

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFACVEST
ENGENHARIA MECÂNICA
JOSÉ CARLOS COELHO

**ROTEIRO DE PROCESSO DE ETAPAS PARA ADEQUAÇÃO DE
MÁQUINAS À NR-12 COM OBJETIVO DE REDUZIR TEMPO E
CUSTOS**

LAGES
2018

JOSÉ CARLOS COELHO

**ROTEIRO DE PROCESSO DE ETAPAS PARA ADEQUAÇÃO DE
MÁQUINAS À NR-12 COM OBJETIVO DE REDUZIR TEMPO E
CUSTOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Centro Universitário UNIFACVEST,
como parte dos requisitos para a obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Prof. ME: Reny Aldo Henne

LAGES
2018

JOSÉ CARLOS COELHO

**ROTEIRO DE PROCESSO DE ETAPAS PARA ADEQUAÇÃO DE
MÁQUINAS À NR-12 COM OBJETIVO DE REDUZIR TEMPO E
CUSTOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao Centro Universitário UNIFACVEST,
como parte dos requisitos para a obtenção do
grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Prof. ME: Reny Aldo Henne

Lages, SC ____/____/2018. Nota _____

LAGES
2018

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus pela sabedoria de querer sempre ser, cada vez mais, uma pessoa melhor, e pela minha saúde que permitiu conquistar mais essa etapa em minha vida.

Agradeço imensamente a minha esposa Tere e meus filhos Carolina e Carlos Guilherme pelo carinho, paciência, e por suportarem minha ausência durante esse período que tanto exigiu, mas que terminou com mais uma conquista.

Agradeço ao professor Reny pelo conhecimento transmitido e orientação sem os quais esse trabalho não seria possível.

Agradeço também a todos os professores que de uma forma ou outra me auxiliaram ao longo desses anos em minha formação acadêmica.

ROTEIRO DE PROCESSO DE ETAPAS PARA ADEQUAÇÃO DE MÁQUINAS À NR-12 COM OBJETIVO DE REDUZIR TEMPO E CUSTOS

José Carlos Coelho¹
Reny Aldo Henne²

RESUMO

Gradativamente consideramos a segurança do trabalhador como um valor, e novas tecnologias surgem ou são aprimoradas para garantir essa segurança, porém o parque industrial brasileiro possui máquinas com uma média de 17 anos de idade, sendo muitas com idade muito superior a isso. A Norma Regulamentadora NR-12 e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras. A revisão da NR-12, ocorrida em dezembro de 2010, tornou a norma complexa, criou um ambiente de negócios desfavorável à competitividade das empresas e insegurança jurídica, além dos elevados custos para a adaptação das máquinas e equipamentos existentes. Se uma pequena ou média empresa é fiscalizada pelo Ministério do Trabalho, e o fiscal verifica que uma determinada máquina está insegura e que deverá ser adequado à NR-12, o profissional responsável tem dificuldades em iniciar esse processo de adequação. Este trabalho tem por finalidade estudar a Norma NR-12 e relacionar os itens necessários para a adequação, em etapas que sejam comuns a todos os tipos de máquinas em uma visão abrangente, para auxiliar o profissional responsável a executar qualquer adequação de maneira clara, ágil, reduzindo o tempo e custos.

Palavras chaves: Segurança, NR-12, Adequação, Tempo, Custos.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, 10ª fase, Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Centro Universitário UNIFACVEST.

¹ Mestre, professor da disciplina de TCC2 do Centro Universitário UNIFACVEST.

