles Preventivos: Onde se tem controle do processo para prevenir a ocorrência do mecanismo/causa da falha ou o modo de falha, ou **reduz** seu índice de ocorrência.

Controles de Detecção: Onde se tem controle de processos para detectar o mecanismo/causa da falha ou o modo de falha, e conduz à ação corretiva.

No item de controles atuais do processo na PFMEA devem ser descritos os controles existentes atualmente para este processo ou uma nova sistemática definida pela equipe de análise do tipo PFMEA que serão usados no novo processo ou produto, preferencialmente deve sempre ser aplicado o modelo de controle de prevenção para buscar sempre que possível à prevenção da ocorrência de falha, pois nessa sistemática os custos das perdas de correção são menores que na sistemática de detecção, onde o sistema só detecta a falhas após sua ocorrência, onde na maioria das vezes o produto é perdido ou retrabalhado com altos custos, ou no exemplo de acidentes a ação corretiva seria tomada após a ocorrência de um acidente.

Com objetivo de forçar uma equipe para realizar a análise dos dois sistemas de controle, o Formulário do ANEXO-B - PFMEA – Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial de Processo, tem um campo para os controles de detecção e de prevenção, para que a equipe possa distinguir e analisar os dois tipos de controle, no caso de uso de um formulário com apenas um campo deve ser distinguido com uso de uma letra (P) para os casos de controle de prevenção ANFAVEA (2001, pág.51).

3.1.17 DETECÇÃO (D)

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.51), “a Detecção é a classificação associada com o melhor controle de detecção listado na coluna de controle de processo”.

A detecção pode ser descrita como a capacidade ou eficiência do sistema de controle existente quanto a detecção na ocorrência de falhas, o índice de detecção na realização da análise do tipo PFMEA é relativo, onde para se alcançar um menor índice deve se realizar uma melhora no sistema de controle existente.

Para a realização da definição deste índice a equipe de análise do tipo PFMEA deve assumir que uma falha ocorreu e avaliar se a sistemática de controles de detecção ou prevenção é eficaz para detectar está falha e se a sistemática previne a expedição de peças com a falha para o cliente, operações subsequentes, ou permite a ocorrência de acidentes, este índice não deve ser colocado em função da ocorrência ser baixa e, portanto a detecção é eficiente, neste índice o que se busca é avaliar a capacidade do controle detectar ou prevenir a ocorrência de falhas por mais remota que seja, neste caso os sistemas de verificação aleatória não são eficazes e não devem influenciar no índice de detecção, pois pode gerar uma falsa eficiência na sistemática de detecção.

A análise do tipo PFMEA sugere uma tabela de critérios para a avaliação de detecção para a PFMEA de processo, onde estipula índices para a detecção que toma como base o sistema utilizado, entre os sistemas (A) Inspeções dimensionais ou a prova de erro, (B) Inspeções dimensionais intercaladas e (C) Inspeções aleatórias/Indiretas ou visual, conforme a Tabela-6.

Tabela 6 – Critério de Detecção Sugerido da FMEA de Processo (PFMEA)

Detecção	Critério	Tipos de Inspeção			Faixas Sugeridas dos Métodos de Detecção	Índice de Detecção
		A	B	C		
Quase Impossível	Certeza absoluta da não detecção.			X	Não pode detectar ou não é verificado.	10
Muito Remota	Controles provavelmente não irão detectar.			X	Controle é alcançado somente com verificação aleatória ou indireta.	9
Remota	Controles têm pouca chance de detecção.			X	Controle é alcançado somente com inspeção visual	8
Muito Baixa	Controles têm pouca chance de detecção.			X	Controle é alcançado somente com dupla inspeção visual	7
Baixa	Controles podem detectar.		X	X	Controle é alcançado com métodos gráficos, tais como CEP (Controle Estatístico do Processo).	6
Moderada	Controles podem detectar.		X		Controle é Baseado em Medições por Variáveis depois que as peças deixam a estação, ou em medições do tipo passa/não-passa feitas em 100% das peças depois que deixam a estação.	5
Moderadamente Alta	Controles têm boas chances para detectar.	X	X		Detecção de erros em operações subseqüentes, ou medições feitas na preparação da máquina e na verificação da primeira peça (somente para casos de preparação de máquina).	4
Alta	Controles têm boas chances para detectar.	X	X		Detecção de erros na estação, ou em operações subseqüentes por múltiplos níveis de aceitação: fornecer, selecionar, instalar, verificar. Não pode aceitar peça discrepante	3
Muito Alta	Controles quase certamente detectarão	X	X		Detecção de erros na estação (medição automática com dispositivo de parada automática). Não pode passar peça discrepante	2
Muito Alta	Controles certamente detectarão	X			Peças discrepantes não podem ser feitas porque o item foi feito a prova de erros pelo projeto do processo/produto.	1

Fonte: ANFAVEA (2001, pág.53)

Na utilização da análise do tipo PFMEA como ferramenta para detecção de acidentes a determinação da eficácia da detecção de potenciais falha, seguem a mesma sistemática proposta pela análise do tipo PFMEA, porém com o foco nas atividades realizadas pelo operador em interação com a Prensa, portanto busca-se classificar a detecção em função de sua capacidade de detectar ou prevenir falhas que levem a ocorrências de acidentes.

Para a realização da definição deste índice a equipe de análise do tipo PFMEA deve assumir que uma falha ocorreu e avaliar se a sistemática de controles de detecção ou prevenção é eficaz para detectar está falha e se a sistemática previne a ocorrência de acidentes com o operador da atividade atual ou de operações subsequentes, este índice não deve ser colocado de forma a levar em conta que a possibilidade de ocorrência da falha é baixa, mas sim se a sistemática de detecção é eficiente, neste índice o que se busca é avaliar a capacidade do controle de detectar ou prevenir a ocorrência do acidente independente de sua probabilidade de ocorrência, o que importa nesta avaliação é que o índice seja condizente com a eficiência do sistema de controle.

Para auxiliar a equipe sugere-se uma tabela de critérios similar ao da análise do tipo PFMEA para a avaliação de detecção para a análise do tipo PFMEA de avaliação de um sistema de segurança de prensas, onde se estipula o índice para a detecção que toma como base a sistemática de verificação, o sistema (A) Verificações mecânicas ou a prova de erro, (B) Testes práticos do sistema intercaladas e (C) Verificações aleatórias/Indiretas ou visual do sistema, conforme a Tabela-7.

Tabela 7 – Critério de Detecção Sugerido para uma análise do tipo PFMEA voltado para a avaliação de um sistema de segurança de uma prensa.

Detecção	Critério	Faixas Sugeridas dos Métodos de Detecção	Índice de Detecção
Quase Impossível	Certeza absoluta da não detecção.	Não pode detectar ou não é verificado.	10
Muito Remota	Controles provavelmente não irão detectar.	Controle é alcançado somente com verificação aleatória ou indireta.	9
Remota	Controles têm pouca chance de detecção.	Controle é alcançado somente com inspeção visual	8
Muito Baixa	Controles têm pouca chance de detecção.	Controle é alcançado somente com dupla inspeção visual	7
Baixa	Controles podem detectar.	Controle é alcançado com métodos gráficos, tais como CEP (Controle Estatístico do Processo).	6
Moderada	Controles podem detectar.	Controle é Baseado em Medições por Variáveis depois que as peças deixam a estação, ou em medições do tipo passa/não-passa feitas em 100% das peças depois que deixam a estação.	5
Moderadamente Alta	Controles têm boas chances para detectar.	Detecção de erros em operações subseqüentes, ou medições feitas na preparação da máquina e na verificação da primeira peça (somente para casos de preparação de máquina).	4
Alta	Controles têm boas chances para detectar.	Detecção de erros na estação, ou em operações subseqüentes por múltiplos níveis de aceitação: fornecer, selecionar, instalar, verificar. Não pode aceitar peça discrepante	3
Muito Alta	Controles quase certamente detectarão	Detecção de erros na estação (medição automática com dispositivo de parada automática). Não pode passar peça discrepante	2
Muito Alta	Controles certamente detectarão	Peças discrepantes não podem ser feitas porque o item foi feito a prova de erros pelo projeto do processo/produto.	1

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.53)

3.1.18 NÚMERO DE PRIORIDADE DE RISCO NPR

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.53), “o Número de Prioridade de Risco é o produto dos índices da Severidade (S), Ocorrência e Detecção (D)”.

O número de prioridade de risco NPR pode ser descrito como a sistemática de priorização para tomadas de ações corretivas/preventivas no escopo da análise do tipo PFMEA, individual este valor vai de (1 a 1000), onde for maior o número de NPR indica os pontos no processo com as maiores deficiências.

$$(S) \times (O) \times (D) = NP$$

Equação (3.1)

Portanto para a tomada de ações corretivas/preventivas deve ser levado em conta o NPR como sistemática de determinação de pontos críticos para a tomada das ações.

3.1.19 AÇÕES RECOMENDADAS

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.55), o campo de ação recomendada serve para a, “avaliação da engenharia para ações corretivas/preventivas deveria ser primeiramente direcionada para as altas severidades, alto NPR, e outros itens designados pela equipe. O objetivo de qualquer ação recomendada é reduzir os índices na seguinte ordem: severidade, ocorrência e detecção”.

As ações recomendadas podem ser descritas como a realização de ações de melhoria para um determinado modo de falha, baseado numa sistemática de priorização de gravidade no caso da análise do tipo PFMEA o NPR, para

minimizar ou eliminar os modos de falhas, prover uma melhoria no sistema de detecção, reduzir a probabilidade de ocorrência, ou reduzir a severidade de um modo de falha.

Nos casos em que a severidade é 9 ou 10 a equipe da análise do tipo PFMEA deve dar uma atenção especial para estes itens independente do seu NPR em função da gravidade e risco a integridade física dos operadores, clientes e ou usuários finais, as ações devem ser tomadas para evitar a ocorrência do modo de falha ou proteção adequada para evitar a ocorrência de acidentes, no caso do índice de severidade a redução do mesmo só é possível através da revisão do projeto e ou processo.

Em nosso trabalho será adotado como nota de corte o NPR=100, para todos os fatores com NPR maior ou igual a 100 pontos, será obrigatória a tomada de ações, os itens que apresentarem estas condições serão destacados na cor vermelha, a equipe independente da pontuação pode propor ações para qualquer pontuação de NPR a seu critério.

Deve ser tomado um cuidado em especial na pontuação de todos os itens da análise do tipo PFMEA que compõem o NPR para que não seja induzida uma redução da pontuação para que o NPR não ultrapasse a faixa que obriga a tomada de ações, para isso se propõem que todas pontuações sejam colocadas e o cálculo do NPR seja realizado depois, esta ação visa não gerar no grupo uma tendência de redução de notas em função da quantidade de ações que possam aparecer durante a realização da análise do tipo PFMEA.

É de responsabilidade do Coordenador da análise do tipo PFMEA garantir a implementação das ações definidas e realizar o acompanhamento da implementação das mesmas.

Após implementação das ações, é de responsabilidade do coordenador da análise do tipo PFMEA verificar a eficácia das mesmas, e caso as ações sejam consideradas eficazes, revisar o grau de risco NPR e revisar a análise do tipo PFMEA.

Caso a (s) ação (ões) não seja (m) considerada (s) eficaz (es) deve-se definir outra (s) ação (ões) e repetir os passos estabelecidos até chegar a uma situação aceitável de consenso entre a equipe de análise do tipo PFMEA.

Para os casos em que a equipe da análise do tipo PFMEA não realize recomendações de ações ou o NPR não seja igual ou ultrapasse 100, o campo de ações recomendadas deve ser preenchido com “NENHUMA” nesta coluna, a ausência deste fechamento pode caracterizar a não realização da análise da necessidade de ações recomendadas pela equipe.

3.1.20 RESPONSÁVEL PELA (S) AÇÃO (ÕES) RECOMENDADA (S)

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.57), “O campo de Responsável pela Ação Recomendada é o campo reservado para o preenchimento da pessoa responsável pela ação recomendada e a definição do prazo para sua execução”.

O responsável pela ação recomendada deveria ser uma pessoa da equipe que tenha domínio pela ação a ser realizada para a redução da gravidade de um modo de falha NPR, neste caso sugere-se que o responsável seja um engenheiro, a pessoa responsável pela ação deve ser responsável por:

- Garantir que a ação foi realizada de acordo com as determinações da Equipe de análise do tipo PFMEA;

- Garantir o atendimento dos prazos conforme determinado pela equipe de análise do tipo PFMEA;
- Que no caso de não ser atendida as recomendações da equipe de análise do tipo PFMEA, sejam tomadas ações para a retomada das ações recomendadas para atendimento das especificações.

3.1.21 AÇÃO (ÕES) TOMADAS (S)

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.57), “O campo de Ação Tomada é o campo reservado para o preenchimento após uma ação ter sido implementada, onde se coloca uma breve descrição da ação realizada e a data de sua efetivação”.

A ação tomada deve ser descrita pelo responsável pela ação recomendada de forma a representar uma breve descrição objetiva da ação realizada, onde deve ser descrita para retratar a real ação tomada para os casos de alterações ou ajustes realizados durante a implantação da ação conforme o acompanhamento e ajustes realizados pelo responsável, para que seja possível o atender o objetivo da equipe e a redução da gravidade do modo de falha NPR.

3.1.22 RESULTADO DA AÇÃO (ÕES) TOMADAS (S)

Segundo a ANFAVEA (2001, pág.57), o campo de resultado da ação tomada é o, “Campo reservado para o preenchimento após a ação corretiva/preventiva ter sido identificada, onde são estimados e registrados novos valores dos índices resultantes de severidade, ocorrência e detecção, para realização do novo cálculo do NPR”.

Para a ação tomada deve ser realizada uma nova análise de estimativa para os índices de severidade, ocorrência e detecção, onde para a nova definição do índice é avaliada a nova situação do modo de falha após a realização das ações corretivas/preventivas, se nesta nova análise o índice continuar acima da nota de corte de NPR-100 ou nos casos que a equipe julgar necessário, deve ser proposta uma nova ação corretiva/preventiva com objetivo de realizar a redução da gravidade do modo de falha NPR, na busca constante pela melhoria contínua.

No caso da não realização das ações propostas por inviabilidade ou falta de recursos necessários deve ser mantida a pontuação anteriormente definida pela equipe, e deixar os campos correspondentes aos índices em branco.

3.2 FLUXOGRAMA DE PROCESSO

Segundo Slack (1997), o Fluxograma ou Diagrama de Fluxo de Processo , “documenta o fluxo e as diversas atividades que compõem um processo produtivo e registra o método de fazer um trabalho”.

O Fluxograma do processo consiste na realização do mapeamento do processo produtivo, através da representação gráfica, por meio de símbolos geométricos, de uma seqüência de operações e movimentos, com o levantamento de todas as atividades a serem realizadas para fabricação, transformação ou produção de um produto, processo ou trabalho desde o processo de recebimento do material até a expedição do produto acabado ou processado.

O Fluxograma do Processo de produção deve ser utilizado para identificar as etapas do processo e suas características críticas para garantir a realização do mesmo sem gerar perdas ou danos ao produto ou processo, já o

Fluxograma do Processo aplicado como uma ferramenta para identificar as etapas do processo e as características de construção e montagem de uma grade de segurança deve ter como principal objetivo sua utilização para identificar as etapas do processo associadas aos riscos de acidentes e deve ter todas as suas operações e atividades produtivas descritas.

Para uma melhor avaliação e descrição das atividades a serem realizadas durante o processo de fabricação de uma grade de segurança deve ser utilizado o Fluxograma de Processo para orientação das seqüências das atividades realizadas no processo de Fabricação e Montagem das grades e levar sempre em conta a interação do Operador com a Prensa e o sistema de segurança, onde todas as atividades devem ser consideradas, para evitar que pequenas atividades não sejam avaliadas e possam conter modos de falhas que possam acarretar em acidentes para todos envolvidos neste processo.

A utilização desta ferramenta possibilita a detecção de trabalhos repetitivos, pontos críticos, etc, o que permite a visão de uma melhor sistemática de trabalho e consecutivamente reduz desperdícios e falhas.

Para a realização de uma identificação visual para as diferentes etapas do processo Slack (1997) e Campos (2004), propõem diversos símbolos com objetivo de padronizar e dar uma visão seqüencial e lógica do processo.

A Tabela 8 ilustra os símbolos de Figuras Geométricas e seus significados, a qual foi montada de acordo com os padrões propostos por Slack (1997) e Campos (2004), onde foram ilustrados os símbolos a serem utilizados neste trabalho, e nos casos em que os símbolos divergem foi utilizado o símbolo que possibilita um melhor entendimento visual.

Tabela 8 – Quadro de Símbolos do Diagrama / Fluxograma do Processo.

Recebimento 	Ato ou efeito de receber, etapa de partida do Processo, onde é adquirido o produto, matéria prima ou componente para a realização da operação, tarefa ou atividade de trabalho. Resultados: Aceitar, obter, dispor ou ter.
Trabalho 	Processo, operação, tarefa ou atividade de trabalho, que provoca mudanças na forma e propriedade de materiais, componentes ou produto. Resultados: Modifica, altera, produz ou adianta.
Transporte 	Processo que provoca um movimento, ou seja, mudanças na posição de matérias-primas, componentes, informações ou pessoas. Resultados: Transfere de um lugar para outro.
Estocagem Planejada 	Processo planejado de estocar matérias-primas, materiais, componentes, produtos ou arquivo de informações ou fila de pessoas de acordo com o plano. Resultados: Guarda, armazena, arquiva ou conserva.
Estocagem não Planejada 	Processo com estado de congestão, atraso ou pausa no processo de matérias-primas, materiais, componentes ou produto, de acordo com o plano. Resultados: Parada indesejada de guarda, armazenamento.
Inspeção da Quantidade. 	Processo para obter a diferença dos resultados, onde se compara a referência com a quantidade de matéria-prima, materiais, componentes e produtos. Resultados: Controla, verifica quantidade.
Inspeção da Qualidade. 	Processo de julgar a conformidade do lote ou boa qualidade da peça, e testa as características da qualidade da matéria-prima, componentes, materiais, ou produtos e compara os resultados com a referência. Resultados: Controla, verifica qualidade.

Fonte: Adaptada de Slack (1997) e Campos (2004).

O fluxograma é uma ótima ferramenta a ser utilizada antes da elaboração da análise do tipo PFMEA, pois possibilita uma visão detalhada das etapas do processo, gera uma redução considerável das chances de falhas na análise e detecção de modos de falhas durante a realização da análise do tipo PFMEA, nas etapas do processo levantadas durante a realização do Fluxograma de Processo, as quais são utilizadas como entradas na análise do tipo PFMEA no campo de Descrição do Processo, onde é descrita por etapas cada função do processo que é analisada.

3.3 5 POR QUÊS

Trata-se de uma ferramenta com conceitos e aplicação muito simples, mas de grande eficácia para auxiliar na detecção das causas raízes de problemas, no nosso caso a detecção das causas raízes dos modos de falhas apresentados na análise do tipo PFMEA, pois se o preenchimento do campo “Causa da Falha em Potencial”, da análise do tipo PFMEA for realizado de forma simples sem a realização de uma análise mais profunda pode gerar erros como a detecção de causas superficiais que não possibilitam a tomada de uma ação corretiva que eliminem ou reduzam a possibilidade real de ocorrência do modo de falha.

Segundo Slack (1997), para a aplicação da técnica deve-se estabelecer o problema com a pergunta “por que o problema ocorreu”, uma vez respondida esta pergunta deve-se realizar as perguntas “por que essas causas ocorreram”, não se deve dar por satisfeito com causas raízes superficiais detectadas facilmente, onde se deve repetir por pelo menos 5 (cinco) vezes este procedimento, e nos casos necessários continuar até a detecção da causa raiz do problema.