STEP PROCESS ROUTING FOR MACHINERY TO NR-12 WITH AIM OF REDUCING TIME AND COSTS

José Carlos Coelho¹
Reny Aldo Henne²

ABSTRACT

Gradually we consider worker safety as a value, and new technologies arise or are improved to guarantee this safety, but the Brazilian industrial park has machines with an average of 17 years of age, many of which are much older than this. Regulatory Standard NR-12 and its annexes define technical references, fundamental principles and protective measures to guarantee the health and physical integrity of workers and establish minimum requirements for the prevention of occupational accidents and diseases in the design and use phases of machinery and equipment of all kinds, and also to its manufacture, importation, sale, exhibition and assignment in all economic activities, without prejudice to compliance with the provisions of other Regulatory Norms. The revision of NR-12, which occurred in December 2010, made the norm complex, created a business environment unfavorable to corporate competitiveness and legal uncertainty, as well as high costs for the adaptation of existing machines and equipment. If a small or medium-sized company is inspected by the Ministry of Labor, and the supervisor finds that a particular machine is unsafe and should be suitable for NR-12, the responsible professional has difficulties in initiating this adjustment process. The purpose of this study is to study the NR-12 Standard and to relate the necessary items for the adaptation, in steps that are common to all types of machines in a comprehensive view, to assist the responsible professional to execute any adequacy in a clear, agile way, reducing the time and costs

Keywords: Security, NR-12, Adequacy, Time, Costs.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica, 10ª fase, Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Centro Universitário UNIFACVEST.

¹ Mestre, professor da disciplina de TCC2 do Centro Universitário UNIFACVEST.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - NR 12 e relações com as normas ABNT, EN, ISO e IEC	22
Figura 2 - NR 12 suportada por outras Normas	23
Figura 3 - Representação esquemática da estratificação e sequência de etapas.....	28
Figura 4 - Planilha de registro do equipamento.....	29
Figura 5 - Representação esquemática da avaliação para redução de riscos.....	30
Figura 6 - Categoria de riscos.....	32
Figura 7 - Categorias dos sistemas de segurança	33
Figura 8 - Planilha FAR – Ficha de análise de riscos.....	38
Figura 9 - Planilha de Check list Inicial de Atendimento à NR-12.....	38
Figura 10 - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores.....	39
Figura 11 - Sequência esquemática da Avaliação de Riscos (Laudo Técnico).....	40
Figura 12 - Fluxograma do roteiro geral para adaptação de máquina à NR-12	43
Figura 13 - Situação inicial da PMEEC	44
Figura 14 - Planilha de registro do equipamento da PMEEC.....	45
Figura 15 - Localização na planta da PMEEC	45
Figura 16 - Manual de operação e manutenção da PMEEC.....	46
Figura 17 - Planilha de determinação dos limites da máquina PMEEC.....	46
Figura 18 - Identificação da categoria da máquina PMEEC	47
Figura 19 - Planilha FAR - Ficha de análise de riscos da PMEEC	48
Figura 20 - Planilha do check list inicial de atendimento à NR-12 aplicado na PMEEC	48
Figura 21 - Adequação proposta 1 – Arranjo Físico e Instalações.....	49
Figura 22 - Adequação proposta 2 – Instalações de Dispositivos Elétricos.....	50
Figura 23 - Adequação proposta 3 – Dispositivos de Partida, Acionamento e Parada	50
Figura 24 - Adequação proposta 4 – Sistema de segurança	51
Figura 25 - Adequação proposta 5 – Dispositivos de Parada de Emergência.....	51
Figura 26 - Adequação proposta 6 – Transportadores de Materiais.....	52
Figura 27 - Adequação proposta 7 – Aspectos Ergonômicos.....	52
Figura 28 - Adequação proposta 8 – Riscos Adicionais.....	53
Figura 29 - Adequação proposta 9 – Manutenção, Inspeção, Preparação, Ajustes e Reparos	53
Figura 30 - Adequação proposta 10 – Sinalização	54

Figura 31 - Adequação proposta 11 – Manuais	54
Figura 32 - Adequação proposta 12 – Procedimentos de Trabalho e Segurança	55
Figura 33 - Adequação proposta 13 – Capacitação	55
Figura 34 - Adequação proposta 14 – Outros Requisitos Específicos de Segurança	56
Figura 35 - Orçamento inicial de material e MDO para adequação da PMEEC.....	56
Figura 36 - Cronograma de tarefas para adequação da PMEEC	57
Figura 37 - Planilha da nova estimativa de riscos da PMEEC	58
Figura 38 - Fluxograma do roteiro de processo de etapas para adaptação de máquina à NR-12 aplicado a PMEEC	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa de riscos (HRN).....	36
Tabela 2 - Classificação de riscos (HRN)	37
Tabela 3 - Tabela de Estimativa de tempo por etapas	42
Tabela 4 - Estimativa de tempo para adequação aplicada a PMEEC	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A - Altura

ABIMAQ – Associação brasileira da indústria de máquinas e equipamentos

ABNT – Associação brasileira de normas técnicas

ART – Anotação de responsabilidade técnica

C – Comprimento

CLT – Consolidação das leis do trabalho

EN – Normatização europeia

IEC – Comissão eletrotécnica internacional

FAR – Ficha de análise de riscos

FE – Frequência de exposição

GPD – Probabilidade máxima de perda

HRN – Número de risco de perigo

INDA – Instituto nacional de distribuidores de aço

INSS – Instituto nacional de seguridade social

ISO – Organização internacional de normatização

L - Largura

MDO – Mão de obra

MTE – Ministério do trabalho e emprego

NP – Número de pessoas expostas

NR – Norma regulamentadora

NR-03 – Norma regulamentadora número três

NR-12 – Norma regulamentadora número doze

NBR – Normas brasileiras

PE – Probabilidade de exposição

PMEEC – Prensa mecânica excêntrica de engate por chaveta

SIT – Secretaria de inspeção do trabalho

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. JUSTIFICATIVA.....	14
3. PROBLEMA PESQUISADO	15
4. OBJETIVOS.....	16
4.1 Objetivo geral	16
4.2 Objetivos específicos.....	16
5. HIPÓTESE.....	17
6. REVISÃO DE LITERATURA	18
6.1 NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.....	18
6.2 Abrangências da NR-12.....	20
6.3 Anexos da NR-12	21
6.4 Normas técnicas ABNT / EN/ ISO / IEC	22
6.5 NR-12 suportada por outras Normas	22
7. MATERIAIS E MÉTODOS	24
7.1 Descrição do objeto de estudo	24
7.2 Delineamento do trabalho.....	24
7.3 Procedimentos específicos.....	24
7.4 Análise de dados	25
7.5 Outras questões.....	26
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
8.1 Estratificação, sequência e descrição das etapas para roteiro de processo de adequação de máquinas à NR-12 e suas premissas:.....	27
8.1.1 Estratificação e sequências das etapas do roteiro de processo.....	27
8.1.2 Descrição das etapas do roteiro de processo.....	29
8.2 Elaboração de um fluxograma do roteiro do processo de etapas com estimativa de tempo	41
8.3 Aplicação do roteiro do processo de etapas para adequação de máquinas à NR-12 em uma PMEEC.....	44
9. CONCLUSÃO	61
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
REFERÊNCIAS	63
ANEXOS.....	65

1. INTRODUÇÃO

As máquinas e os equipamentos deverão ser dotados de dispositivos de partida e parada e outros que se fizerem necessários para a prevenção de acidentes do trabalho. Este é o texto legal, ainda em vigor (CLT).

As NR, Normas Regulamentadoras, são normas elaboradas pelo Ministério do Trabalho. Foram criadas e devem ser observadas a fim de promover saúde e segurança do trabalho na empresa. As NR existem também para nos ensinar como cumprir e para detalhar a CLT (Consolidação das Leis do Trabalho).

A Norma Regulamentadora NR 12 e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.

Para fins de aplicação da Norma Regulamentadora NR 12, o conceito inclui somente máquina e equipamento de uso não doméstico e movido por força não humana considerando como máquina o conjunto de peças ou de componentes ligados entre si, em que pelo menos um deles se move, com os apropriados atuadores, circuitos de comando e potência etc., reunidos de forma solidária com vista a uma aplicação definida, tal como a transformação, o tratamento, a deslocação e o acondicionamento de um material, considera também “máquina” um conjunto de máquinas que, para a obtenção de um mesmo resultado, estão dispostas e são comandadas de modo a serem solidárias no seu funcionamento (NR-12).