Para um melhor entendimento desta ferramenta e sua sistemática Moura (2004, p.123/124), propõem um exemplo fictício em que teria havido um vazamento de óleo no mar, ocasionado por um petroleiro, para realizar a análise descrita a seguir:

Pergunta: (1º) **Por que** vazou petróleo no mar?

Resposta: Porque o navio bateu em pedras e perfurou o costado (Revestimento ou forro exterior do casco, numa embarcação) e atingiu o tanque de óleo.

Pergunta: (2º) **Por que** o navio bateu em pedras?

Resposta: Porque falhou o sistema de governo (lemes).

Pergunta: (3º) **Por que** falhou o sistema de governo?

Resposta: Porque falhou o sistema hidráulico.

Pergunta: (4º) **Por que** falhou o sistema de governo hidráulico?

Resposta: Porque a bomba não conseguiu manter a pressão.

Pergunta: (5º) **Por que** a bomba não conseguiu manter a pressão?

Resposta: Porque houve vazamento de óleo hidráulico no selo (retentor).

No exemplo proposto por Moura (2004, p.123/124), não se conseguiu chegar à causa raiz do problema, pois se pode dar seqüência na análise com a realização de mais perguntas como, por exemplo: **Por que** houve o vazamento de óleo hidráulico no selo (retentor), onde se pode chegar às respostas como: Porque não foi realizada a manutenção preventiva para troca dos selos (retentores); Porque houve falha na instalação dos selos (retentores); Porque houve excesso de pressão no sistema hidráulico, etc. Essa sistemática deve ser realizada até não se conseguir mais realizar a pesquisa de Por Quês.

No exemplo exposto caso seja concluído como a causa raiz do acidente, tem-se como ação corretiva ou ação recomendada no caso da análise do tipo PFMEA, a recomendação de inspeção de todos os selos da frota de navios, rever as rotinas de manutenção com a verificação e troca periódica dos selos, rever o projeto, etc, de modo a eliminar a possibilidade de ocorrência do modo de falha deste tipo.

3.4 SISTEMAS A PROVA DE ERROS (POKA-YOKE)

Segundo Hirayama (2005), “a palavra Poka-Yoke vem de um termo japonês que em geral é traduzido por a prova de erros” (evitar “yokeru” erros desavisados (poka)) e tem como meta atingir o zero defeito”.

Segundo Shingo (1988) apud Hirayama (2005, p. 58), o Poka-Yoke é baseado no sistema de Controle de Qualidade Zero Defeito que possui as seguintes abordagens:

1. Inspeção na Fonte: erros são detectados na fonte e evitados, para que não ocorra o surgimento de defeitos no produto. Um exemplo é a adição de um pino de localização em uma peça para garantir que ela será sempre posicionada no produto final na posição correta.
2. Inspeção de 100%: utiliza um dispositivo a prova de erro de baixo custo para inspecionar automaticamente erros ou condições operacionais defectivas em 100% dos produtos produzidos. Exemplo: uma chave de limitação para se checar o correta posição de uma peça que acabou de ser fixada.
3. Ação imediata para interromper operações onde um erro é detectado, como por exemplo, um circuito que automaticamente desliga a máquina caso seja detectado um defeito no produto que está sendo processado.

Segundo Shingo (1988); Bauer e Labute (1999) apud Hirayama (2005, p. 58-60), com base nas abordagens do Sistema de Qualidade Zero Defeito, são identificados dois tipos de poka-yoke:

- À prova de erros (*error proofing*) – o produto ou o processo é projetado de forma a impedir a ocorrência de uma falha potencial ou uma causa de falha, ou seja, os produtos não podem ser manufaturados ou montados de forma incorreta. Ação proativa, preventiva;
- À prova de defeitos (*mistake proofing*) – o processo é planejado de modo a ajudar o operador a reduzir ou eliminar erros, aplica-se técnicas de inspeção que detectam e não deixam passar defeitos durante o trabalho ou processo de montagem. O processo pode também informar imediatamente o operador se a operação foi feita corretamente, e em caso de ocorrência de erros há uma ação corretiva. Ação reativa. Detecção de erros.

Shingo S., Poka-yoke; Improving Product Quality by preventing defects, Nikkan Kogyo Shimbun/Factory Magazine, (Ed), Portland, Oregon: Productivity Press, 1998.

Buer D. e Labutte E., Error / Mistake Proofing During New Vehicle Launches. Society of Automotive Engineers, Inc, 1999.

Na utilização do sistema Poka-Yoke no nosso estudo de casos o mais recomendado é a utilização da abordagem de “Inspeção na Fonte” proposta por Shingo (1988), pois os erros e modos de falhas são detectados na fonte e suas causas raízes são evitadas, o que impede a ocorrência da falha e consecutivamente de acidente. Um exemplo para este caso é a instalação de sensores de presença na porta da grade para que só permita o acionamento da prensa após o fechamento da mesma, para garantir que não existe acesso a área de prensagem. Com a instalação deste dispositivo, caso a prensa seja acionada involuntariamente ou ocorra uma pane que possa gerar seu acionamento, o operador não correrá riscos de acidente.

A sistemática a prova de erros “error proofing”, é o melhor sistema, pois trabalha de forma proativa e evita a ocorrência do modo de falha onde o defeito é prevenido e não corrigido, os produtos não podem ser manufaturados ou montados e no caso de acidentes os mesmos não ocorrem, portanto não se gera custo de retrabalho ou seleção ou no caso de acidentes os mesmos são prevenidos, já no caso do sistema “mistake proofing” que detectam o defeito ou modo de falha e gera um alerta com a imediata tomada de ações corretivas que apesar de eficientes permitem a perda ou retrabalho de alguns produtos ou a ocorrência de acidentes que pode gerar perdas às vezes irreparáveis.

No caso estudado de avaliação de um sistema de segurança para prensas mecânicas, sempre que possível deve ser aplicado à sistemática a prova de erros “error proofing”, pois a ocorrência de uma falha possibilita a ocorrência de acidentes que podem causar ao operador a mutilação em membros, luxação, quebra de ossos, desgaste excessivo do operador, etc, acidentes estes que podem deixar seqüelas irreparáveis.

A aplicação do sistema Poka-Yoke não deve se limitar às melhorias nos processos produtivos, a adoção desta sistemática muitas vezes pode ser necessária à realização de uma revisão do projeto do produto ou processo para possibilitar a aplicação de uma melhoria que garanta que a ação será proativa/preventiva, e que empeça a ocorrência da falha ou acidente. Um exemplo para este caso é a revisão do projeto da grade de segurança com a alteração do dimensional das aberturas de entrada das matérias-primas ou saída das peças, para redimensionar as mesmas de forma a não permitir a passagem de membros dos operadores para a área de prensagem das prensas, e assim evitar a ocorrência de acidentes em função da aplicação de um sistema aprova de erros no projeto, Itikawa (2005).

Os acidentes em geral ocorrem de modo involuntário, com a adoção do sistema Poka-Yoke auxiliam a evitar a ocorrência de erros que possam acarretar em acidentes, para um melhor entendimento deste sistema segue alguns exemplos possíveis de ser aplicados a um sistema de segurança:

- **Instalação de Tirantes na ponta do eixo da biela da prensa:** evitam na ocorrência de quebra do eixo que o mesmo caia sobre o operador.
- **Enclausuramentos das partes moveis:** evita o acesso e contato dos membros do operador a áreas de risco.
- **Enclausuramento dos sensores de fim de curso de acionamento da prensa** evita o acionamento involuntário da prensa e o uso incorreto por parte dos operados como “o travamento ou inutilização do sensor”.

Segundo Shingo (1988) apud Hirayama (2005, p. 58-60), existem dois estágios para a ocorrência de defeitos: o defeito está prestes a ocorrer, ou ele já ocorreu. Shingo descreve que o sistema Poka-Yoke tem três funções básicas para evitar defeitos – desligamento,

controle e aviso. O reconhecimento de que um erro está prestes a ocorrer é chamado de predição, e o reconhecimento de que o erro já ocorreu é chamado de "detecção".

A aplicação desta ferramenta possibilita a utilização de uma grande variedade de dispositivos, recursos e sistemas que podem ser usados com o objetivo de detectar e prevenir a ocorrência de erros, defeitos ou acidentes.

Segundo Hirayama (2005, p. 60), os detectores usados pelo Poka-Yoke podem ser divididos em duas categorias: os que ficam em contato direto com a peça e os que não ficam em contato com a peça.

- **Dispositivos de contato:** Micro-Chaves e chaves de limitação são os dispositivos de detecção mais usados no poka-yoke. Eles detectam a presença de itens e são bastante flexíveis.

No estudo de caso deste trabalho as chaves de limitação podem ser usadas, por exemplo, para assegurar que a porta da grade de segurança esteja fechada para permitir o acionamento da prensa, e no caso de abertura da porta o sistema de acionamento da prensa seja desligado, de forma a não permitir que o processo de estampagem comece até que a porta esteja na posição correta "fechada". Para este tipo de dispositivo existem vários dispositivos de contato usados para detecção, tais como: as chaves de proximidade, sensores magnéticos, sensores de posição, sensores de passagem de metal, entre outros dispositivos mecânicos.

- **Dispositivos de não contato:** Chaves fotoelétricas podem lidar com objetos opacos, translúcidos ou transparentes, conforme a necessidade. Há dois tipos de detecção possíveis: transmissão e reflexão. No tipo de detecção por transmissão, duas unidades são usadas, uma para transmitir o feixe de luz, e o outro para receber o feixe de luz. Esse tipo pode estar normalmente ligado, o que significa que a luz está desobstruída. O Tipo de detecção por reflexão responde a luz refletida a partir de um objeto para detectar a sua presença.

Este tipo de dispositivo de chaves fotoelétricas atualmente é muito usado nos sistemas de proteção de prensas, conhecidos como “barreira/cortina de luz; barreira de segurança”, [a principal diferença quanto à instalação entre o sistema de “Dispositivos de Contato” e os “Dispositivos de Não Contato”, é o custo de instalação onde os Dispositivos de Contato são mais baratos e com um sistema de instalação muito mais simples com relação aos de não contato]. Este é um dos motivos ao qual levou a empresa estudada a optar pela confecção de um sistema alternativo de segurança com o uso de grades e sensores de presença e fim de curso, que tem um menor custo de instalação, o que possibilitaria uma maior agilidade na implantação de sistemas de segurança nas prensas.

Na busca para se ter um processo, produto ou até mesmo um serviço, a prova de erros, ou seja, com zero defeito, através da adoção do sistema do Poka-Yoke, Shingo (1988) apud Hirayama (2005, p. 60-61), propõem oito princípios básicos para a implementação de melhorias a prova de erros as quais devem seguir os seguintes princípios:

- 1. Construir qualidade nos processos:** Fazer com que seja impossível produzir itens defeituosos mesmo onde um erro é cometido. A abordagem deste caso é de 100% de inspeção, por usar dispositivos poka-yoke no processo.
- 2. Todos os erros involuntários e defeitos podem ser eliminados:** É necessário assumir que defeitos não são inevitáveis. Sempre existe uma maneira para eliminar todos os erros e defeitos.
- 3. Pare de fazer errado, e faça certo agora:** É necessário seguir a filosofia de “não produzir, não aceitar e não passar defeitos”, e eliminar os “porém’s” nas frases “sabe-se que isto não está correto, porém...”.
- 4. Não pense em desculpas, pense em como fazer correto.**
- 5. Uma chance de sucesso de 60% é boa o bastante para implementar a idéia:** Em melhorias, não há necessidade de

perfeição antes de tomar uma ação. Analise as causas e pense em uma solução. Caso a solução tenha chance de mais de 50% de sucesso, implemente-a imediatamente. A solução poderá ser mudada ou melhorada posteriormente, através de melhorias contínuas durante a implementação do processo.

6. Erros e defeitos podem ser reduzidos a zero, onde todos trabalham juntos para atingir este objetivo.

7. Dez cabeças pensam bem mais que apenas uma: Através do trabalho em equipe é possível obter um maior número de idéias para se implementar uma melhoria no processo.

8. Procure a causa real, através do uso das técnicas “5 por quês e 1 como” e o Diagrama de Causa e Defeito: Onde ocorre um defeito, não basta somente empregar mais inspetores para detectar mais produtos defeituosos. Esta medida é apenas um paliativo, e não uma solução definitiva. Ao invés disso, é necessário ir à fonte do problema para assegurar que as medidas serão tomadas em direção a solução real, com a aplicação das técnicas tais como o “5 por quês e 1 como” e o Diagrama de Causa e Efeito.

O sistema a prova de erros (Poka-Yoke), é uma ferramenta com conceitos e aplicação muito simples, porém com muito eficiente e eficaz na prevenção de ocorrência de modos de falhas e de causas/causas raízes de problemas, no estudo de caso realizado as causas raízes dos modos de falhas apresentadas na análise do tipo PFMEA são descritas no campo “Causa da Falha em Potencial”, a eliminação ou redução dos modos de falha através da utilização de dispositivos (Poka-Yoke), devem ser descritas no campo “Ação Preventiva Recomendada” da análise do tipo PFMEA. O simples preenchimento de uma proposta/tomada de uma ação preventiva sem a realização de uma análise profunda quanto à eficácia desta ação pode gerar erros como a tomada de uma ação superficial que não possibilite a redução dos índices de Ocorrência (O) e Detecção (D) dos modos de falha, e consecutivamente não se tem a redução do Número de Prioridade de Risco NPR, o que não satisfaz o objetivo da tomada desta ação na análise do tipo PFMEA, portanto o quanto mais próximo de um sistema a aprova de erro for à ação, maior será a possibilidade de eliminação ou redução da probabilidade de ocorrência do modo de falha, ou seja, maior será a possibilidade de redução do NPR.

4 EXEMPLO DE PREENCHIMENTO PARA OS CAMPOS DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA

Com objetivo de auxiliar no entendimento, análise, preenchimento e aplicação da análise do tipo PFMEA e das ferramentas de suporte citadas, descreve-se um exemplo de uma análise para um modo de falha que segue as etapas da análise do tipo PFMEA, conforme descrito nos itens a seguir.

4.1 Função do Processo/Requisito

A Figura 8 ilustra o processo de confecção de uma rosca (M5 X 0,75), em uma alavanca de acionamento.

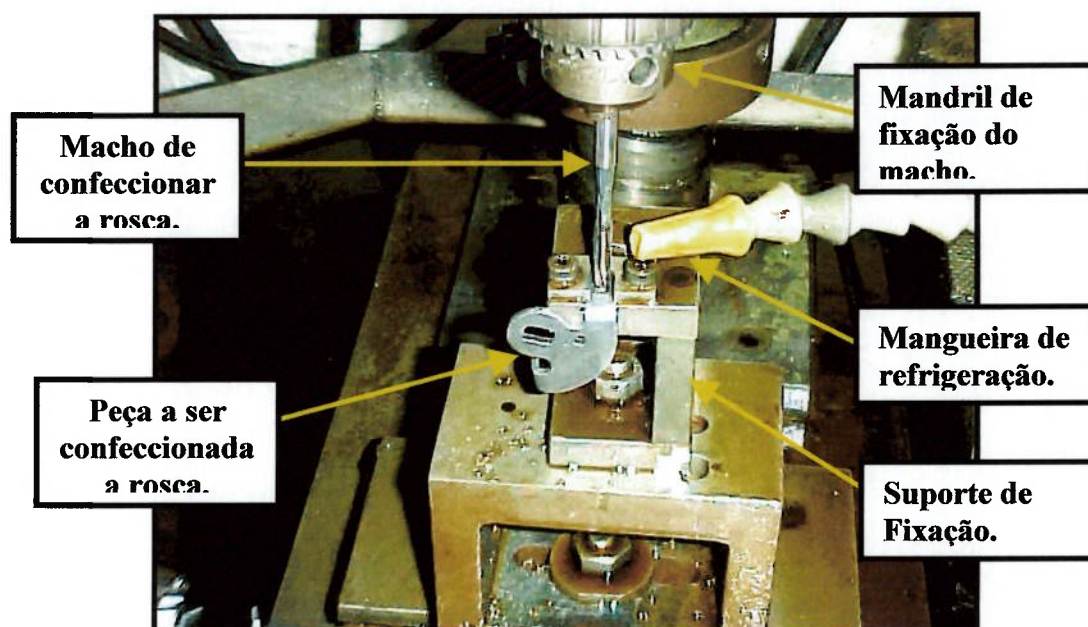


Figura 8: Sistema de fixação e confecção da rosca (M-5 X 0,75), instalado em uma rosqueadeira.

4.2 Modo de Falha

Alavanca com a rosca danificada, maior que o especificado (M5 X 0,75).

4.3 Efeito do modo de falha

Funcionamento irregular, contra peça “não deu aperto” durante a montagem.

4.4 Severidade (S)

Como descrito nas Tabela 9 e Tabela 10, as pontuações de severidade adotada para este modo de falha, se o mesmo modo de falha ocorrer para um produto ou processo produtivo o modo de falha será considerado “moderado”, já numa aplicação para a avaliação de um sistema de segurança proposto por este trabalho o modo de falha será considerado “alto”.

Tabela 9 – Faixa da Tabela de Severidade sugerido para um FMEA de processo

Efeito	Critério: Severidade do Efeito está classificação é o resultado de um modo de falha potencial que resulta em um defeito no cliente final e/ou na planta de manufatura/montagem. O cliente final deveria ser sempre considerado primeiro. Se ambos ocorrerem, usar a maior das duas severidades. (Efeito no Cliente)	Critério: Severidade do Efeito Está classificação é o resultado de um modo de falha potencial que resulta em um defeito no cliente final e/ou na planta de manufatura/montagem. O cliente final deveria ser sempre considerado primeiro. Se ambos ocorrerem, usar a maior das duas severidades. (Efeito na Manufatura/Montagem)	Índice de Severidade
Moderado	Veículo/Item operável, porém item(s) de Conforto/Conveniência inoperável (is). Cliente insatisfeito	Ou uma parte (menor que 100%) dos produtos pode ter que ser sucateados sem seleção, ou o veículo/item reparado no departamento de reparo com um tempo de reparo menor que 0,5 hora.	6

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.43).

Tabela 10 – Faixa da Tabela de Severidade proposta para Avaliação da Segurança nas Prensas.

Efeito	Critério: Severidade do Efeito está classificação é o resultado de um modo de falha potencial que resulta em um efeito para o operador, portanto o efeito do modo de falha neste caso pode ser entendida como o maior grau de gravidade do efeito para operador, neste caso um modo de falha potencial pode resultar em um acidente para o operador, o qual deve ser sempre considerado como o primeiro, e na ocorrência de falhas que não afetem o operador da operação em questão, porém pode gerar efeitos para outros funcionários próximos, a prensa ou em atividades posteriores, deve ser adotado o maior grau de severidade apresentado.	Índice de Severidade
Alto	Alto: Sistema de segurança funciona, porém com níveis de desempenho reduzido, (ex: Intermitência no acionamento da prensa depois de acionado o sistema de segurança).	6

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.43)

4.5 Classificação

A característica em avaliação não se trata de uma característica crítica ou de segurança, neste caso se trata de uma característica de Processo.

Tabela 11 – Faixa da Tabela de Classificação.