Embargo e interdição são medidas de urgência, adotadas a partir da constatação de situação de trabalho que caracterize risco grave e iminente ao trabalhador (NR-03, SIT 199, 2011). O plano de trabalho com cronograma de implementação contendo prazos de até 12 meses deve ser aprovado pelo auditor fiscal do trabalho ou equipe que tenha emitido a notificação (NR-03, SIT 129, 2017). Portanto as empresas que não têm seus equipamentos adequados ou não possuem um cronograma para adequação estão sujeitas a serem multadas,

inclusive podendo haver a interdição do equipamento não conforme ou, até mesmo, a interdição de toda a fábrica.

A Norma Regulamentadora NR 12 não demonstra um roteiro geral de adaptação de máquinas, mas sim especificamente as referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção, ficando a cargo de o profissional responsável interpretá-las e aplicá-las, garantindo a segurança dos trabalhadores e assegurando os aspectos legais da norma.

2. JUSTIFICATIVA

Apesar de a principal responsabilidade ser da empresa proprietária da máquina, cabe ao engenheiro responsável cumprir as Normas Regulamentadoras, que são instrumentos legais editados pelo Ministério do Trabalho e Emprego, que norteiam as obrigações dos estabelecimentos de qualquer natureza em relação à saúde e segurança do trabalhador e esclarecer e orientar da melhor maneira as pequenas e médias empresas, pois é dever da profissão “adequar sua forma de expressão técnica às necessidades do cliente e às normas vigentes aplicáveis;” (Código de Ética Profissional, 4 - Dos Deveres, Artigo 9º, III, g:).

A revisão da NR-12, ocorrida em dezembro de 2010, tornou a norma complexa, criou um ambiente de negócios desfavorável à competitividade das empresas e insegurança jurídica, além dos elevados custos para a adaptação das máquinas e equipamentos existentes, colocando na ilegalidade milhares de empresas brasileiras que antes estavam legais com seu maquinário. Muitas das interdições são efetuadas por Auditores do Trabalho, sem a competência técnica necessária, haja vista que para a entrada na carreira a exigência é de curso superior em qualquer área. Reconhecemos que em grande parte dos Auditores Fiscais do Trabalho têm merecida competência na área de segurança do trabalho, mas uma parcela significativa não dispõe da competência necessária para Auditar em Segurança do Trabalho pela falta de formação específica. Este cenário criou a dificuldade de atendê-la e por vezes até mesmo executá-la.

A existência de um roteiro geral de visão abrangente das necessidades práticas para a adaptação de máquinas à NR 12 seria de grande auxílio ao profissional responsável, pois as etapas podem ser comuns a qualquer tipo de máquina, sendo diferenciadas somente suas particularidades de categorias e modelos, e com o roteiro visível ficaria muito mais fácil envolver os demais profissionais que irão desempenhar as tarefas necessárias à adequação.

Visando o desenvolvimento de um roteiro geral para adaptação de máquinas, o mesmo poderá ser descrito em etapas através da análise das referências técnicas, seus princípios gerais, seus anexos e suas abrangências, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, Norma Regulamentadora nº 12 (NR-12), Ministério do Trabalho e Emprego – MTE.

3. PROBLEMA PESQUISADO

Existem várias empresas no mercado que podem auxiliar o profissional responsável na adequação do equipamento à NR-12, porém somente em algumas etapas, seja por falta de autonomia, por linha de materiais ou por linha de serviços.

Não existe um roteiro específico de adequação à NR-12 que seja comum a todos os tipos de máquina, o que onera o tempo de estudos, levantamentos e envolvimento dos profissionais que participam da adequação.

Essa perda de tempo compreendida entre o estudo do que será necessário fazer até a adequação final de máquina compromete a segurança do trabalhador, bem como o não cumprimento dos prazos definidos em uma possível fiscalização.

O descumprimento da Norma poderá resultar em notificação, autuação, interdição ou embargo de ambiente específico ou do estabelecimento inteiro e, também, em ações regressivas por parte do INSS (INDA, 2016).

Como ordenar os passos necessários para efetuar uma adequação à NR12 que possa abranger todas as etapas, que sejam comuns a todos os tipos de máquinas e que possa reduzir o tempo e custo de adequação?

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Analisar a Norma NR-12, seus princípios gerais, seus anexos, suas abrangências e relações com as normas ABNT, EN, ISO, IEC e relacionar as etapas necessários para a adequação de máquina à NR-12, desenvolvendo assim um roteiro e um fluxograma de etapas que sejam comuns a todos os tipos de máquinas com uma estimativa de tempo para auxiliar o profissional responsável a executar a adequação de maneira clara e ágil, além de esclarecer o processo de adequação a todos os profissionais envolvidos desde o início, reduzindo assim o tempo e os custos, e aplicar o roteiro na adaptação de uma prensa mecânica excêntrica de engate por chaveta (PMEEC).

4.2 Objetivos específicos

I - Estratificar, sequenciar e descrever as etapas comuns para a adequação à NR-12:

Estratificar, sequenciar e descrever as etapas para a adequação de máquina conforme NR-12 que sejam comuns a todos os tipos de máquina, de forma resumida e didática.

II - Elaborar um fluxograma do roteiro de processo de etapas para adequação à NR-12:

Elaborar um fluxograma do roteiro de etapas para adequação de máquina à NR-12, considerando uma estimativa de tempo para cada etapa.

III - Aplicar o roteiro de processo de etapas para adequação à NR-12 em uma PMEEC:

Aplicar o roteiro de etapas para adequação de máquina à NR-12, considerando uma estimativa de tempo para cada etapa, em uma prensa mecânica excêntrica de engate por chaveta (PMEEC).

5. HIPÓTESE

Quando uma pequena ou média empresa é fiscalizada pelo Ministério do Trabalho, e o fiscal verifica que uma determinada máquina encontra-se em condições inseguras e, portanto, deverá ser adequado à NR-12, o profissional responsável não sabe exatamente como iniciar esse processo. Se o profissional responsável tiver conhecimento de um roteiro para adequação de máquina à NR-12, em etapas que sejam comuns a qualquer tipo de máquina e com tempo estimado, poderá planejar essa adequação, envolvendo todos os profissionais que se farão necessários desde o início, reduzindo assim o tempo e custos, garantindo o enfoque da NR-12 que é a segurança do trabalhador, máquinas e equipamentos intrinsecamente seguros.

6. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo a ABIMAQ (Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos), a idade média das máquinas na indústria de transformação brasileira é de 17 anos. Nos países que detêm maior tecnologia como Alemanha, a média é de quatro anos, e nos Estados Unidos, sete anos. Como a segurança em máquina está vinculada principalmente a novas tecnologias, fica clara a necessidade de adaptação de máquinas à NR-12 na indústria brasileira devido a idade das máquinas em uso atualmente.

Exige-se a conversão da máquina ou equipamento sem dispositivo de segurança para adequação aos requisitos de segurança do trabalho estabelecidos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e pela Norma Regulamentadora n° 12 (NR-12) do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, e suas alterações.

Segundo FERREIRA (2010), roteiro é uma orientação escrita, um caminho a seguir, processo é um método, sistema ou maneira de agir e etapa é uma fase que compõe o projeto. Assim, um roteiro de processo de etapas possui um início, meio e fim e um público alvo que determinamos como envolvidos na adequação.

6.1 NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

12 Princípios Gerais: (Redação dada pela Portaria SIT n.º 197, de 17/12/10)

12.1 Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.

12.1.1 Entende-se como fase de utilização o transporte, montagem, instalação, ajuste, operação, limpeza, manutenção, inspeção, desativação e desmonte da máquina ou equipamento. (Alterado pela Portaria MTE n.º 857, de 25/06/2015).

12.2 As disposições desta Norma referem-se a máquinas e equipamentos novos e usados, exceto nos itens em que houver menção específica quanto à sua aplicabilidade.

12.2A As máquinas e equipamentos comprovadamente destinados à exportação estão isentos do atendimento dos requisitos técnicos de segurança previstos nesta norma. (Inserido pela Portaria MTE n.º 857, de 25/06/2015).