Característica de Processo (C P)	
É uma característica a ser controlada no processo produtivo que funciona como uma pré – condição para conseguir atender as especificações dos clientes.	C P

Fonte: Miroal (2007)

4.6 Determinação da causa raiz do modo de falha.

Para a determinação da Causa Raiz, é recomendado a aplicação da ferramenta da qualidade de (5 POR QUÊS), a utilização desta sistemática auxiliará

na determinação da causa raiz real, para o exemplo estudado segue a aplicação desta ferramenta conforme a seguir:

Pergunta: (1º) Por que a alavanca saiu com a rosca danificada, maior que o especificado (M5 X 0,75)?

Resposta: Porque o macho danificou a rosca durante o processo produtivo.

Pergunta: (2º) Por que o macho danificou a rosca durante o processo produtivo?

Resposta: Porque o macho patinou no final do curso.

Pergunta: (3º) Por que o macho patinou no final do curso?

Resposta: Porque o macho passou do limite de curso do fuso da rosqueadeira.

Pergunta: (4º) Por que o macho passou do limite de curso do fuso da rosqueadeira?

Resposta: Porque o sistema de “top” do curso falhou e não limitou o curso.

Pergunta: (5º) Por que o sistema de “top” do curso falhou e não limitou o curso?

Resposta: Porque o posicionador do curso está gasto.

Pergunta: (6º) Por que o posicionador do curso está gasto?

Resposta: Porque o posicionador permite regulagem com aperto por parafuso.

Com a aplicação da análise da causa raiz através da aplicação da ferramenta (5 POR QUÊS), chega-se a seguinte determinação:

Causa Raiz: “Posicionador do curso da rosqueadeira gasto em função do sistema de regulagem”, conforme ilustrado na Figura 9.

A causa raiz detectada permite que o macho passe do limite, conforme ilustra a Figura 9, e danifique a rosca na volta, onde não se detectada a falha no processo, pois, o Plano de Controle da operação não descreve de forma clara a obrigatoriedade de liberação da peça com a utilização do calibrador do lado passa e também do lado não passa do calibrador.

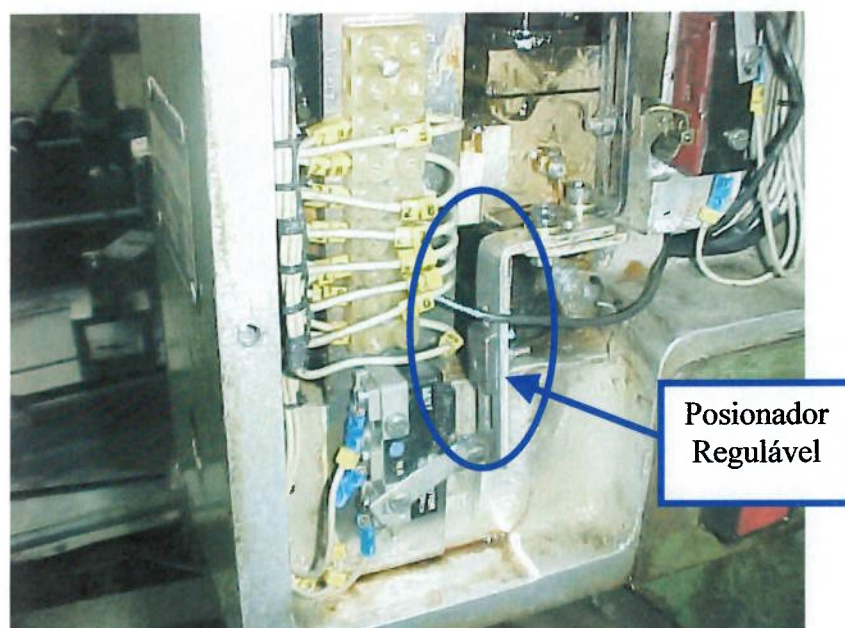


Figura 9: Sistema de posicionador do curso da Rosqueadeira, com posicionador regulável.

4.7 Ocorrência (O)

Este item apresenta um índice de ocorrência “Moderado”, conforme a Tabela 12, de acordo com os Critérios de Ocorrência Sugerido da FMEA de Processo (PFMEA), para este item se considera como moderado o índice, pois toda realização de Set-Up da máquina está sujeito a ocorrência deste tipo de modo de falha.

Tabela 12 – Faixa da Tabela de Ocorrência sugerido para um FMEA de processo.

Moderada: Falhas ocasionais	5 por mil atividades do operador	6
	2 por mil atividades do operador	5
	1 por mil atividades do operador	4

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.49)

4.8 Controles Atuais de Processo

Durante o Processo de realização da rosca (M5 X 0,75), existe a Inspeção de Set-Up e a Inspeção de Processo do item conforme Plano de Controle o qual especifica a utilização de um calibrador de rosca (M5 X 0,75), no início da produção e a verificação a cada 2:00 Horas.

4.9 Detecção (D)

Durante o Processo de realização da rosca (M5 X 0,75), existe a Inspeção de Set-Up e a Inspeção de Processo do item que é realizada conforme especificações do Plano de Controle o qual determina a utilização de um calibrador de rosca (M5 X 0,75), esta inspeção deve ser realizada no início da produção e a cada 2:00 Horas, a qual permite uma detecção “Moderada” durante o processo de fabricação, conforme a classificação descrita na Tabela 13,

Tabela 13 – Faixa da Tabela de Detecção sugerida para um FMEA de processo.

Detecção	Critério	Tipos de Inspeção			Faixas Sugeridas dos Métodos de Detecção	Índice de Detecção
		A	B	C		
Moderada	Controles podem detectar.		X		Controle é Baseado em Medições por Variáveis depois que as peças deixam a estação, ou em medições do tipo passa/não-passa feitas em 100% das peças depois que deixam a estação.	5

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.53)

4.10 Número de Prioridade de Risco NPR

Para a realização do cálculo NPR deste modo de falha faz-se uso da Equação (4.1), para a realização cálculo no exemplo demonstrado adotou-se a seguinte pontuação conforme mostrado nos itens anteriores, sendo a Severidade de (6), a Ocorrência de (6) e a Detecção de (5), conforme demonstrado na Equação 4.2, onde se tem:

$$\text{NPR} = (S) \times (O) \times (D)$$

Equação (4.1)

$$\text{NPR} = (6) \times (6) \times (5)$$

Equação (4.2)

$$\text{NPR} = (180)$$

Equação (4.3)

O número de prioridade de risco ficou em NPR=180, conforme demonstrado na Equação 4.3, neste caso o índice passou de nossa cota de corte que é de NPR=100, portanto como para a tomada de ações corretivas/preventivas deve ser levado em conta o NPR como sistemática de determinação de pontos críticos, para este caso deve ser tomada uma ação preventiva para a redução do grau de risco NPR.

4.11 Determinação da Ação Recomendada

Nesta etapa deve-se avaliar a causa raiz e buscar implantar a ferramenta de Sistemas a Prova de Erros (POKA-YOKE) sempre que possível, no caso estudado após a realização da análise da causa raiz à equipe da análise do tipo PFMEA conseguiu definir uma ação com a aplicação de um Sistema a Prova de Erros, com a definição da ação recomendada, a seguir:

Ação Recomendada: **“Alterar o sistema de regulagem do curso da rosqueadeira, com a instalação de um posicionador fixo para evitar que o fuso saia fora do curso, para eliminar a regulagem do curso para deixar o curso de rosca fixo e revisar o Plano de Controle da operação de rosquear a peça com o acréscimo da verificação do lado passa e do lado não passa”**, a Figura 10 ilustra a alteração realizada no sistema de “top” da rosqueadeira.



Figura 10: Posicionadores de curso da Rosqueadeira, Novo sistema de posicionador sem regulagem (esquerda da figura) e Antigo sistema posicionador com regulagem (direita da figura).

4.12 Responsável pela Ação Recomendada

No exemplo exposto por se tratar de uma ação que envolve alterações nos posicionadores dos controles elétricos da máquina, a equipe optou por designar como responsável: **“O Técnico de Manutenção (Antônio Homem)”**, o qual tem domínio da ação a ser realizada e pode exercer um melhor controle sobre a realização da atividade.

4.13 Ação Tomada

Após a implementação da ação(ês) proposta (s) deve (m) ser descrito o que foi realizado de alteração no campo de ação tomada Conforme descrito a seguir:

- **Realizada a alteração do sistema de regulação do curso da rosqueadeira, com a instalação de dois posicionadores fixos no sistema de curso da rosqueadeira.**
- **Revisados o Plano de Controle da operação de rosquear a peça, com acréscimo da verificação com calibrador de rosca do lado passa e do lado não passa, onde passa a ser necessário o registro das duas verificações na realização da inspeção do produto.**

A Figura 11 ilustra a implantação da alteração do novo sistema de “top” do curso, instalado no sistema de acionamento do curso da rosqueadeira, com os limitadores sem regulação.

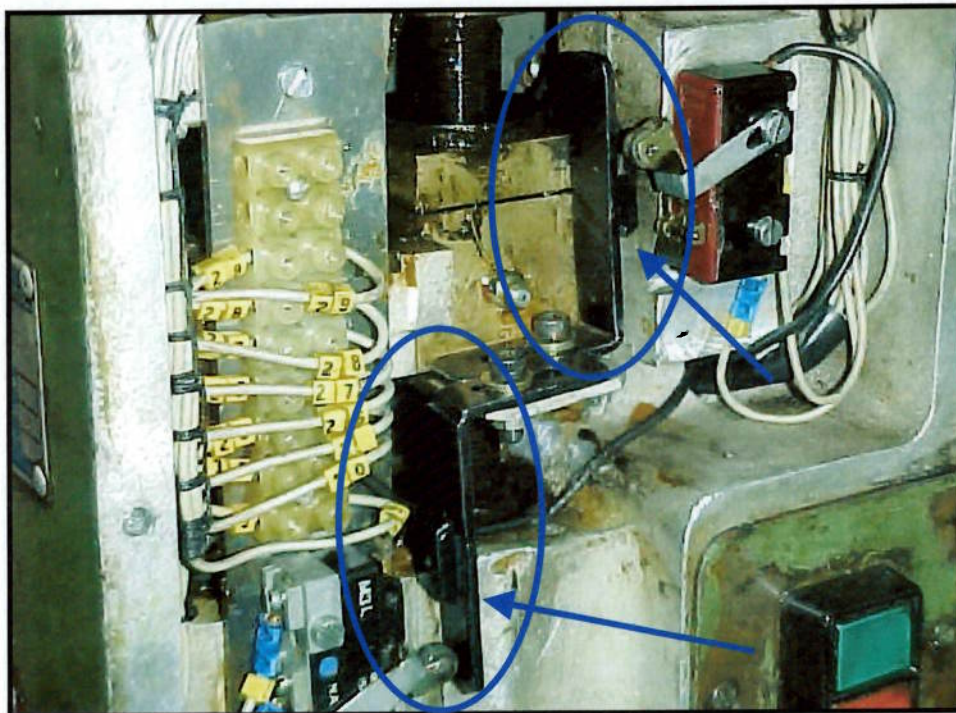


Figura 11: Novo sistema de posicionador do curso instalado na Rosqueadeira sem regulagem.

4.14 Resultado da Ação Tomada

Com a implantação das ações propostas conseguiu-se a implantação de um sistema A Prova de Erros, que evita que o fuso saia fora do curso, e elimina a regulagem do curso para que o mesmo fique fixo, e também evita a ocorrência de falha de inspeção por parte do operador, por usar somente um lado do calibrador na inspeção.

Para a avaliação da ação tomada a equipe deve levar em conta a eficácia das ações implantadas e realizar nova análise do NPR para este modo de falha com o uso novamente da Equação 4.4.

Com a implantação das ações obteve-se os seguintes resultados:

- A Severidade (S) foi mantida, pois mesmo com a implantação das melhorias, se o modo de falha ocorrer ainda é uma gravidade “Moderada”, portanto a Severidade manteve o mesmo índice (6), conforme demonstrado na Equação 4.5;
- A Ocorrência (O) teve seu índice reduzido em função da implantação da ação ter sido um sistema a prova de erros, onde o operador não tem mais controle nem a possibilidade de realizar ajustes no curso da rosca, o que evita erros e falhas humanas, e também por ser um sistema fixo onde não se tem mais o risco de soltar a regulagem durante a produção, com isso o índice da Severidade caiu para a categoria, “Baixo: Relativamente poucas falhas”, com o índice de (3), conforme demonstrado na Equação 4.5 e na Tabela 14;

Tabela 14 – Faixa da Tabela de Ocorrência para um FMEA de processo.

Baixa: Relativamente poucas falhas	0.5 por mil peças	3
	0.1 por mil peças	2

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.49).

- A Detecção (D) também teve seu índice reduzido em função da implantação da ação também ter melhorado o sistema de controle, onde a máquina não tem mais regulagem e passou a ser um curso de rosca padrão, e com a melhora na descrição no Plano de Controle de processo, com a realização da descrição da inspeção a ser realizada de forma mais clara, onde o operador deve realizar a inspeção com o calibrador do lado passa e do lado não passa e realizar os dois registros de inspeção a cada

2:00 horas, portanto com isso o índice da Detecção caiu para a categoria, “Moderadamente Alto”, com o índice de (4), conforme demonstrado na Equação 4.5 e na Tabela 15.

Tabela 15 – Faixa da Tabela de Detecção para um FMEA de processo.

Moderadamente Alta	Controles têm boas chances para detectar.	Detecção de erros em operações subsequentes, ou medições feitas na preparação da máquina e na verificação da primeira peça (somente para casos de preparação de máquina).	4
---------------------------	---	---	----------

Fonte: Adaptada da ANFAVEA (2001, pág.53).

Para a determinação do novo NPR para este modo de falha, a equipe deve realizar nova análise e um novo cálculo conforme a Equação 4.4, com a realização da nova análise foi levantado os seguintes índices, de Severidade de (6), Ocorrência de (3) e Detecção de (4), conforme demonstrado na Equação 4.5, onde tem se:

$$\text{NPR} = (S) \times (O) \times (D)$$

Equação (4.4)

$$\text{NPR} = (6) \times (3) \times (4)$$

Equação (4.5)

$$\text{NPR} = 72$$

Equação (4.6)

Com a nova análise tem-se o novo Número de Prioridade de Risco de NPR=72, conforme demonstrado na Equação 4.6, neste caso com a implantação das ações propostas, o índice passou para um patamar aceitável para a equipe da análise da PFMEA, o que atende a meta da ação, portanto não se recomenda à tomada de novas ações.

5 ESTUDOS DE CASOS

5.1 OBJETIVO

Com o surgimento da Convenção Coletiva de Melhoria das Condições de Trabalho para Prensas e Equipamentos Similares, Injetoras de Plástico e Tratamento Galvânico de Superfícies para as indústrias metalúrgicas do Estado de São Paulo, revisão de 20 de Abril de 2006, com o objetivo de garantir proteção adequada à integridade física e à saúde dos trabalhadores, que se utilizam destes equipamentos nas etapas de processos produtivos como é o caso das Prensas, Ministério do Trabalho e Emprego (2006).

As indústrias na busca do atendimento aos requisitos da Convenção, iniciaram um processo de adequação aos seus sistemas de segurança, com este objetivo a Miroal desenvolveu internamente um sistema de proteção para Prensas Mecânicas com base no seu conhecimento interno e de alguns sistemas existentes no mercado, com objetivo de analisar e avaliar o sistema proposto serão realizados os estudos com a utilização da ferramenta de análise do tipo PFMEA no processo de construção e montagem da grade de segurança.

O sistema proposto caso viesse a ter uma falha como, por exemplo: sistema de segurança intermitente, acionamento involuntário da prensa, não acionamento do botão de segurança, etc, na eventualidade de ocorrência destas falhas o operador fica exposto ao risco de acidentes, que podem causar: mutilação e luxação em membros, quebra de ossos, desgaste físico excessivo, etc, portanto a adoção deste sistema requer cuidados durante seu processo de confecção e montagem.

No estudo de casos para a sua realização foram aplicadas as técnicas da ferramenta da análise do tipo PFMEA associada às ferramentas de Fluxo de Processo, 5 Por Quês e Sistema a Prova de Erros, para a análise e detecção de modos de falhas na construção, montagem e instalação de um sistema de grade de segurança desenvolvido internamente na indústria Miroal, o estudo tem como objetivo a realização da avaliação e melhoria do sistema de segurança proposto pela empresa, e assim demonstrar a eficácia da aplicação destas ferramentas em outros ramos de atividade que não os processos produtivos automotivos.

5.2 APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA NA ANÁLISE DE UM SISTEMA DE SEGURANÇA PARA PRENSAS MECÂNICAS

Para o desenvolvimento do estudo de caso foram fornecidos pela empresa os desenhos do projeto da grade de segurança, informações e históricos de acidentes ocorridos neste tipo de equipamento, o qual contem as informações do processo de construção, montagem e instalação dos sensores elétricos da grade e estatísticas de acidentes.

Por se tratar de um produto já desenvolvido e projetado sem a utilização da FMEA de projetos, foi realizado o desmembramento do estudo de caso em duas fases, o Processo de Fabricação da Grade e o Processo de Montagem da Grade e teste, para possibilitar uma melhor análise e detecção dos modos de falhas existentes no processo ou até mesmo no projeto.

No processo de fabricação serão analisadas todas as etapas de confecção e montagem dos componentes da grade com objetivos de detectar os modos de falhas potenciais do Processo e do Produto, já no Processo de Montagem serão analisadas todas as etapas de montagem dos subconjuntos da grade na prensa com

o objetivo de detectar os modos de falhas do Processo de Montagem e do funcional final do sistema de segurança.

O projeto deste sistema de segurança consiste no enclausuramento da área de prensagem de uma Prensa Mecânica, através da instalação de grades e sistemas de sensores para detectar a abertura ou desmontagem do sistema, para impossibilitar o acionamento da prensa com a grade de proteção fora de posição ou com a porta aberta.

Para eliminar ou minimizar a possibilidade de ocorrência destes modos de falha a ferramenta da análise do tipo PFMEA apresenta uma ótima eficácia na realização da análise e tomada de ação em processos produtivos no ramo automotivo, a sua aplicação na análise deste sistema possibilitará a obtenção de um processo mais seguro e confiável, que garante a integridade dos operadores que farão uso da Prensa.

5.2.1 ESTUDO DE CASO 1 – APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA GRADE DE SEGURANÇA.

A elaboração do estudo de caso foi realizada conforme as etapas descritas a seguir:

Primeira etapa: Nesta fase foram realizados o levantamento da documentação do projeto do sistema de grade de proteção e as estatísticas de ocorrência de acidentes bem como atas de reunião de casos estudados anteriormente, para possibilitar a equipe de trabalho uma análise de dados históricos.

Segunda etapa: Esta etapa consiste na determinação da equipe de trabalho multifuncional para a elaboração do Fluxo de Processo e da análise do tipo

PFMEA, por se tratar de um sistema de segurança a equipe foi definida com a participação dos funcionários e respectivos setores conforme a seguir: Mario César - Engenharia, Marcos – Métodos e Processos, Carlos -Ferramentaria, Ricardo – Produção, Ailton (Produção/Prensista), Recursos Humanos, CIPA, Antônio / Amarildo - Manutenção, Donizeti - Garantia da Qualidade e o José Carlos - Técnico de Segurança, esta equipe foi composta desta forma para possibilitar uma análise diversificada e uma discussão técnica sobre o processo e sistemas de segurança das prensas.

Terceira etapa: Realizado o levantamento de todas as etapas do processo de fabricação e do processo de montagem da grade de proteção, para a elaboração dos Fluxos de Processos onde foi utilizado o formulário ANEXO-C - Fluxograma de Processo, que descreve de forma clara todas as operações a serem realizadas e as suas respectivas figuras geométricas correspondente, após o levantamento de todas as etapas descreve-se para cada etapa, quais as principais características do produto ou processo e as principais características de controle para aquela etapa.