12.2B Esta norma não se aplica às máquinas e equipamentos: (Item e alíneas inseridos pela Portaria MTE n.º 857, de 25/06/2015).

- a) movidos ou impulsionados por força humana ou animal;
- b) expostos em museus, feiras e eventos, para fins históricos ou que sejam considerados como antiguidades e não sejam mais empregados com fins produtivos, desde que sejam adotadas medidas que garantam a preservação da integridade física dos visitantes e expositores;
- c) classificados como eletrodomésticos.

12.2C É permitida a movimentação segura de máquinas e equipamentos fora das instalações físicas da empresa para reparos, adequações, modernização tecnológica, desativação, desmonte e descarte. (Inserido pela Portaria MTE n.º 857, de 25/06/2015).

12.3 O empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores, e medidas apropriadas sempre que houver pessoas com deficiência envolvidas direta ou indiretamente no trabalho.

12.4 São consideradas medidas de proteção, a ser adotadas nessa ordem de prioridade:

- a) medidas de proteção coletiva;
- b) medidas administrativas ou de organização do trabalho; e
- c) medidas de proteção individual.

12.5 Na aplicação desta Norma e de seus anexos devem-se considerar as características das máquinas e equipamentos, do processo, a apreciação de riscos e o estado da técnica. (Alterado pela Portaria MTPS n.º 509, de 29 de abril de 2016- Vide Nota Técnica DSST/SIT n.º 48/20016)

12.5A Cabe aos trabalhadores: (Item e alíneas inseridos pela Portaria MTE n.º 857, de 25/06/2015)

- a) cumprir todas as orientações relativas aos procedimentos seguros de operação, alimentação, abastecimento, limpeza, manutenção, inspeção, transporte, desativação, desmonte e descarte das máquinas e equipamentos;
- b) não realizar qualquer tipo de alteração nas proteções mecânicas ou dispositivos de segurança de máquinas e equipamentos, de maneira que possa colocar em risco a sua saúde e integridade física ou de terceiros;
- c) comunicar seu superior imediato se uma proteção ou dispositivo de segurança foi removido, danificado ou se perdeu sua função;
- d) participar dos treinamentos fornecidos pelo empregador para atender às exigências/requisitos descritos nesta Norma;
- e) colaborar com o empregador na implementação das disposições contidas nesta Norma.

12.5.1 Não é obrigatória a observação de novas exigências advindas de normas técnicas publicadas posteriormente à data de fabricação, importação ou adequação das máquinas e equipamentos, desde que atendam a Norma Regulamentadora n.º 12, publicada pela Portaria n.º 197/2010, seus anexos e suas alterações posteriores, bem como às normas técnicas vigentes à época de sua fabricação, importação ou adequação. (Inserido pela Portaria MTb n.º 1.111, de 21 de setembro de 2016)

6.2 Abrangências da NR-12

As abrangências da NR-12 delimitam quais os aspectos que devem ser verificados em uma máquina, conceituando as informações técnicas do que deve ser feito com a anuência das demais normas vinculadas a ela.

- **12.6 a 12.13** - Arranjo físico e instalações.
- **12.14 a 12.23** - Instalações e dispositivos elétricos.
- **12.24 a 12.37.1** - Dispositivos de partida, acionamento e parada.
- **12.38 a 12.55** - Sistemas de segurança.

- **12.56 a 12.63.1** - Dispositivos de parada de emergência
- **12.64 a 12.76.1** - Meios de acesso permanentes.
- **12.77 a 12.84.1** - Componentes pressurizados.
- **12.85 a 12.93.1** - Transporte de materiais.
- **12.94 a 12.105** - Aspectos ergonômicos.
- **12.106 a 12.110** - Riscos Adicionais
- **12.111 a 12.115** - Manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza.
- **12.116 a 12.124.1** - Sinalização.
- **12.125 a 12.129.1** - Manuais.
- **12.130 a 12.132.2** - Procedimentos de trabalho e segurança.
- **12.133 a 12.134** - Projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título e exposição.
- **12.135 a 12.147.2** - Capacitação.
- **12.148 a 12.152.1** - Outros requisitos específicos de segurança.
- **12.153 a 12.156** - Disposições finais.