Com a elaboração do Fluxo de Processo conforme descrito no APÊNDICE -A – Fluxograma do Processo de Fabricação da Grade de Segurança (Laterais, Porta e Sensores), com a aplicação da ferramenta obteve-se o detalhamento do processo de fabricação das grades de proteção e o levantamento das principais características críticas de processo e do produto e também das principais características de controle.

Esta etapa do estudo de casos possibilitou o levantamento de todas as etapas dos processos onde as quais foram analisadas e poderão ter seus modos de falhas avaliados na análise do tipo PFMEA, para evitar assim a passagem de

alguma etapa de processo sem a realização da análise pela equipe da análise do tipo PFMEA.

Quarta etapa: Aplicação da análise do tipo PFMEA no Processo de Confeção da Grade.

Nesta fase foi realizada a análise do tipo PFMEA que contempla todas as etapas do processo de Fabricação da Grade, para a elaboração da análise do tipo PFMEA foi utilizado pela equipe o formulário ANEXO-A - PFMEA – Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial de Processo, onde foram analisadas todas as etapas do processo, levantada na elaboração do Fluxo de Processo APÊNDICE A, descreveu-se os modos de falha potencial, os efeitos destas falhas potencial, e pontuou-se a sua severidade, determinou a causa raiz potencial para cada modo de falha detectado através da aplicação da ferramenta “5 Por Quês”, pontua-se a possibilidade de ocorrência deste modo de falha, levantou-se os controles de prevenção e detecção existentes, pontuou-se a eficácia deste sistema de detecção existente e por fim calcula-se o NPR, após uma avaliação do grau de risco NPR gera-se para todos os casos com um $NPR > 100$, propostas de ações preventivas ou de melhoria, após a implantação das ações realiza-se nova análise e avaliação da pontuação do NPR, o que garante desta forma que nenhum modo de falha apresenta o $NPR > 100$ no Processo de Fabricação da Grade.

Com a elaboração da análise do tipo PFMEA para o Processo de Fabricação conforme descrito no APÊNDICE – B – FMEA do Processo de Confeção da Grade de Segurança (Laterais e Porta), com a aplicação desta ferramenta, conseguiu-se que das 25 (vinte e cinco) etapas analisadas do processo, fosse detectados 18 (dezoito) pontos críticos no processo de confecção da grade e

realizo-se 15 (quinze) ações preventivas recomendadas pela equipe, a diferença apresentada entre a quantidade de pontos críticos e a quantidade de ações tomadas se dá em função de algumas ações servirem para mais de um ponto crítico, seguem as propostas implantadas na realização deste estudo e os respectivos números da operação analisadas:

- OP-01 - Revisão da Rotina de Inspeção para acrescentar o controle da característica de isenção das arestas, para evitar que pontas cortantes cheguem no processo de produção.
- OP-03 - Realização da compra de uma lona de vinil para realização do transporte nos dias de chuva, para evitar a oxidação do material e posterior perda de vida útil do produto.
- OP-04 – Realização da identificação do estoque para materiais improdutivos dentro da empresa em área coberta, para evitar a oxidação do material no estoque e posterior perda de vida útil do produto.
- OP-04 – Confeção de prateleiras para distribuição e armazenamento do material na manutenção, e assim evitar a deformação na matéria-prima com a posterior perda da matéria-prima ou geração de retrabalho no processo.
- OP-10 – Acrescentado na operação de corte a realização da rebarbação das arestas e a Revisão do Plano de Inspeção para acrescentar o controle da característica de isenção das arestas e rebarbas, para evitar que pontas cortantes passem para as próximas etapas do processo de produção.
- OP-10 – A Figura 12 demonstra o dispositivo construído para apoio e posicionamento na Policorte, para evitar perdas de material no processo e

falhas na montagem da grade que possam permitir o acesso à área de prensagem.



Figura 12: Dispositivo de fixação dos componentes da grade na Policorte.

➤ OP-20 – A Figura 13 demonstra o dispositivo construído para posicionar o esquadro dos componentes na solda, para evitar erros de montagem dos subconjuntos e perdas de material no processo e falhas na montagem da grade que possam permitir o acesso à área de prensagem.

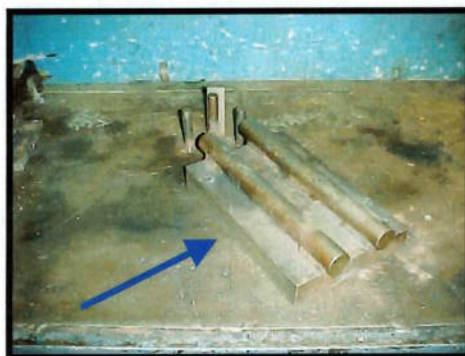


Figura 13: Dispositivo de fixação dos componentes da grade para solda.

➤ OP-20 - Elaboração de uma instrução de trabalho para solda com a determinação dos parâmetros de regulação da Solda Mig, para a padronização do processo de soldagem e o aumento da confiabilidade no processo.

- OP-20 - Elaboração de uma instrução de trabalho para descrever as etapas de montagem e os itens a serem soldados, para evitar a ocorrência de erros de montagem por parte do operador com posterior perda do material processado ou geração de retrabalho no processo de montagem.
- OP-20 - Acrescentar no Plano de Inspeção a realização de testes práticos e destrutivos para aprovação do set-up, para evitar a ocorrência de erros de inspeção e uma melhor avaliação do processo de soldagem.
- OP-30 - Confeccionar gancheira com encaixes fixos para as grades com objetivo de evitar a sobreposição das peças ou posicionamento inadequado das peças no processo de pintura.
- OP-40 - Elaboração de uma instrução de trabalho para pintura com a determinação dos parâmetros de regulagem da Pintura, para a padronização do processo de pintura e o aumento da confiabilidade no processo.
- OP-40-Acrescentar no Plano de Inspeção a verificação do código – (XPN- Amarela) para conferência do tipo da tinta na embalagem, para evitar a ocorrência de erros de inspeção e de uso de material errado.
- OP-50 - Elaboração de uma Instrução de Trabalho para pintura com a determinação dos parâmetros de temperatura e tempo na estufa, para a determinação dos tempos corretos de permanência na estufa e padronização do processo de secagem da tinta de forma a ter um aumento da confiabilidade no processo.
- OP-50 - Realizar a compra de um temporizador com despertador para alertar o operador para a retirada das peças da estufa após atendimento

da especificação de tempo, para prover uma sistemática e equipamentos para a padronização do tempo de secagem da tinta.

Com a implantação das ações recomendadas teve-se uma melhora no processo com a eliminação dos pontos críticos, que passaram os seus graus de risco NPR, para um patamar aceitável pela equipe de análise do tipo PFMEA, ou seja, um $NPR < 100$.

5.2.2 ESTUDO DE CASO 2 – APLICAÇÃO DA ANÁLISE DO TIPO PFMEA NO PROCESSO DE MONTAGEM DA GRADE DE SEGURANÇA.

Na realização do segundo estudo de caso foi aplicada a análise do tipo PFMEA para o processo de Montagem da Grade que contemplou todas as etapas do processo de montagem, onde foi seguidas as mesmas etapas de preenchimento e elaboração da análise do tipo PFMEA de Confecção da Grade descrita no item anterior com o uso do ANEXO-A - PFMEA – Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial de Processo, onde se realizou a descrição para cada etapa do processo levantadas na elaboração do Fluxo de Processo de Montagem da Grade, descreveu-se os tipos de falhas potenciais, os efeitos desta falha potenciais, até o levantamento da pontuação do NPR, o qual depois de avaliado seu grau de risco NPR gerou-se para todos os casos com um $NPR > 100$, propôs se ações corretivas ou de melhoria, após a implantação das ações realizou-se uma nova análise e avaliação da pontuação do NPR, para garantir desta forma que nenhum modo de falha apresenta um $NPR > 100$.

A elaboração deste estudo de caso seguiu as mesmas etapas do primeiro estudo de casos com o aproveitamento de algumas informações obtidas, conforme descrito nas seguintes etapas:

Primeira etapa: Nesta fase foi realizado o levantamento da documentação do projeto do sistema de grade de proteção e as estatísticas de ocorrência de acidentes bem como atas de reunião de casos estudados anteriormente, para possibilitar a equipe de trabalho uma análise de dados históricos e um maior conhecimento do processo de montagem da grade.

Segunda etapa: Esta etapa consiste na determinação da equipe de trabalho multifuncional a qual foi mantida a mesma utilizada no Estudo de Caso 1, a utilização da mesma equipe proporciona um aumento de conhecimento do processo em função do aprendizado na elaboração da análise do tipo PFMEA do Caso 1.

Terceira etapa: Realizado o levantamento de todas as etapas do processo de montagem da grade de proteção, com a elaboração do Fluxo de Processo onde foi utilizado o formulário ANEXO-C -Fluxograma de Processo, onde se descreveu-se de forma clara todas as etapas a serem realizada no processo de montagem da grade e as suas respectivas figuras geométricas correspondente, após o levantamento de todas as etapas, descreveu-se para cada etapa, quais as principais características do produto ou processo e as principais características de controle para aquela etapa.

Com a elaboração do Fluxo de Processo conforme descrito no APÊNDICE -C – Fluxograma do Processo de Montagem da Grade de Segurança (Laterais, Porta e Sensores), obteve-se o detalhamento de todas as etapas do processo de montagem das grades e o levantamento das principais características críticas de processo e do produto e também das principais características de controle, as quais

poderão ter seus modos de falhas avaliados na análise do tipo PFMEA, para evitar que o processo de montagem não tenha nenhuma etapa sem a realização da análise pela equipe da análise do tipo PFMEA.

Quarta etapa: Aplicação da análise do tipo PFMEA no Processo de Montagem da Grade.

Nesta fase foi realizado o estudo da análise do tipo PFMEA para todas as etapas do processo de Montagem da Grade, para a elaboração da análise do tipo PFMEA foi utilizado pela equipe o formulário ANEXO-A - PFMEA – Análise de Modo e Efeitos de Falha Potencial, onde se realizou-se o registro da análise de cada etapa do processo levantadas na elaboração do Fluxo de Processo APÊNDICE C, descreveu-se os modos de falha potencial, os efeitos destas falhas potenciais, a respectiva pontuação da severidade, e determinou-se a causa raiz potencial para cada modo de falha detectado através da aplicação da ferramenta “5 Por Quês”, pontuou-se a possibilidade de ocorrência deste modo de falha, levantou-se os controles de prevenção e detecção existentes, pontuou-se a eficácia do sistema de detecção existente e calculou-se o NPR, após a avaliação do grau de risco NPR gerou-se para todos os casos com um $NPR > 100$, propostas de ações corretivas ou de melhoria, após a implantação das ações realizou-se uma nova análise e avaliação da pontuação do NPR, garantindo desta forma que nenhum modo de falha apresenta um $NPR > 100$.

Com a elaboração da análise do tipo PFMEA para o Processo de Montagem da Grade conforme descrito no APÊNDICE – D – FMEA do Processo de Montagem da Grade de Segurança (Laterais, Porta e Sensores), conseguiu-se que das 14 (quatorze) etapas analisadas do processo, fossem detectas 29 (vinte e nove)

pontos críticos no processo de montagem da grade e realizou-se 19 (dezenove) ações preventivas recomendadas pela equipe, a diferença apresentada entre a quantidade de pontos críticos e a tomada de ações se dá em função de algumas ações servirem para melhoria de mais de um ponto crítico, seguem as propostas e implantadas na realização deste estudo:

OP-01 – Revisado o Processo de Fabricação dos componentes da grade para acrescentar a realização da rebarbação dos conjuntos no final de cada etapa.

➤ OP-01 – Elaborado uma instrução de trabalho para pintura com a determinação dos parâmetros de regulação da Pintura.

➤ OP-01 – Revisado o Plano de Inspeção de recebimento dos conjuntos para acrescentar a verificação da característica de isenção de riscos, falhas na pintura e a verificação da característica de cor e criado um quadro de amostra de cor.

➤ OP-10 - Elaborado uma Instrução de Montagem com a determinação das folgas máximas para não permitir o acesso à área de prensagem.

➤ OP-20 - Acrescentado no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação de todas as especificações das matérias primas a serem usadas na prensa para determinar a abertura.

➤ OP-20 - Acrescentado no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação da altura da grade para impedir o acesso à área de prensagem.

- OP-20 – A Figura 14 demonstra a solicitação realizada junto a Engenharia para o acréscimo de divisórias horizontais para passagem do material para possibilitar mais de uma entrada para o material com o espaçamento mas não permitir a entrada da mão do operador.

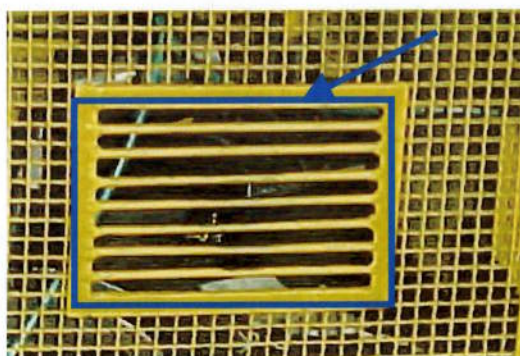


Figura 14: Passagem para Matéria-Prima na grade.

- OP- 20 - Solicitado junto a Engenharia o acréscimo de contra porca nos parafusos de fixação da grade na prensa.
- OP- 21 - Elaborado uma Instrução de Trabalho para determinar os itens a serem inspecionados no teste prático para avaliação do sistema de segurança e possibilidade de acesso à área de prensagem.
- OP- 30 - Acrescentado no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação das peças usadas na prensa para determinar a abertura de saída.
- OP- 30 - Solicitado junto a Engenharia o acréscimo de uma rampa fechada de 400 mm na saída das peças para possibilitar uma boa saída das peças e não permitir a entrada da mão do operador.
- OP- 40 - Acrescentado no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação de todas as peças a serem usadas na prensa para determinar a abertura da porta.

- OP- 40 - Acrescentado no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação da altura da Porta da grade para impedir o acesso à área de prensagem.
- OP- 40 - Solicitado junto a Engenharia à alteração do sistema de “top” da porta conforme a Figura 15, com a instalação da mesma do lado interno da grade.

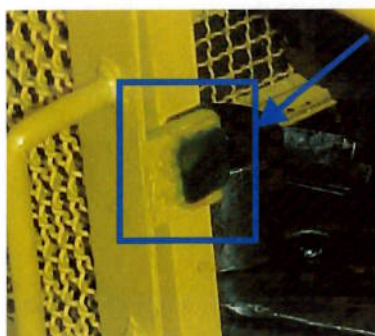


Figura 15: Trava interna na porta.

- OP- 40 - Solicitado junto a Engenharia à alteração do sistema de trilho da porta conforme a Figura 16, para o acesso de membros do operador a zona de prensagem.



Figura 16: Trilho da Porta fechado.

- OP- 41- Elaborado uma Instrução de Trabalho para determinar os itens a serem inspecionados no teste prático para avaliação do sistema de segurança da porta.

- OP- 50 - Solicitado junto a Engenharia à alteração do sistema de acionamento do sensor com a blindagem do mesmo conforme a Figura 17 para impedir acionamento com a porta aberta.

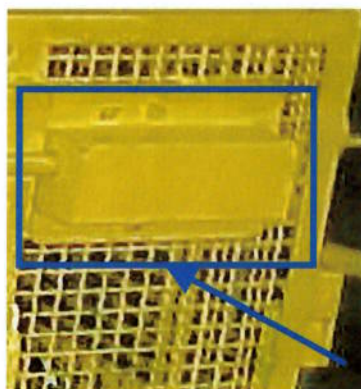


Figura 17: Sensor Blindado.

- OP- 50 - Solicitado junto a Engenharia à alteração do sistema de acionamento do sensor com a instalação de um sensor no fechamento da porta e outro para acionamento da prensa.
- OP- 50 - Solicitado junto a Engenharia à alteração do sistema de segurança do acionamento do sensor com a instalação de um segundo sensor de fim de curso na porta para no caso de falha do primeiro sistema o segundo garanta a porta fechada.

Com a implantação das ações recomendadas teve-se uma melhora no processo com a eliminação de todos os pontos críticos do processo de montagem da grade, que passaram os seus graus de risco NPR, para um patamar aceitável pela equipe de análise do tipo PFMEA, ou seja, um $NPR < 100$, e se teve também à realização de melhorias no projeto da grade detectadas no decorrer da análise do tipo PFMEA, que gerarão modificações no projeto com a redução dos riscos de acidentes no uso da grade.

6 CONCLUSÃO

6.1 RESULTADOS OBTIDOS

Com a realização dos Estudos de Caso nas duas etapas de confecção e montagem do processo de construção da grade de segurança, tinha como objetivo demonstrar a eficácia de análise do tipo PFMEA aplicada em outros processos e que não nos processos automobilísticos.

No processo de confecção da grade de segurança com a realização do estudo de casos com a aplicação da análise do tipo PFMEA, conforme descrito no APÊNDICE – B, conseguiu-se detectar 18 (dezoito) pontos críticos no processo e gerar a realização de 15 (quinze) ações preventivas recomendadas pela equipe, com a implantação das ações recomendadas conseguiu-se reduzir o Índice de Risco NPR nos Pontos Críticos, conforme descrito na Tabela 17:

Tabela 16 – Pontuação de NPR do primeiro estudo.

Pontuação do NPR dos Pontos Críticos antes das ações.			
Total Geral:	3346	Média por Item Crítico:	167,3
Pontuação do NPR dos Pontos Críticos após a implantação das ações.			
Total Geral:	1404	Média por Item Crítico:	70,20

Fonte: PFMEA realizado na Miroal (2007)

Com a implantação das ações recomendadas na análise do tipo PFMEA, obteve-se uma redução de aproximadamente 59% no Grau de Risco do Sistema de Grades no processo de fabricação, o que tornou o processo mais seguro e confiável.

Já com a aplicação da análise do tipo PFMEA no processo de montagem das grades, conforme descrito no APÊNDICE – D, conseguiu-se detectar 29 (vinte e nove) pontos críticos do processo de montagem da grade e gerar a realização de 19 (dezenove) ações preventivas recomendadas pela equipe, das quais seis delas foram solicitadas a Engenharia como alteração no Projeto da Grade, que proporcionaram uma maior segurança e confiabilidade no projeto e no sistema de proteção, com a implantação das ações recomendadas conseguiu-se reduzir o Índice de Risco NPR nos Pontos Críticos, conforme descrito na Tabela 18:

Tabela 17 – Pontuação de NPR do segundo estudo.

Pontuação do NPR dos Pontos Críticos antes das ações.			
Total Geral:	4872	Média por Item Crítico:	152,25
Pontuação do NPR dos Pontos Críticos após a implantação das ações.			
Total Geral:	2114	Média por Item Crítico:	60,06

Fonte: PFMEA realizado na Miroal (2007)

Com a implantação das ações recomendadas na análise do tipo PFMEA, obteve-se uma redução de aproximadamente 56% no Grau de Risco do Sistema de Grades no processo de montagem, que tornou o processo mais seguro, confiável e com melhorias no projeto do produto.

6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização destes estudos de casos se concluiu que a ferramenta de análise do tipo PFMEA, associado às ferramentas da qualidade de Fluxo de Processo, 5 Por Quês e Sistemas à Prova de Erros, demonstraram-se muito eficazes com sua utilização em outros sistemas de produção ou processos e que não só nos processos automotivos, o que proporcionou a tomada de ações preventivas nos processos de construção e montagem das grades de segurança, que possibilitaram a redução dos riscos para o operador durante a operação de Prensas Mecânicas e os custos de produção das grades com a eliminação dos modos de falhas que poderiam gerar perdas no processo de confecção da grade.

A aplicação da análise do tipo PFMEA tem como fator mais importante para a obtenção de bons resultados, a escolha do momento certo, ou seja, a fase de projeto de produto ou processo, onde no caso da necessidade de realização de alterações e ações corretivas, tem um menor custo de implantação.

No estudo de caso realizado no sistema de proteção, a análise do tipo PFMEA foi realizada durante o projeto, esta decisão permitiu a antecipação de potências falhas no sistema de segurança que poderiam acarretar ocorrência de acidente.

Portanto, conseguiu-se atingir o objetivo do estudo de caso realizado e comprovou-se a eficácia da ferramenta de análise do tipo PFMEA aplicada em outros ramos de atividade.

7 REFERÊNCIA

ANFAVEA – Comissão para Assuntos da Qualidade, Daimler Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation, Manual de Referência – Equivalente a SAE J-1739 – Análise de Modo e efeitos de falha Potencial, Terceira Edição, São Paulo - Brasil, Editora: IQA – Instituto da Qualidade Automotiva, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. acesso “as bases de dados on-line,apresenta detalhamento das normas. Disponível em: <<http://www.abnt.gov.br>>) acesso em 10 novembro 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14152 - Segurança de Máquinas - Dispositivos de Comando Bimanuais - Aspectos funcionais e princípios para projeto, ABNT, Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14153 - Segurança de Máquinas – Partes de Sistemas de Comando relacionadas à Segurança – Princípios Gerais para Projeto, ABNT, Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13930 - Prensas Mecânicas – Requisitos de Segurança, ABNT, Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBRNM 272 - Segurança de Máquinas – Proteções – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis, ABNT, Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBRNM-ISO 13852 Segurança de Máquinas – Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores, ABNT,Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBRNM-ISO 13854 / NM-ISO 13854 - Segurança de Máquinas - Folgas mínimas para evitar o esmagamento de partes do corpo humano, ABNT, Rio de Janeiro, 2003.

ATLAS, Manuais de Legislação, Segurança e Medicina do Trabalho, 53 ° Edição, São Paulo - Brasil, Editora Atlas S.A., 2003.

BUER D. E LABUTTE E., Error / Mistake Proofing During New Vehicle Launches. Society of Automotive Engineers, Inc, 1999.

CAMPOS, Vicente Falconi, Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-A-DIA, Oitava Edição, belo Horizonte, Editora: INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 2004.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda, 1910/1989, Miniaurélio Século XXI (Português), Quarta Edição revisada e Ampliada, Rio de Janeiro, Editora: Nova Fronteira, 2001.

HIARAMA, Roberto Eiji, Trabalho de conclusão de Curso(Mestrado Profissionalizante em Engenharia Automotiva da USP-São Paulo, Otimização do

Planejamento do processo de Montagem Final da Industria automotiva / R.E. , ed. Revisada –São Paulo, Brasil, 129 p.

ITIKAWA, Ricardo, *Anotações e Orientações das Aulas da Disciplina – EQ-51 –Projeto Six Sigma Liderança para a Competitividade – Pós-graduação em Engenharia da Qualidade*, São Paulo – Brasil, Escola Politécnica - Universidade de São Paulo – PECE – Programa de Educação Continuado em Engenharia, 2005.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE), *Convenção Coletiva de Melhoria das Condições de Trabalho para Prensas e Equipamentos Similares, Injetoras de Plástico e Tratamento Galvânico de Superfícies*, ed. (TEM), São Paulo, Brasil. 2006. Acesso “as bases de dados on-line, Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>), acesso em 26 novembro 2006.

MIROAL, ind. Com. Ltda, *Procedimentos, documentos de sistemas da qualidade e segurança do trabalho, fotos*, São Paulo, Brasil, 2007.

MOURA, Luiz Antônio Abdala de, *Qualidade e Gestão Ambiental*, Quarta Edição, São Paulo – Brasil, Editora: Juarez de Oliveira, 416 p., 2004.

SENAI, EAD.SENAIPS.EDU/SISTEMA/WEBENSINO, *Anotações e Orientações do Curso – Programa de Prevenção de Riscos e acidentes com Prensas e Equipamentos Similares – Turma 16*, São Paulo – Brasil, SENAI EAD WEBENSINO, 2006.

SHINGO S., *Poka-yoke; Improving Product Quality by preventing defects*, Nikkan Kogyo Shimbun/Factory Magazine, (Ed), Portland, Oregon: Productivity Press, 1998.

SLACK N. ET AL., *Administração da Produção*, São Paulo, Brasil, Editora Atlas S.A., 1997.

* De acordo com:

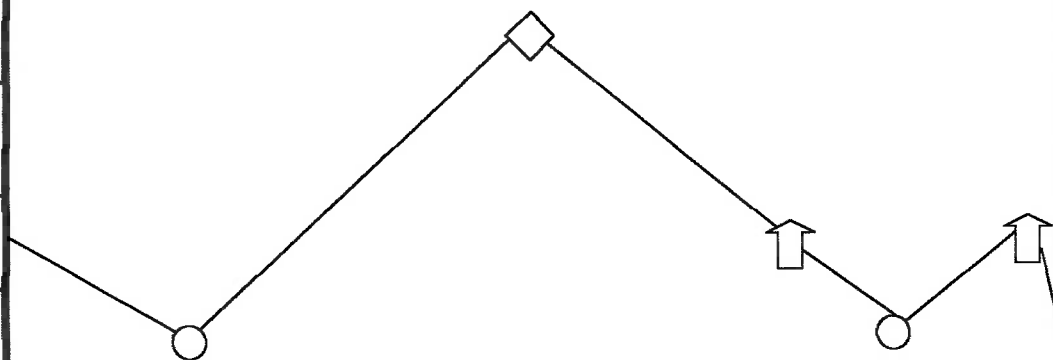
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

8 APÊNDICES

APÊNDICE A – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE CONFECÇÃO DA GRADE DE SEGURANÇA (LATERAIS E PORTA).

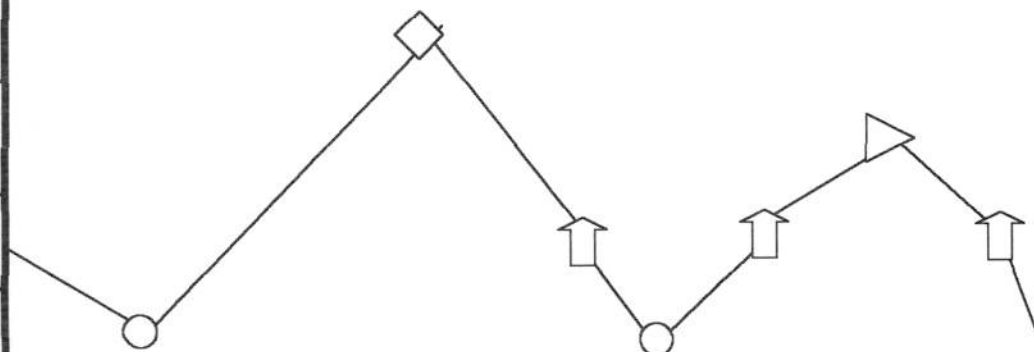
FLUXOGRAMA DO PROCESSO

FLUXOGRAMA DO PROCESSO										DATA: 20/11/2006 REVISÃO Nº: 01 FOLHA: 02 / 04		
ETAPA	Receb.	Fabric.	Mover	Armazen	Inspec.	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PRODUTO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CONTROLE		
20						- Soldar Cantoneiras e Telas.	20	- <i>Peça isenta de deformação depois de soldado.</i> - Cordão de Solda conforme parâmetros de processo. - Componente centralizado e no esquadro.	20	- Inspeção de set-up e inspeção volante dos parâmetros de solda durante o processo de fabricação. - Inspeção visual da peça.		
21						- Inspeccionar Solda.	21	- <i>Peça isenta de deformação depois de soldado.</i> - Cordão de Solda conforme parâmetros de processo. - Componente centralizado e no esquadro.	21	- Inspeção de set-up e inspeção volante durante o processo de fabricação. - Inspeção visual da peça.		
22						- Transportar para gancheira.	22	Isento de deformação.	22	- Inspeção visual no processo.		
30						- Dependurar grades e componentes na gancheira.	30	-Posicionamento e distâncias entre as peças corretas.	30	- Inspeção visual.		
31						- Transportar para cabine de pintura.	31	Peças espaçadas.	31	- Inspeção visual no processo.		



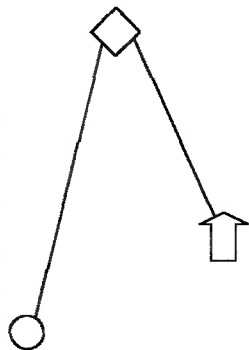
FLUXOGRAMA DO PROCESSO

FLUXOGRAMA DO PROCESSO										DATA: 20/11/2006 REVISÃO Nº: 01 FOLHA: 03 / 04		
ETAPA	Receb.	Fabric.	Mover	Armazen	Inspec.	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PRODUTO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CONTROLE		
40						- Pintar amarelo (Conforme Especificação de Segurança.).	40	- Peça isenta de falhas de pintura. - Uso de tinta correta. - Camada de tinta conforme parâmetros de processo.	40	- Inspeção de parâmetros durante o set-up e inspeção volante durante o processo de fabricação. - Inspeção visual através de rotina de inspeção.		
41						- Inspeccionar pintura.	41	- Pintura sem falhas e na cor correta. - Camada de tinta conforme parâmetros de processo.	41	- Inspeção de parâmetros durante o set-up e inspeção volante durante o processo de fabricação.		
42						- Transportar para estufa.	42	Isento de deformação e riscos na pintura.	42	- Inspeção visual no processo.		
50						- Aquecer na estufa componente e grades.	50	- Cura da tinta correta.	50	- Inspeção visual.		
51						- Retirar da estufa e transportar para resfriar.	51	Isento de deformação e riscos na pintura.	51	- Inspeção visual no processo.		
52						- Armazenar e aguardar o resfriamento dos componentes e grade na gancheira.	52	- Pintura sem danos e com resfriamento adequado.	52	- Inspeção visual.		
53						- Transportar para retirar da gancheira.	53	Isento de deformação e riscos na pintura.	53	- Inspeção visual no processo.		



FLUXOGRAMA DO PROCESSO

FLUXOGRAMA DO PROCESSO										DATA: 20/11/2006		
										REVISÃO Nº: 01		
										FOLHA: 04 / 04		
ETAP A	Receb.	Fabric.	Mover	Armazen	Inspec.	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	ITE M Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PRODUTO	ITE M Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CONTROLE		
60						- Retirar peças da gancheira.	60	- Pintura sem danos.	60	- Inspeção visual.		
61						- Inspecionar.	61	Isento de deformação e falhas e riscos na pintura.	61	- Inspeção visual.		
62						-Transportar para montagem na estamparia.	62	Isento de deformação e falhas e riscos na pintura.	62	- Inspeção visual no processo.		



**APÊNDICE B – FMEA DO PROCESSO DE CONFECÇÃO DA GRADE DE
SEGURANÇA (LATERAIS E PORTA).**

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 01 / 12

NOME : GRADE DE SEGURANÇA	PEÇA Nº: GRADE 01	DES. Nº: GRADE 01	CLIENTE: INTERNO - ESTAMPARIA	APLICAÇÃO: PRENSA MECÂNICA
DATA DE REV. DO DESENHO: A - 13/11/2006	DATA CHAVE : 23/11/2006	DATA DO FMEA: 23/11/2006	REV. EM: 30/11/2006 ; 01/12/2006 ; 07/12/2006; 11/12/2006	
PROCESSO: CONFECÇÃO DA GRADE DE SEGURANÇA (LATERAIS E PORTA).			EQUIPE DO FMEA: Donizeti G. Araújo (G. Qualidade), Mario César (Engenharia), Ricardo Chacon (Produção), Antônio Homem e Amarildo (Manutenção), Airton Cavalcanti (Prensista) e José Carlos (Técnico de Segurança).	
RESP. PELO PROCESSO : Mario César Lima				

LEGENDA : TIPOS DE INSPEÇÃO: A – PROVA DE ERRO ; B – MEDIÇÃO ; C – INSPEÇÃO MANUAL / VISUAL ; OP. - OPERAÇÃO

ELABORADO:

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSADA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	RESULTADOS			
							A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
01	Recebimento da matéria-prima Tela / Cantoneiras	-Matéria-prima fora especificado.	- Afeta o processo de fabricação das grades não atendimento da especificação.	-Envio de material fora do especificado pelo fornecedor	-Processo de Qualificação do Fornecedor e Auditorias de Processo no Fornecedor.	-Inspeção de recebimento através de rotina de inspeção.	X			54	Nenhuma					
				-Falha na inspeção final do fornecedor.			X			54	Nenhuma					
				-Troca de identificação pelo fornecedor.	-Auditorias de Processo no Fornecedor.		X			54	Nenhuma					
				- Falta de especificação de isenção de arestas.	-Auditorias de Processo no Fornecedor.	-Inspeção de recebimento através de Rotina de Inspeção.	X			256	Revisar Rotina de Inspeção acrescentando o controle da característica de isenção das arestas.	Donizeti 27/11/06	Evidenciado a alteração da Rotina de Inspeção com acréscimo do controle da característica de isenção das arestas, em 28/11/2006	8	2	6
				-Corte do material irregular no fornecedor por falta de afiação no ferramental.			X			256				8	2	6

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 02 / 12

Nº OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO		RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP./ DATA PREVISTA	RESULTADOS			
							A	B	C			AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DEF.
02	Inspeccionar Tela / Cantoneira	- Matéria-prima fora do especificado.	- Afeta o processo de fabricação das grades não atendimento das especificações.	- - Amostragem e frequência inadequada na Rotina de Inspeção.	3	- Auditorias de Sistema e de Processo no recebimento.	3	X	54	Nenhuma					
03	Transportar Tela / Cantoneira para estoque	-Oxidação da matéria-prima	- Visual da grade danificado.	- Transporte em dia de chuva sem cobertura.	3	- Auditorias de Sistema e de Processo no recebimento e estoque.	8	X	96	Nenhuma					
		- Diminuição da vida útil da grade.	6	-	3	- Controle visual durante o processo de fabricação.	8	X	144	Realizar a compra de uma lona de vinil para realização do transporte nos dias de chuva.	30/11/06	Evidenciado a compra de uma lona de vinil 4,0X3,0 metros, para o setor de recebimento para o transporte nos dias de chuva, em 01/12/2006.	6	2	7
		- Deformação da matéria-prima.	4	- Queda do material durante o transporte.	3	- Controle visual durante o processo de fabricação.	8	X	96	Nenhuma					

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 03 / 12

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP./ DATA PREVISTA	RESULTADOS				
							A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.	RISCO
04	Armazenar Tela / Cantoneira	-Oxidação da matéria-prima.	-Visual da grade danificado.	-Armazenamento em área descoberta.	-Verificação periódica do estoque conforme instrução de trabalho.	-Controle visual durante o processo de fabricação da grade.	8	X	64	Nenhuma							
			- Diminuição da vida útil da grade.	-	-Verificação periódica do estoque conforme instrução de trabalho.	-Controle visual durante o processo de fabricação.	8	X	144	Realizar a identificação do estoque para materiais improdutivos dentro da empresa em área coberta	Evidenciado a definição e a uma área coberta para o estoque dos materiais não produtivos, em 01/12/2006.	6	2	8	96		
			- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	- Armazenamento incorreto gerando excesso de peso no material.	-Verificação periódica do estoque conforme instrução de trabalho.	- Auditorias de Processo no Estoque e controle visual durante o processo de fabricação.	8	X	128	Confeccionar prateleiras para armazenamento do material na manutenção.	Evidenciado a confecção de prateleiras para o armazenamento dos materiais da produção para a confecção das grades de segurança, em 01/12/2006.	4	2	8	64		
05	Transportar para policorte	-Deformação da matéria-prima.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	- Queda do material durante o transporte.	-Treinamento constante para os operadores da empilhadeira.	-Controle visual durante o processo de fabricação.	8	X	96	Nenhuma							

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 04 / 12

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO		RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. DATA	RESULTADOS			
							A	B	C			AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
10	Cortar Tela / Cantoneiras, conforme dimensional da prensa.	-Dimensional fora do especificado.	-Afeta o processo de construção e montagem da grade nas operações seguintes. -Excesso de folga na grade.	-Regulagem do top da poliacorte errado.	4	-Instrução de set-up em todas as máquinas.	3	X	72	Nenhuma					
				- Plano de Corte com especificação errada.	2	-Auditorias de Processo Internas.	3	X	36	Nenhuma					
				- Amostragem e frequência inadequada.	2	- Inspeção de set-up e inspeção volante durante o processo de fabricação	3	X	36	Nenhuma					
				- Falta de especificação de isenção de arestas e rebarbas.	4	-Auditorias de Processo no processo de corte.	8	X	256	Acredenciar na operação de corte a realização da rebarbação das arestas e Revisar Plano de Inspeção acrescentando o controle da característica de isenção das arestas e rebarbas.	Mario 27/11/06	Evidenciado o Acréscimo da operação de rebarbação das arestas e rebarbas e a Revisão do Plano de Inspeção com o acréscimo do controle da característica de isenção das arestas e rebarbas.	8	2	6
											Donizeti 27/11/06				

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 05 / 12

Nº OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETEÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. DATA	PREVISTA	RESULTADOS			
							A	B	C					AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
10	Cortar Tela / Cantoneiras, conforme dimensional da prensa.	-Peças fora de esquadro.	-Afeta o processo de construção e montagem da grade nas operações seguintes.	6 - -Posicionamento inadequado para corte.	5 -Instrução de set-up em todas as máquinas.	4 -Inspeção dimensional de set-up e volante durante o processo de fabricação.	X			120	Realizar a construção de um dispositivo para apoio e posicionamento na policorte	Antônio Ilomem 04/12/06		Evidenciado a construção e instalação do dispositivo de apoio e de posicionamento para a policorte, em 04/12/2006.	6	2	3
11	Inspecionar Tela / Cantoneira	- Peças fora do especificado.	- Afeta o processo de fabricação das grades não atendimento das especificações.	6 - - Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.	3	- Auditorias de Sistema e de Processo no Processo de corte.	X			54	Nenhuma						
12	Transportar Tela / Cantoneira para solda Mig.	-Deformação das peças e componentes.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	4 - - Queda do material durante o transporte.	3 -Treinamento constante para os operadores da empilhadeira.	-Controle visual durante o processo de fabricação.	X			96	Nenhuma						
20	Soldar Cantoneira e Tela.	-Deformação/ Empenamento da grade durante a solda.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	4 - - Regulagem inadequada do equipamento de solda.	5 Qualificação do soldador para a função.	- Inspeção de set-up, e inspeção volante e visual no processo de fabricação.	X			100	Elaboração de uma instrução de trabalho para solda com a determinação dos parâmetros de regulagem da Solda Mig	Donizeti Mario 28/11/06		Evidenciado a elaboração da Instrução Trabalho IT-001 para solda mig com a determinação dos parâmetros de regulagem da máquina, em 28/11/2006	6	4	3

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 06 / 12

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. DATA PREVISTA	RESULTADOS				
							A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	COR.	DET.	RISCO
20	Soldar Cantoneira e Tela.	-Montagem errada dos componentes.	- Inutiliza o produto para a montagem da grade.	- Uso de componente errado durante a montagem.	-Auditorias de Processo na Solda	- Inspeção de set-up, volante e visual no processo de fabricação.	6	X		192	Elaboração de uma instrução de trabalho para descrever as etapas de montagem e os itens a serem soldados.	Donizeti Mario 28/11/06	Evidenciado a elaboração da Instrução Trabalho IT-002 com a determinação das etapas de montagem e a descrição em 28/11/2006	8	4	3	96
		-Montagem dos componentes fora de esquadro.	- Inutiliza o produto para a montagem da grade ou gera retrabalho no processo de montagem da grade na prensa.	-Posicionamento errado para realização da solda.	-Auditorias de Processo na Solda.	- Inspeção de set-up, volante e visual no processo de fabricação.	6	X		144	Realizar a construção de um dispositivo para posicionamento do esquadro dos componentes na solda.	Antônio Homem 07/12/06	Evidenciado a construção e instalação do dispositivo de apoio para posicionamento dos componentes na solda, em 07/12/2006.	6	2	3	36
			- Possibilidade de acidente com operadores no manuseio do material.	-Excesso de folga na grade, por estar fora do esquadro.	-Auditorias de Processo na Solda.	-Inspeção de recebimento através de Rotina de Inspeção.	6	X		192	Realizar a construção de um dispositivo para posicionamento do esquadro dos componentes na solda.	Antônio Homem 07/12/06	Evidenciado a construção e instalação do dispositivo de apoio para posicionamento dos componentes na solda, em 07/12/2006.	8	2	3	48
		-Uso de componente errado durante a montagem.	- Inutiliza o produto para a montagem da grade.	- Plano de Corte com especificação errada.		-Auditorias de Processo Internas.	3	X		48	Nenhuma						

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 07 / 12

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETEÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP./ DATA	AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.	RISCO
							A	B	C								
20	Soldar Cantoneira e Tela.	- Cordão de solda soltando.	- Inutiliza o componente para a montagem da grade ou gera retrabalho no processo de solda / montagem da grade na prensa.	- Regulação inadequada do equipamento de solda	Qualificação do soldador para a função.	- Inspeção de set-up, volante e visual no processo de fabricação.	X			150	Elaboração de uma instrução de trabalho para solda com a determinação dos parâmetros de regulagem da Solda Mig.	Domizeti Mario 28/11/06	Evidenciado a elaboração da Instrução Trabalho IT-001 para solda mig com a determinação dos parâmetros de regulagem da máquina, em 28/11/2006	6	4	3	72
			- Acidente com operadores durante a produção.	- Queda da grade.	- Manutenção das prensas e equipamentos.	- Avaliação dos sistemas de segurança trimestral pela CIPA.	X			240	Acréscimo no Plano de Inspeção a realização de testes práticos e destrutivos para aprovação do set-up.	Mario 28/11/06	Evidenciado o Acréscimo no Plano de Inspeção a realização de testes práticos e destrutivos na operação de solda das grades.	10	2	4	80
		- Componentes da Grade fora do especificado.	- Inutiliza o componente para a montagem da grade ou gera retrabalho no processo de solda / montagem da grade na prensa.	- Erro na regulagem do top da policorte.	- Instrução de set-up em todas as máquinas.	- Inspeção dimensional de set-up e volante durante o processo de fabricação.	X			72	Nenhuma						

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 08 / 12

N.º OP. DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP/ DATA PREVISTA	RESULTADOS			
						A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
21	Inspeccionar Solda.	- Afeta o processo de fabricação das grades e gera o não atendimento das especificações.	6 - Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.	3	- Auditorias de Sistema e de Processo no Processo de corte.	3	X		54	Nenhuma					
	- Solda fora do especificado.		6 - Parâmetros de controle errados no Plano de Inspeção.	2	- Auditorias de Sistema e de Processo no Processo de solda.	3	X		36	Nenhuma					
22	Transportar para gancheira.	- Gera deformação e retrabalho no processo de fabricação das grades nas operações seguintes.	4 - Queda do material durante o transporte.	3	- Treinamento constante para os operadores.	8	X		96	Nenhuma					
30	- Dependurar grades e componentes na gancheira.	- Não atendimento da especificação da camada.	6 - Posição das peças fora do especificado.	4	- Qualificação do pintor para a função.	8	X		192	- Confeccionar gancheira com encaixes fixos para as grades evitando sobreposição das peças.	Antônio Homem 07/12/06.	Evidenciado a construção da gancheira com encaixes fixos para pintura das grades, em 11/12/2006.	6	2	7
31	Transportar para cabine de pintura.	- Gera deformação e retrabalho no processo de fabricação da grade.	4 - Queda do material durante o transporte manual.	3	- Qualificação do pintor para a função.	8	X		96	Nenhuma					

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 09 / 12

N.º OP. DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP./ DATA	RESULTADOS			
						A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
40	Pintar amarelo (Conforme especificação de Segurança).	- Diminui vida útil da grade.	- Aplicação inadequada da tinta.	4	- Qualificação do pintor para a função.	- Inspeção de camada durante o set- up e volante no processo de fabricação.	5	X	120	Elaboração de uma instrução de trabalho para pintura com a determinação dos parâmetros de regulagem da Pintura.	Domizeti Mario 29/11/06	Evidenciado a elaboração da Instrução de Trabalho IT-003 para pintura com a determinação dos parâmetros de regulagem da pintura, em 30/11/2006	6	2	4
	- Camada de pintura alta.	Desplacamento da tinta gerando a Diminuição da vida útil da grade.		4				X	120				6	2	4
	- Acabamento errado (Cor troçada).	- Não atendimento a especificação de cor para itens de segurança.	- Troca de identificação ou Identificação errada/lote.	3	- Auditorias de Sistema e de Processo no recebimento e estoque.	- Inspeção de cor durante o set-up e inspeção volante no processo de Pintura.	8	X	144	Acréscimo no Plano de Inspeção verificação do código - (XPN- Amarela) para conferência do tipo da tinta na embalagem.	Domizeti 28/11/06	Evidenciado o Acréscimo no Plano de Inspeção a característica do código (XPN- Amarela) para liberação durante o set- up da cabine de pintura.	6	2	5
	- Manchas e falhas de pintura.	- Visual da grade danificado.	- Falha na preparação da tinta.	3	- Qualificação do pintor para a função.	- Inspeção visual no set- up e volante no processo de fabricação.	8	X	96	Nenhuma					

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 10 / 12

Nº OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	RESULTADOS			
							A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DEF.
41	Inspeccionar pintura.	- Pintura do conjunto fora do especificado.	- Diminuição da vida útil da grade.	- Amostragem e frequência inadequada no plano de Inspeção.	3	- Auditorias de Sistema e de Processo no Processo de corte.	3	X		54	Nenhuma					
42	Transportar para estufa.	- Deformação das peças e componentes e riscos na pintura.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	- Queda do material durante o transporte.	3	- Controle visual durante o processo de fabricação.	8	X		96	Nenhuma					
50	-Aquecer na estufa componente e grades.	-Cura deficiente da tinta.	Desplacamento da tinta da grade.	- Tempo de permanência na estufa inadequado.	5	-Qualificação do pintor para a função.	8	X		160	Elaboração de uma Instrução de Trabalho para estufa com a determinação dos parâmetros de temperatura e tempo na estufa.	Domizeti Mario 29/11/06	Evidenciado a Instrução Trabalho IT-003 para estufa com a determinação dos parâmetros de tempo/ temperatura para a estufa, em 30/11/2006	4	3	6
		-Queima da pintura.	Desplacamento da tinta da grade.	- Excesso de tempo de permanência na estufa.	5	-Qualificação do pintor para a função.	8	X		160	Realizar a compra de um temporizador e/ despertador para alertar o operador para a retirada das peças da estufa após atendimento da especificação de tempo.	Domizeti Mario 07/12/06	Evidenciado a compra e instalação do temporizador na estufa da pintura, para cronometrar o tempo na estufa, em 07/12/2006.	4	3	5

FMEA

FMEA: 001

FOLHA Nº: 11 / 12

Nº OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.	RISCO
							A	B	C								
51	Retirar da estufa e transportar para resfriar.	- Deformação das peças e componentes e riscos na pintura.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	- Queda do material durante o transporte.	- Treinamento constante para os operadores da empilhadeira.	- Controle visual durante o processo de fabricação.			X	96	Nenhuma						
52	Armazenar e aguardar o resfriamento dos componentes e grade na gancheira.	- Peças e componentes com riscos na pintura.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	- Queda do material durante o transporte ou armazenamento inadequado.	- Treinamento constante para os operadores da empilhadeira.	- Controle visual durante o processo de fabricação.			X	96	Nenhuma						
		-Deformação e rugas na pintura.	- Visual da grade danificado.	- Pouco tempo de permanência no resfriamento.	- Qualificação do pintor para a função.	-Controle visual durante o processo de fabricação.			X	128	Realizar a compra de um temporizador com despertador para alertar o operador para a retirada das peças do resfriamento.	Domizeti Mario 07/12/06	Evidenciado a compra e instalação do temporizador na estufa da pintura, para cronometrar o tempo de resfriamento, em 07/12/2006.	4	3	5	60
53	Transportar para retirar da gancheira.	- Deformação das peças e componentes e riscos na pintura.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	- Queda do material durante o transporte.	- Treinamento constante para os operadores.	- Controle visual durante o processo de fabricação.			X	96	Nenhuma						

FMEA

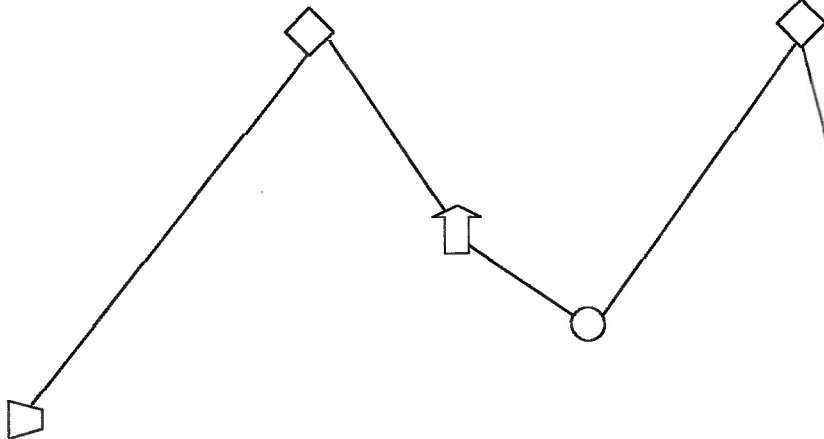
FMEA: 001

FOLHA Nº: 12 / 12

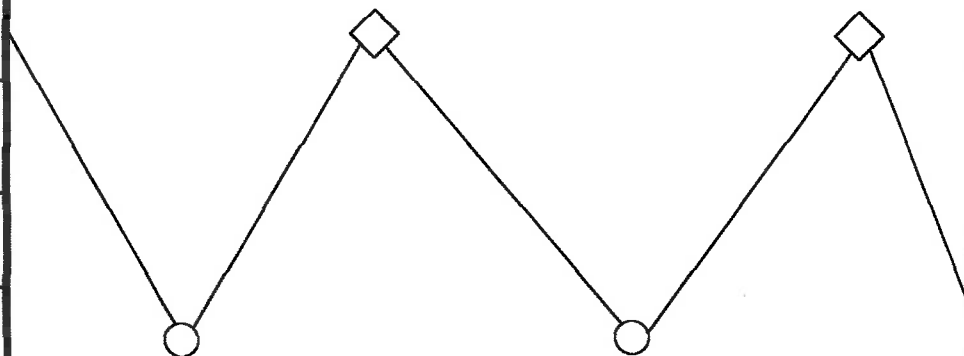
Nº OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL		CAUSADA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP./ DATA PREVISTA	RESULTADOS			
								A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	NCOR.	DET.
60	Retirar peças da gancheteira.	- Deformação das peças e componentes e riscos na pintura.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	4	- Queda do material durante o transporte.	3 -Treinamento constante para os operadores.	8 - Controle visual durante o processo de fabricação.	X			96	Nenhuma					
61	Inspeccionar pintura.	- Pintura do conjunto fora do especificado.	- Diminuição da vida útil da grade.	6	- Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.	3	- Auditorias de Sistema e de Processo no Processo de corte.	X			54	Nenhuma					
62	Transportar para montagem na estamparia.	- Deformação das peças e componentes e riscos na pintura.	- Gera retrabalho no processo de fabricação da grade nas operações seguintes.	4	- Queda do material durante o transporte.	3 -Treinamento constante para os operadores.	8 - Controle visual durante o processo de fabricação.	X			96	Nenhuma					

**APÊNDICE C – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE MONTAGEM DA GRADE
DE SEGURANÇA (LATERAIS PORTA E SENSORES).**

FLUXOGRAMA DO PROCESSO

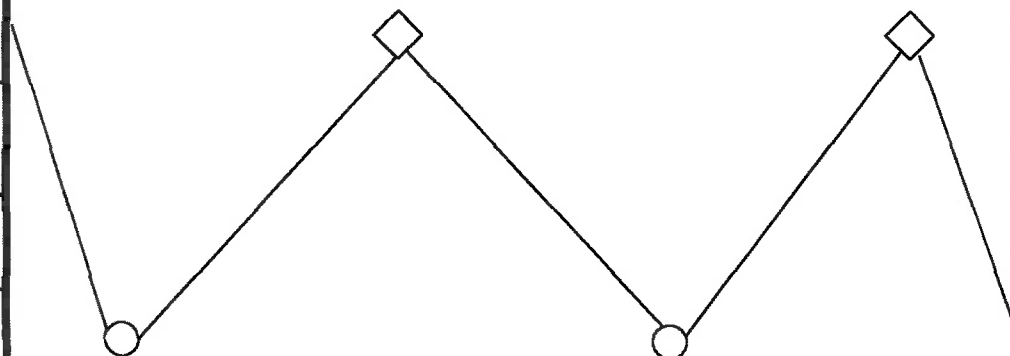
FLUXOGRAMA DO PROCESSO										DATA: 21/11/2006	
										REVISÃO Nº: 01	
										FOLHA: 01 / 04	
Nº PEÇA: GRADE - 01				NOME PEÇA: GRADE DE SEGURANÇA			ELABORADO: Marcos			APROVADO: Mário	
PROCESSO: MONTAGEM DA GRADE DE SEGURANÇA (LATERAIS PORTA E SENSORES).											
ETAPA	Recéb.	Fabric.	Mover	Armazen.	Inspec.	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PRODUTO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CONTROLE	
1						- Recebimento dos componentes pintados da grade.	1	- Isento de deformação e falhas / riscos na pintura. - Dimensões conforme o especificado e isento de arestas cortantes e aberturas.	1	- Inspeção de recebimento na Manutenção através de Plano de Inspeção e avaliação visual.	
2						- Inspecionar Grade de Segurança.	2	Atendimento das especificações e isento de: deformações, falhas e riscos na pintura e de arestas cortantes.	2	- Inspeção de recebimento na Manutenção através de Plano de Inspeção.	
3						- Transportar para estamparia.	3	- Isento de deformação e falhas e riscos na pintura.	3	- Inspeção visual no processo.	
10						- Fazer furação e confecção de rosca nas laterais e frente da prensa para a fixação.	10	- Furação no corpo e na mesa da prensa, fora de áreas moveis. - Dimensões conforme o especificado.	10	- Inspeção de set-up e inspeção volante durante o processo de montagem.	
11						- Inspecionar operação de furação.	11	- Dimensões e posição conforme marcações das grades e isento de furação em áreas moveis.	11	- Inspeção de set-up e inspeção volante durante o processo de montagem.	

FLUXOGRAMA DO PROCESSO										DATA: 21/11/2006
										REVISÃO Nº: 01
										FOLHA: 02 / 04
ETAPA	Receb.	Fabric.	Mover	Armazen	Inspec.	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	ITEM Nº:	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PRODUTO	ITEM Nº:	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CONTROLE
20						- Montar lateral Direita da grade na prensa (Entrada do Material).	20	- Montagem isenta de folga que permita a passagem da mão e balanço no conjunto. - Componente centralizado e no esquadro.	20	- Inspeção visual da lateral montadas no set-up e inspeção volante da montagem.
21						- Inspeccionar montagem da lateral Direita da grade na prensa.	21	- Laterais isentas de folga que permita a passagem da mão e balanço no conjunto. - Componente centralizado e no esquadro.	21	- Inspeção de set-up e inspeção volante da montagem. - Inspeção visual das laterais montadas.
30						- Montar lateral Esquerda da grade na prensa (Saída da Peça).	30	- Laterais isentas de folga que permita a passagem da mão e balanço no conjunto. - Componente centralizado e no esquadro.	30	- Inspeção visual da lateral montadas no set-up e inspeção volante da montagem.
31						- Inspeccionar montagem da lateral Esquerda da grade na prensa.	21	- Laterais isentas de folga que permita a passagem da mão e balanço no conjunto. - Componente centralizado e no esquadro.	21	- Inspeção de set-up e inspeção volante da montagem. - Inspeção visual das laterais montadas.



FLUXOGRAMA DO PROCESSO

FLUXOGRAMA DO PROCESSO										DATA: 21/11/2006	
										REVISÃO Nº: 01	
										FOLHA: 03 / 04	
ETAPA	Receb.	Fabric.	Mover	Armazen	Inspec.	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PRODUTO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CONTROLE	
40						- Montar porta frontal e trava das laterais da grade na prensa.	40	- Montagem isenta de folga com passagem da mão e balanço no conjunto. - Componente centralizado e no esquadro.	40	- Inspeção de set-up e inspeção volante da montagem. - Inspeção visual da porta montada.	
41						- Inspeccionar montagem da porta e trava frontal da grade na prensa	41	- Porta e trava isentas de folga , passagem para mão e balanço no conjunto. - Componente centralizado e no esquadro.	41	- Inspeção de set-up e inspeção volante da montagem. - Inspeção visual das laterais montadas.	
50						- Montar sistema de sensores elétricos de segurança.	50	- Fixação isenta de folga. - Funcionamento correto do desarme do sistema.	50	- Inspeção de set-up e inspeção volante da montagem. - Testes práticos do sistema.	
51						- Inspeccionar montagem do sistema de sensores elétricos de segurança da grade na prensa.	51	- Sistema elétrico isento de folga. - Funcionamento correto do desarme do sistema.	51	- Inspeção de set-up e inspeção volante da montagem. - Teste prático do sistema elétrico.	



FLUXOGRAMA DO PROCESSO										DATA: 21/11/2006 REVISÃO Nº: 01 FOLHA: 04 / 04		
ETAPA	Recéb.	Fabric.	Mover	Armazen	Inspec.	DESCRIÇÃO OPERAÇÃO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO PRODUTO	ITEM Nº.	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DE CONTROLE		
60						- Realizar um teste prático, com a realização de um set-up e estampagem das peças.	60	- <i>Funcionamento adequado do sistema de segurança.</i> - <i>Fixação do conjunto sensores sem folga ou balanço, passagem para mão ou de objetos para acionamento incorreto intencional ou não.</i> - Funcionamento correto do desarme do sistema.	60	- Inspeção de set-up com testes práticos de todos os sistema para detecção de falhas no sistema de segurança.		

**APÊNDICE D – FMEA DO PROCESSO DE MONTAGEM DA GRADE DE
SEGURANÇA (LATERAIS PORTA E SENSORES).**

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 01 / 14

INOME: GRADE DE SEGURANÇA	PEÇA Nº: GRADE 01	DES. Nº: GRADE 01	CLIENTE: INTERNO - ESTAMPARIA	APLICAÇÃO: PRENSA MECÂNICA
DATA DE REV. DO DESENHO: A - 13/11/2006.		DATA CHAVE: 24/11/2006	DATA DO FMEA: 24/11/2006	REV. EM: 30/11/2006 / 01/12/2006 / 04/12/2006
PROCESSO: MONTAGEM DA GRADE DE SEGURANÇA (LATERAIS, PORTA E SENSORES).			EQUIPE DO FMEA: Donizeti G. Araújo (G. Qualidade), Mario César (Engenharia), Ricardo Chacon (Produção), Antônio Homem e Amarildo (Manutenção), Airtton Cavalcanti (Prensista) e José Carlos (Técnico de Segurança).	
RESP. PELO PROCESSO: Mario César Lima				

LEGENDA: TIPOS DE INSPEÇÃO: A - PROVA DE ERRO; B - MEDIÇÃO; C - INSPEÇÃO MANUAL / VISUAL; OP. - OPERAÇÃO.

ELABORADO: Donizeti

N.º OP. DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL		CAUSADA FALHA EM POTENCIAL	CONTOLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTOLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	RESULTADOS							
							A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET. RISC.				
01	Recebimento dos componentes pintados da grade.	- Grade de proteção fora do especificado.	- Afeta o processo de montagem das grades não atendimento da especificação.	6	-	3	-Envio da grade fora do especificado pela serralharia.	-Auditorias de Processo no setor de serralharia.	-Inspeção de recebimento através de Plano de Inspeção.	3	X	54	Nenhuma							
				6	-	3	-Falha na inspeção final do processo de serralharia.	-Auditorias de Produto acabado no setor de serralharia.		3	X	54	Nenhuma							
				6	-	3	-Troca de identificação das grades na serralharia.			3	X	54	Nenhuma							
	-Grades com arestas cortantes.	- Acidente com mecânico no manuseio para montagem da grade ou do operador durante produção.		8	-	3	- Falta de especificação de isenção de arestas.	-Auditorias de Processo no setor de serralharia.	-Inspeção de recebimento através de Plano de Inspeção.	8	X	192	-Revisar Processos de Fabricação dos componentes da grade acrescentando a realização da rebarbação dos conjuntos no final de cada etapa.	Donizeti 29/11/06	Evidenciado a alteração da Rolina de Inspeção com acréscimo do controle da característica de isenção das arestas, em 30/11/2006.	8	2	6	96	
				8	-	3	-Corte do material irregular por falta de afiação no ferramental.	-Manutenção Preventiva das prensas e equipamentos.		8	X	192					8	2	6	96

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 02 / 14

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL		CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	RISCO			AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP/ DATA	RESULTADOS				
								TIPOS DE INSPEÇÃO					AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.	
								A	B	C							
01	Recebimento dos componentes da grade pintados.	-Grades com falhas e riscos na pintura.	-Diminui vida útil da grade.	6	-Aplicação inadequada da camada de tinta.	4	-Qualificação do pintor para a função.	5	X	120	Elaboração de uma instrução de trabalho para pintura com a determinação dos parâmetros de regulagem da Pintura.	Donizeti Mario 29/11/06	Evidenciado a elaboração da IT-003 para pintura com a determinação dos parâmetros de regulagem da pintura, em 30/11/2006.	6	2	4	48
				6	-Queda durante o transporte.	3	-Treinamento constante para os operadores.	8	X	144	Revisar Plano de Inspeção de recebimento dos conjuntos acrescentando a verificação da característica de isenção de riscos e falhas na pintura.	Donizeti 29/11/06	Evidenciado a alteração do Plano de Inspeção com o acréscimo do controle da característica de isenção de riscos e falhas de pintura, em 30/11/2006.	6	2	6	72
			-Visual da grade danificado.	4	-Falha na preparação da tinta.	3	-Qualificação do pintor para a função.	8	X	96	Nenhuma						
	- Acabamento errado (Cor trocada).		-Não atendimento a especificação de cor para itens de segurança.	6	-Troca do tipo de tinta no processo de pintura.	3	- Auditorias de Processo no setor de pintura.	8	X	144	Revisar Plano de Inspeção de recebimento acrescentando a verificação da característica de cor e criar quadro de amostra de cor.	Donizeti 04/12/06	Evidenciado a alteração do Plano de Inspeção com acréscimo do controle da cor e a criação de um quadro de amostra de cor, em 30/11/2006.	6	2	6	72

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 03 / 14

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP./ DATA PREVISTA	RESULTADOS				
							RISCO					AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.	
							A	B	C							
02	- Inspeccionar Grade de Segurança.	- Grade de proteção com defeitos de acabamento ou fora do especificado.	- Afeta o processo de montagem das grades e gera o não atendimento do especificado.	6 - - Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.	3 - Auditorias de Sistema e no setor de serralaria.	- Inspeção de recebimento através de Plano de Inspeção.	3	X	54	Nenhuma						
03	- Transportar para estamparia.	- Deformação dos componentes ou das grades e riscos na pintura.	- Gera retrabalho no processo de montagem da grade da grade nas operações seguintes.	4 - - Queda do material durante o transporte.	3 - Treinamento constante para os mecânicos.	- Controle visual durante o processo de montagem.	8	X	96	Nenhuma						
10	- Fazer furação e confecção de rosca nas laterais e frente da prensa para a fixação.	- Dimensional da furação fora do especificado.	- Afeta o processo de montagem da grade.	6 - - Marcação errada das posições de furo.	4 - - Marcação errada das posições de furo.	- Inspeção através de teste prático antes de realizar a furação.	3	X	72	Nenhuma						
		- Grade fora de esquadro.	- Excesso de folga na grade.	6 - - Posicionamento errado para marcação.	4 - - Posicionamento errado para marcação.	- Inspeção através de teste prático antes de realizar a furação.	4	X	96	Nenhuma						
		- Possibilidade de acidente com operadores por acesso a área de prensagem.	- Possibilidade de acidente com operadores por acesso a área de prensagem.	8 - - Excesso de folga na grade.	4 - - Excesso de folga na grade.	- Inspeção através de teste prático antes de realizar a furação.	4	X	128	Elaborar uma Instrução com a determinação das folgas máximas para não permitir o acesso à área de prensagem.	Mário 30/11/06	Evidenciado a IT-004 com a determinação das folgas conforme a NBR-ISO 13852 / NBR 13761, em 04/12/2006.	8	3	3	72

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 04 / 14

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	RESULTADOS			
							A	B	C			AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
										RISCO					RISCO
11	-Inspeccionar operação de furação.	- Furação fora do especificado.	- Afeta o processo de montagem das grades não atendimento das especificações.	- Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.	3	-Inspeção através de teste prático antes de realizar a furação.	3	X		Nenhuma					
				- Falta de especificação para furação.	3	-Inspeção através de teste prático antes de realizar a furação.	3	X		Nenhuma					
20	Montar lateral Direita da grade na prensa (Entrada do Material).	- Lateral com pouca abertura para passagem da matéria-prima.	- Corte na mão do operador durante o manuseio da matéria-prima para passagem pela entrada da grade.	- Especificação inadequada da abertura de passagem.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X		Acrescentar no Plano de Controle de fabricação da grade a verificação de todas as especificações das matérias primas a serem usadas na prensa para determinar a abertura.	Donizeti 30/11/06	Evidenciado a alteração do Plano de Inspeção com acréscimo da verificação das especificações das matérias primas a serem usadas na prensa para determinar a abertura, em 01/12/2006.	8	2	3
		- Altura da lateral Direita fora do especificado	Permite acesso da mão do operador a área de prensagem.	-Dimensional da furação fora do especificado.	3	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X		Nenhuma					

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 05 / 14

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP./ DATA	RESULTADOS			
							A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
20	Montar lateral Direita da grade na prensa (Entrada do Material).	- Altura lateral Direita fora especificado	Permite acesso da mão do operador a área de prensagem.	- Grade com altura abaixo do especificado	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	128	Acrescentar no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação da altura da grade para impedir o acesso à área de prensagem.	Donizeti 30/11/06	Evidenciado a alteração do Plano de Inspeção com acréscimo da verificação da altura da grade para impedir o acesso à área de prensagem, em 01/12/2006.	8	2	3	48
		- Lateral com abertura para a passagem da matéria-prima com excesso de folga.	Permite acesso do da mão do operador a área de prensagem.	- Falha no Projeto da grade.	5	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	160	Solicitar junto a Engenharia o acréscimo de divisórias horizontais para passagem do material com o espaçamento não permitindo a entrada da mão do operador.	Mario 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com o acréscimo de divisórias horizontais não permitindo a entrada da mão do operador, em 30/11/2006.	8	2	3	48
		-Lateral Direita a fora de posição ou fora do esquadro.	- Dificulta a entrada da matéria-prima e gera corte na mão do operador durante o manuseio.	- Posição da passagem da matéria-prima errada.	3	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	96							

FMEA

FMEA: 002

FOLHA N°: 06 / 14

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO	RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. DATA PREVISTA	RESULTADOS			
											AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
20	Montar lateral Direita da grade na prensa (Entrada do Material).	- Grade lateral solta.	- Queda lateral no funcionamento e gera acidente com o operador.	- Fixação inadequada da grade ou parafuso saltando com a vibração.	4 Programa de manutenção preventiva das máquinas para manter em boas condições.	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	5 X	200	Solicitar junto a Engenharia o acréscimo de contra porca nos parafusos de fixação da grade na prensa.	Mario 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com o acréscimo de contra porcas nos parafusos da grade, em 30/11/2006.	10	2	4
21	-Inspeccionar montagem da lateral Direita da grade na prensa.	-Funcionamento da lateral inadequado.	- Possibilita o risco de acidente com o operador por acesso à área de prensagem.	- Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4 X	128	Elaborar uma Instrução de Trabalho para determinar os itens a serem inspecionados no sistema de segurança e possibilidade de acesso as áreas de prensagem.	Mario 01/12/06	Evidenciado a IT-005 de realização do teste prático após a montagem das grades com os itens a serem inspecionados no teste prático, em 04/12/2006.	8	3	3
30	Montar lateral Esquerda da grade na prensa (Saída da Peça).	- Altura lateral Esquerda fora do especificado	Permite acesso da mão do operador a área de prensagem.	-Dimensional da furação fora do especificado.	3 Determinação das posições de fixação nos desenhos da grade.	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4 X	96	Nenhuma					

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. DATA	AÇÃO PREVENTIVA	RESULTADOS			
							A	B	C				SEV.	OCOR.	DET.	RISC
30	Montar lateral Esquerda da grade na prensa (Saída da Peça).	- Altura lateral Esquerda fora do especificado	Permite acesso da mão do operador a área de prensagem.	- Grade com altura abaixo do especificado	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X		128	Domizeti 30/11/06	Acrescentar no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação da altura da grade para impedir o acesso à área de prensagem.	8	2	3	48
		- Lateral Esquerda com pouca abertura para saída da peça.	- Corte na mão do operador durante o manuseio da peça e acesso à área de prensagem para a retirada da peça enroscada na saída da grade.	- Especificação inadequada da abertura de passagem.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X		128	Domizeti 30/11/06	Acrescentar no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação de todas as peças a serem usadas na prensa para determinar a abertura da saída das peças, em 01/12/2006.	8	2	3	48
		- Lateral com abertura para a saída da peça com excesso de folga.	Permite acesso da mão do operador a área de prensagem.	- Falha no Projeto da grade.	5	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X		160	Mario 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com o acréscimo de uma rampa fechada na saída das peças p/ possibilitar a saída das peças e não permitir a entrada da mão do operador.	8	2	3	48

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 08 / 14

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	RESULTADOS			
							A	B	C			AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
										RISCO					RISCO
30	Montar lateral Esquerda da grade na prensa (Saída da Peça).	-Lateral Esquerda fora de posição ou fora do esquadro.	- Dificulta a saída da peça, gera corte na mão do operador no manuseio da peça e permite acesso à área de prensagem pela saída da grade.	- Posição da passagem da matéria-prima errada.	3	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X		96	Nenhuma				
		- Grade lateral solta.	- Queda da lateral no funcionamento e gera acidente com o operador.	- Fixação inadequada da grade ou parafuso soltando com a vibração.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	5	X		200	Solicitar junto a Engenharia o acréscimo de contra porca nos parafusos de fixação da grade na prensa.	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com o acréscimo de contra porcas nos parafusos de fixação da grade na prensa, em 30/11/2006.	10	2	4
		- Grade lateral solta.	- Excesso de folga em volta da grade com risco de acidente com o operador por acesso à área de prensagem.	- Abertura da entrada do material muito grande.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X		128	Solicitar junto a Engenharia o acréscimo de contra porca nos parafusos de fixação da grade na prensa.	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com o acréscimo de contra porcas nos parafusos de fixação da grade na prensa, em 30/11/2006.	8	2	4

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 09 / 14

FMEA																FMEA: 002	
FOLHA Nº: 09 / 14																	
N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO	RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	RESULTADOS						
											A	B	C	AÇÕES TOMADAS	SEV.	COR.	DET.
31	Inspeccionar a montagem da lateral esquerda da grade na prensa.	-Funcionamento da lateral inadequado.	- Possibilidade de risco de acidente com o operador por acesso à área de prensagem.	- Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	128	Elaborar uma Instrução de Trabalho para determinar os itens a serem inspecionados no sistema de segurança e possibilidade de acesso as áreas de prensagem.	Mario 01/12/06	Evidenciado a IT-005 de realização do teste prático após a montagem das grades com os itens a serem inspecionados no teste prático, em 04/12/2006.	8	3	48		
40	Montar porta frontal e travas laterais da grade na prensa.	- Porta com pouca abertura para colocação da peça.	- Corte na mão do operador durante o manuseio da peça para colocar na ferramenta.	- Especificação inadequada da abertura da Porta para passagem das peças.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	128	Acrescentar no Plano de Controle de fabricação da grade a verificação de todas as peças a serem usadas na prensa para determinar a abertura de saída.	Domizeti 30/11/06	Evidenciado a alteração do Plano de Inspeção com a verificação de todas as peças a serem usadas na prensa , em 01/12/2006.	8	2	3		
		- Altura da Porta fora do especificado.	Permite acesso da mão do operador a área de prensagem.	- Grade com altura abaixo do especificado	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	128	Acrescentar no Plano de Controle do processo de fabricação da grade a verificação da altura da Porta da grade para impedir o acesso à área de prensagem.	Domizeti 30/11/06	Evidenciado a alteração do Plano de Inspeção com a verificação da altura da Porta da grade para impedir o acesso à área de prensagem, em 01/12/2006.	8	2	3		

FMEA																		FMEA: 002			
FOLHA Nº: 10 / 14																					
N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL		CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DE DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP./ DATA PREVISTA	RESULTADOS							
								A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	COR.	DET.	RISC			
40	Montar porta frontal e trava das laterais da grade na prensa.	- Altura da Porta fora do especificado.	Permite acesso da mão do operador a área de prensagem.	8	-Dimensional da furação fora do especificado.	3	Determinação das posições de fixação nos desenhos da grade.	4	X	96	Nenhuma										
		- Porta fora de posição ou fora do esquadro.	- Dificulta a colocação da peça, gera corte na mão do operador no manuseio da peça e permite acesso à área de prensagem.	8	- Instalação da Posição da Porta errada.	3	Determinação das posições de fixação nos desenhos da grade.	4	X	96	Nenhuma										
		- Porta solta.	- Queda da Porta no funcionamento e gera acidente com o operador.	10	- Fixação inadequada da Porta da grade ou parafuso soltando com a vibração.	4	Programa de manutenção preventiva das máquinas para manter em boas condições.	5	X	200	Solicitar junto a Engenharia o acréscimo de contra porca nos parafusos de fixação da grade na prensa.	Mario 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com o acréscimo de contra porcas nos parafusos de fixação das laterais e porta da grade na prensa, em 30/11/2006.	10	2	4	80				
			-Risco de acidente com o operador por acesso à área de prensagem.	8	- Excesso de folga em volta da grade, fixação solta.	4	Programa de manutenção preventiva das máquinas para manter em boas condições.	4	X	128				8	2	4	64				

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 11 / 14

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PRESTA	RESULTADOS			
							A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
40	Montar porta e travas laterais na grade prensa.	- Acidente ao abrir ou fechar a porta.	- Acidente com o pancada na mão operador.	- Top de parada da porta exposto no lado de fora da grade.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	128	Solicitar junto a Engenharia a alteração do sistema de top da porta, passando para o lado interno da grade.	Mario 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com a modificação do sistema de top da porta passando o mesmo para o lado interno da grade, em 30/11/2006.	8	2	4	64
			- Acidente com o esmagamento da mão do operador.	- Trilho da porta com a canaleta exposta.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	128	Solicitar junto a Engenharia a alteração do sistema de trilho da porta, fechando a passagem para parte móvel.	Mario 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com a modificação do sistema de trilho da porta, fechando a passagem para parte móvel do trilho da porta, em 30/11/2006.	8	2	4	64
41	Inspeccionar a montagem da porta e travas frontal na grade prensa.	-Funcionamento da porta inadequado.	- Possibilita o risco de acidente com o operador por acesso á área de prensagem.	- Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	4	X	128	Elaborar uma Instrução de Trabalho para determinar os itens a serem inspecionados no teste prático para avaliação do sistema de segurança da porta	Mario 01/12/06	Evidenciado a IT-005 de realização do teste prático no sistema de segurança após a montagem das grades e porta, em 04/12/2006.	8	3	3	48

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 12 / 14

Nº OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	RESULTADOS			
							A	B	C			AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.
50	Montar sistema de sensores elétricos de segurança.	- Sensores soltos.	- Acidente com operador acionamento involuntário.	- Fixação inadequada do sensor na grade ou parafuso soltando com a vibração.	4	Programa de manutenção preventiva das máquinas para manter em boas condições.	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	5	X	200	Mário 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com o acréscimo de contra parafusos nos parafusos de fixação dos sensores da porta da grade, em 30/11/2006.	10	2	4
		- Acionamento incorreto do sistema de sensor.	- Acidente com operador.	- Travamento intencional do operador do sensor (Vareta, Barbante, Arame, etc), exposta.	4		-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	5	X	160	Mário 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com a modificação do sistema de acionamento do sensor com a blindagem de mesmo para impedir acionamento com a porta aberta.	8	2	5
		- Repique da prensa durante o fechamento da porta.	- Quebra da ferramenta e possível acidente com operador.	- Tempo de fechamento e abertura da porta longo gerando duplo acionamento da prensa.	5		-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	5	X	200	Mário 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com a modificação do sistema de acionamento do sensor com a instalação de dois sensores na porta, em 30/11/2006.	8	2	4

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO			RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA PREVISTA	RESULTADOS				
							A	B	C				AÇÕES TOMADAS	SEV.	OCOR.	DET.	RISCO
50	Montar sistema de sensores elétricos de segurança.	- Falha no sistema de sensor.	- Acidente com operador.	- Pane elétrica ou curto no sistema de sensor elétrica.		- Inspeção através de teste prático após realizar a montagem do sistema elétrico.	4	X		160	Solicitar junto a Engenharia a alteração do sistema de segurança do acionamento do sensor com a instalação de um segundo sensor de fim de curso na porta para no caso de falha garantir a porta fechada.	Mario 30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com a modificação do sistema de sensor com a instalação do segundo sensor de fim de curso na porta para garantir que a porta esta fechada, em 30/11/2006.	10	2	4	80
51	Inspeccionar montagem do sistema de sensores elétricos de segurança na grade prensa.	- Funcionamento dos sensores de forma inadequada.	- Possibilita o risco acidente com o operador por acesso a área de prensagem com a máquina em funcionamento.	- Amostragem e frequência inadequada no Plano de Inspeção.		- Auditoria de produto final, avaliação da montagem final.	4	X		160	Elaborar uma Instrução de Trabalho para determinar os itens a serem inspecionados no teste prático para avaliação do sistema de segurança dos sensores para não possibilitar o acesso à área de prensagem pela porta ou laterais.	Mario 01/12/06	Evidenciado a realização do teste prático após a montagem dos sensores na grade com a determinação dos itens a serem inspecionados no teste prático após a montagem, em 04/12/2006.	10	3	3	90

FMEA

FMEA: 002

FOLHA Nº: 14 / 14

N.º OP.	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	TIPO DE FALHA EM POTENCIAL	EFEITO DA FALHA EM POTENCIAL	CAUSA DA FALHA EM POTENCIAL	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DE PREVENÇÃO	CONTROLES ATUAIS DO PROCESSO DE DETECÇÃO	TIPOS DE INSPEÇÃO	RISCO	AÇÃO PREVENTIVA RECOMENDADA	NOME DO RESP. / DATA	PREVISTA	RESULTADOS				
												A	B	C	AÇÕES TOMADAS	SEV.
60	Realizar um teste prático, com a realização de um set-up e estampagem das peças.	- Falha no sistema de sensores de segurança.	- Acidente com operador.	- Pane elétrica ou curto no sistema de sensor elétrica.	4	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem do sistema elétrico.	4	160	Solicitar junto a Engenharia a alteração do sistema de segurança do acionamento do sensor com a instalação de um segundo sensor de fim de curso na porta para no caso de falha do primeiro sistema o segundo garanta a porta fechada no funcionamento.	Mario	30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com a modificação do sistema de acionamento do sensor com a instalação do segundo sensor de fim de curso na porta para que garanta a porta fechada no caso de funcionamento, em 30/11/2006.	10	2	4	80
	- Excesso de folga em volta da grade.	-Risco de acidente com o operador por acesso á área de prensagem.	- Fixação inadequada da grade ou parafuso soltando com a vibração.	4	Programa de manutenção preventiva das máquinas para manter em boas condições.	-Inspeção através de teste prático após realizar a montagem.	5	200	Solicitar junto a Engenharia o acréscimo de uma contra porca nos parafusos de fixação da grade na prensa.	Mario	30/11/06	Evidenciado a alteração do Projeto Rev. B com o acréscimo de contra porcas nos parafusos de fixação das laterais e porta da grade na prensa, em 30/11/2006.	10	2	4	80

ANEXO A - NR 12 - Máquinas e Equipamentos (112.000-0)**12.1. Instalações e áreas de trabalho.**

12.1.1. Os pisos dos locais de trabalho onde se instalam máquinas e equipamentos devem ser vistoriados e limpos, sempre que apresentarem riscos provenientes de graxas, óleos e outras substâncias que os tornem escorregadios. (112.001-8 / I1).

12.1.2. As áreas de circulação e os espaços em torno de máquinas e equipamentos devem ser dimensionados de forma que o material, os trabalhadores e os transportadores mecanizados possam movimentar-se com segurança. (112.002-6 / I1).

12.1.3. Entre partes móveis de máquinas e/ou equipamentos deve haver uma faixa livre variável de 0,70m (setenta centímetros) a 1,30m (um metro e trinta centímetros), a critério da autoridade competente em segurança e medicina do trabalho. (112.003-4 / I1).

12.1.4. A distância mínima entre máquinas e equipamentos devem ser de 0,60m (sessenta centímetros) a 0,80m (oitenta centímetros), a critério da autoridade competente em segurança e medicina do trabalho. (112.004-2 I1).

12.1.5. Além da distância mínima de separação das máquinas, deve haver áreas reservadas para corredores e armazenamento de materiais, devidamente demarcadas com faixa nas cores indicadas pela NR 26. (112.005-0 / I1).

12.1.6. Cada área de trabalho, situada em torno da máquina ou do equipamento, deve ser adequada ao tipo de operação e à classe da máquina ou do equipamento a que atende. (112.006-9 / I1).

12.1.7. As vias principais de circulação, no interior dos locais de trabalho, e as que conduzem às saídas devem ter, no mínimo, 1,20m (um metro e vinte centímetros) de largura e ser devidamente demarcadas e mantidas permanentemente desobstruídas. (112.007-7 / I1).

12.1.8. As máquinas e os equipamentos de grandes dimensões devem ter escadas e passadiços que permitam acesso fácil e seguro aos locais em que seja necessária a execução de tarefas. (112.008-5 / I1).

12.2. Normas de segurança para dispositivos de acionamento, partida e parada de máquinas e equipamentos.

12.2.1. As máquinas e os equipamentos devem ter dispositivos de acionamento e parada localizada de modo que:

a) seja acionado ou desligado pelo operador na sua posição de trabalho; (112.009-3 / I2).

b) não se localize na zona perigosa de máquina ou do equipamento; (112.010-7 / I2)

c) possa ser acionado ou desligado em caso de emergência, por outra pessoa que não seja o operador; (112.011-5 / I2).

d) não possa ser acionado ou desligado, involuntariamente, pelo operador, ou de qualquer outra forma acidental; (112.012-3 / I2).

e) não acarrete riscos adicionais. (112.013-1 / I2).

12.2.2. As máquinas e os equipamentos com acionamento repetitivo, que não tenham proteção adequada, que oferece risco ao operador, devem ter dispositivos apropriados de segurança para o seu acionamento. (112.014-0/ I2).

12.2.3. As máquinas e os equipamentos que utilizarem energia elétrica, fornecida por fonte externa, devem possuir chave geral, em local de fácil acesso e

acionada em caixa que evite o seu acionamento acidental e proteja as suas partes energizadas. (112.015-8 / I2).

12.2.4. O acionamento e o desligamento simultâneo, por um único comando, de um conjunto de máquinas ou de máquina de grande dimensão, devem ser precedido de sinal de alarme. (112.016-6 / I2).

12.3. Normas sobre proteção de máquinas e equipamentos.

12.3.1. As máquinas e os equipamentos devem ter suas transmissões de força enclausuradas dentro de sua estrutura ou devidamente isoladas pôr anteparos adequados. (112.017-4 / I2).

12.3.2. As transmissões de força, quando estiverem a uma altura superior a 2,50m (dois metros e cinqüenta centímetros), podem ficar expostas, exceto nos casos em que haja plataforma de trabalho ou áreas de circulação em diversos níveis. (112.018-2 / I2).

12.3.3. As máquinas e os equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes, projeção de peças ou partes destas, devem ter os seus movimentos, alternados ou rotativos, protegidos. (112.019-0 / I2).

12.3.4. As máquinas e os equipamentos que, no seu processo de trabalho, lancem partículas de material, devem ter proteção, para que essas partículas não ofereçam riscos. (112.020-4 / I2).

12.3.5. As máquinas e os equipamentos que utilizarem ou gerarem energia elétrica devem ser aterrados eletricamente, conforme previsto na NR 10. (112.021-2 / I2).

12.3.6. Os materiais a serem empregados nos protetores devem ser suficientemente resistentes, de forma a oferecer proteção efetiva. (112.022-0 / I1).

12.3.7. Os protetores devem permanecer fixados, firmemente, à máquina, ao equipamento, piso ou a qualquer outra parte fixa, por meio de dispositivos que,

em caso de necessidade, permitam sua retirada e recolocação imediatas.

(112.023-9 / I1).

12.3.8. Os protetores removíveis só podem ser retirados para execução de limpeza, lubrificação, reparo e ajuste, ao fim das quais devem ser, obrigatoriamente, recolocados. (112.024-7 / I1).

12.3.9. Os fabricantes, importadores e usuários de motosserras devem atender ao disposto no Anexo I desta NR.

12.3.10. Os fabricantes, importadores e usuários de cilindros de massa devem atender ao disposto no Anexo II desta NR.

12.3.11. Os fabricantes e importadores de máquinas injetoras de plástico, ao disposto na norma NBR 13536/95.

12.3.11.1. Os fabricantes e importadores devem afixar, em local visível, uma identificação com as seguintes características: ESTE EQUIPAMENTO ATENDE AOS REQUISITOS DE SEGURANÇA DA NR-12 - Subitens 12.3.11 e 13.3.11.1 acrescentados pela Portaria n.º 9, de 30-03-2000.

12.4. Assentos e mesas.

12.4.1. Para os trabalhos contínuos em prensas e outras máquinas e equipamentos, onde o operador possa trabalhar sentado, devem ser fornecidos assentos conforme o disposto na NR 17. (112.025-5 / I1).

12.4.2. As mesas para colocação de peças que estejam sendo trabalhadas, assim como o ponto de operação das prensas, de outras máquinas e outros equipamentos, devem estar na altura e posição adequadas, a fim de evitar fadiga ao operador, nos termos da NR 17. (112.026-3 / I1).

12.4.3. As mesas deverão estar localizadas de forma a evitar a necessidade de o operador colocar as peças em trabalho sobre a mesa da máquina. (112.027-1 / I1).

12.5. Fabricação, importação, venda e locação de máquinas e equipamentos.

12.5.1. É proibida a fabricação, a importação, a venda, a locação e o uso de máquinas e equipamentos que não atendam às disposições contidas nos itens 12.2 e 12.3 e seus subitens, sem prejuízo da observância dos demais dispositivos legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho. (112.028-0 / I2).

12.5.2. O Delegado Regional do Trabalho ou Delegado do Trabalho Marítimo, conforme o caso, decretará a interdição da máquina ou de equipamento que não atender ao disposto no subitem 12.5.1.

12.6. Manutenção e operação.

12.6.1. Os reparos, a limpeza, os ajustes e a inspeção somente podem ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à sua realização. (112.029-8 / I2).

12.6.2. A manutenção e inspeção somente podem ser executadas por pessoas devidamente credenciadas pela empresa. (112.030-1 / I1).

12.6.3. A manutenção a inspeção das máquinas e dos equipamentos devem ser feitas de acordo com as instruções fornecidas pelo fabricante e/ou de acordo com as normas técnicas oficiais vigentes no País. (112.031-0 / I1).

12.6.4. Nas áreas de trabalho com máquinas e equipamentos devem permanecer apenas o operador e as pessoas autorizadas. (112.032-8 / I1).

12.6.5. Os operadores não podem se afastar das áreas de controle das máquinas sob sua responsabilidade, quando em funcionamento. (112.033-6 / I1).

12.6.6. Nas paradas temporárias ou prolongadas, os operadores devem colocar os controles em posição neutra, acionar os freios e adotar outras medidas, com o objetivo de eliminar riscos provenientes de deslocamentos. (112.034-4 / I1).

12.6.7. É proibida a instalação de motores estacionários de combustão

interna em lugares fechados ou insuficientemente ventilados. (112.035-2 / I2).

ANEXO I MOTOSSERRAS

1. FABRICAÇÃO, importação, venda, locação e uso de motosserras. É proibida a fabricação, importação, venda, locação e uso de motosserras que não atendam às disposições contidas neste Anexo, sem prejuízo dos demais dispositivos legais e regulamentares sobre segurança e saúde no trabalho. (112.036-0 / I4).

2. PROIBIÇÃO DE USO DE MOTOSSERRAS. É proibido o uso de motoserras à combustão interna em lugares fechados ou insuficientemente ventilados. (112.037-9 / I4).

3. DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA. As motosserras, fabricadas e importadas, para comercialização no País, deverão dispor dos seguintes dispositivos de segurança: (112.038-7 / I4).

- a) freio manual de corrente;
- b) pino pega-corrente;
- c) protetor da mão direita;
- d) protetor da mão esquerda;
- e) trava de segurança do acelerador.

3.1. Para fins de aplicação deste item, define-se:

a) freio manual de corrente: dispositivo de segurança que interrompe o giro da corrente, acionado pela mão esquerda do operador;

b) pino pega-corrente: dispositivo de segurança que, nos casos de rompimento da corrente, reduz seu curso, evitando que atinja o operador;

- c) protetor da mão direita: proteção traseira que, no caso de rompimento da corrente, evita que esta atinja a mão do operador;
- d) protetor da mão esquerda: proteção frontal que evita que a mão do operador alcance, involuntariamente, a corrente, durante a operação de corte;
- e) trava de segurança do acelerador: dispositivo que impede a aceleração involuntária.

4. RUÍDOS E VIBRAÇÕES. Os fabricantes e importadores de motosserras instalados no País introduzirão, nos catálogos e manuais de instruções de todos os modelos de motosserras, os seus níveis de ruído e vibração e a metodologia utilizada para a referida aferição. (112.039-5 / I4).

5. MANUAL DE INSTRUÇÕES. Todas as motosserras fabricadas e importadas serão comercializadas com Manual de Instruções contendo informações relativas à segurança e à saúde no trabalho especialmente:

- a) riscos de segurança e saúde ocupacional; (112.040-9 / I4).
- b) instruções de segurança no trabalho com o equipamento, de acordo com o previsto nas Recomendações Práticas da Organização Internacional do Trabalho - OIT;
- c) especificações de ruído e vibração;
- d) penalidades e advertências.

6. TREINAMENTO obrigatório para operadores de motosserra. Deverão ser atendidos os seguintes:

6.1. Os fabricantes e importadores de motosserra instalados no País, através de seus revendedores, deverão disponibilizar treinamento e material didático para os usuários de motosserra, com conteúdo programático relativo à utilização segura de motosserra, constante no Manual de Instruções. (112.041-7 / I4).

6.2. Os empregadores deverão promover a todos os operadores de motosserra treinamento para utilização segura da máquina, com carga horária mínima de 8 (oito) horas, com conteúdo programático relativo à utilização segura da motosserra, constante no Manual de Instruções. (112.042-5 / I4).

6.3. Os certificados de garantia dos equipamentos contarão com campo específico, a ser assinado pelo consumidor, confirmando a disponibilidade do treinamento ou responsabilizando-se pelo treinamento dos trabalhadores que utilizarão a máquina. (112.043-3 / I4).

7. ROTULAGEM. Todos os modelos de motosserra deverão conter rotulagem de advertência indelével resistente, em local de fácil leitura e visualização do usuário, com a seguinte informação: "O uso inadequado da motosserra pode provocar acidentes graves e danos à saúde". (112.044-1 / I4).

8. PRAZO. A observância do disposto nos itens 4, 6 e 7 será obrigatória a partir de janeiro de 1995. a.1) proteção fixa instalada a 117 cm ($\pm 2,5$ cm) de altura e a 92 cm (2,5 cm) da extremidade da mesa baixa, para evitar o acesso à área de movimento de riscos; 112.045-0 / I4)

ANEXO II CILINDROS DE MASSA

1. É proibido a fabricação, a importação, a venda e a locação de cilindros de massa que não atendam às disposições contidas neste Anexo, sem prejuízo dos demais dispositivos legais e regulamentares sobre a segurança e saúde no trabalho. (112.045-0 / I4)

a.) proteção fixa instalada a 177 cm ($\pm 2,5$ cm) de altura e a 77 cm ($\pm 2,5$ cm) da extremidade da mesa baixa, para evitar o acesso à área de movimento de riscos.

2. Dispositivos de Segurança.

os cilindros de massa fabricadas e importadas para comercialização no

País deverão dispor dos seguintes dispositivos de segurança:

a.1) proteção fixa instalada a 117 cm ($\pm 2,5$ cm) de altura e a 92 cm ($\pm 2,5$ cm) da extremidade da mesa baixa, para evitar o acesso à área de movimento de riscos; (112.046-8 / I4).

a.2) proteção fica na laterais /da prancha de extensão traseira., para eliminar a possibilidade de contato com a área de movimentação de riscos, pôr outro local, além da área de operação; (112.046-8/ I4).

a.3) prancha de extensão traseira, com inclinação de 50 a 55 graus e distância entre zona de prensagem (centro e cilindro inferior) e extremidade superior da prancha 80 cm ($\pm 2,5$ cm); (112.048-4 /L4).

a.4) mesa baixa com comprimento de 80 cm ($\pm 2,5$ cm), medidas do centro do cilindro inferior à extremidade da mesa e altura de 75 cm ($\pm 2,5$ cm); (112.049-2 / I4).

a.5) chapa de fechamento do vão ente tolete obstrutivo e cilindro superior. (112.050-6 / I4).

b. Segurança e Limpeza:

b.1) para o cilindro lâmpada de limpeza em contato com a superfície inferior do cilindro; (11.053-0 / I4).

b.2) para o cilindro inferior chapa de fechamento do vão entre cilindro e mesa baixa. (112.052-2 /I4).

c. Proteção Elétrica.

c.1) dispositivo eletrônico que impeça a inversão de fases; (112.053-0 /I4).

c.2) sistema de parada instantânea de emergência, acionado por botoeiras posicionadas lateralmente, à prova de poeira, devendo funcionar com freio motor ou

similar, de tal forma que elimine o movimento de inércia dos cilindros. (112. 054-9 / I4).

d. Proteção das polias:

d.1) proteção das polias com tela de malha, no máximo, 0.25 cm², ou chapa. (112.055-7 /I4).

e. Indicador visual:

e.1) indicador visual para regular visualmente a abertura dos cilindros durante a operação de cilindrar a massa, evitando o ato de colocar as mãos para verificar a abertura dos cilindros. (112.056-5 /I4).

3. Para fins de aplicação deste item, define-se:

- **Cilindro de Massa:** máquina utilizada para cilindrar a massa de fazer pães.

Consiste principalmente de mesa baixa, prancha de extensão traseira, cilindros superior e inferior, motor e polias.

- **Mesa Baixa:** prancha de madeira revestida de fórmica, na posição horizontal, utilizado como apoio para o operador manusear a massa.

- **Prancha de Extensão Traseira:** prancha de madeira revestida com fórmica, inclinada em relação À base, utilizada para suportar e encaminhar a massa até os cilindros.

- **Cilindros Superior e Inferior:** cilindram a massa, possuindo ajuste de espessura e posicionam-se entre a mesa baixa e a prancha.

- **Distância de Segurança:** mínima distância necessária para impedir o acesso à zona de perigo.

- **Movimento de Risco:** movimento de partes da máquina que podem causar danos pessoais.

- **Proteções:** dispositivos mecânicos que impedem o acesso às áreas de movimentos de risco.
- **Proteções Fixas:** proteções fixadas mecanicamente, cuja remoção ou deslocamento só é possível com o auxílio de ferramentas.
- **Proteções Móveis:** proteções móveis que impedem o acesso à área dos movimentos de risco quando fechadas.
- **Segurança Mecânica:** dispositivo que, quando acionado, impede mecanicamente o movimento da máquina.
- **Segurança Elétrica:** dispositivo que, quando acionado, impede eletricamente o movimento da máquina.

[illegible]

ANEXO C - FLUXOGRAMA DE PROCESSO

[illegible]



AUTORIZAÇÃO

Autorizo a utilização do nome da empresa, dados, figuras e informações, levantadas pelo Sr. DONIZETI GAMARANO DE ARAÚJO, contidas na Monografia **“Aplicação da ferramenta da qualidade FMEA para a detecção de falhas, avaliação de riscos e tomada de ações de melhoria em Dispositivos de Segurança de Prensas Mecânicas”**, apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do certificado de Especialista em Engenharia da Qualidade – MBA – USP.

Autorizo a utilização reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

02 de Maio de 2007,

Miroal Ind. e Com. Ltda.

Milton de Castro
Sócio Diretor