6.3 Anexos da NR-12

Os anexos da NR-12 definem conteúdos técnicos gerais de aplicação em máquinas e também determinam especificações técnicas sobre alguns tipos ou grupos de máquinas para orientação específicas:

ANEXO I – Distâncias de segurança e requisitos para uso de detectores de presença optoeletrônicos.

ANEXO II – Conteúdo programático de capacitação.

ANEXO III – Meios de acesso permanente.

ANEXO IV – Glossário.

ANEXO V – Moto serras.

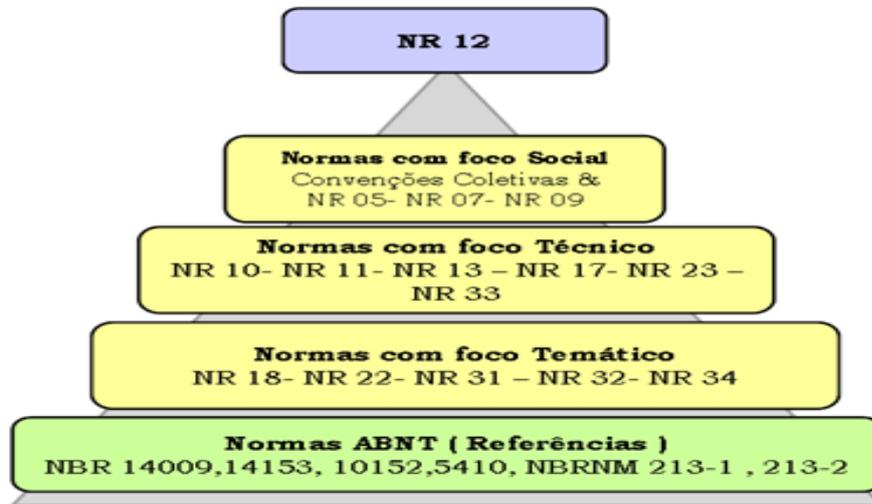
ANEXO VI – Máquinas para panificação e confeitaria.

ANEXO VII – Máquinas para açougue, mercearia, bares e restaurantes.

ANEXO VIII – Prensas e similares.

ANEXO IX – Injetora de materiais plásticos.

Figura 2 - NR 12 suportada por outras Normas



Fonte: Inda - Instituto Nacional dos Distribuidores de Aço 2016

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 Descrição do objeto de estudo

Confecção de um roteiro de processo de etapas que seja comum a todos os tipos de máquinas para adaptação à NR-12 reduzindo tempo e custos, com posterior aplicação do roteiro em uma máquina PMEEC.

7.2 Delineamento do trabalho

A estratégia adotada foi analisar a Norma NR-12, seus princípios gerais, seus anexos, suas abrangências e relações com as normas ABNT, EN, ISO, IEC, e suas aplicações nas adaptações de máquinas, determinando quem são os envolvidos nesse processo e relacionar as etapas que sejam comuns a todos os tipos de máquinas, focando a confecção de um roteiro único que tenha uma visão clara e ágil com propósito na redução de tempo de adaptação.

7.3 Procedimentos específicos

Para atingirmos os objetivos traçados, adotamos como procedimentos experimentais e técnicos a atuação nas seguintes premissas: NR-12 (análise), tempo (onde e como ganhar), envolvidos no processo (quem são e por que), etapas comuns (determinar quais são) e fiscalização (auditoria):

➤ **NR-12:** Fazer a análise dos princípios gerais da NR-12, suas abrangências, seus anexos, devendo ser complementado pelas informações contidas nas relações com as demais normas, sabendo-se que quando houver classificação condizente com o descrito nos anexos I a XII da NR-12, terão informações adicionais específicas, pois para fins de aplicação desta norma, os anexos contemplam obrigações, disposições especiais ou exceções que se aplicam a um determinado tipo de máquina ou equipamento, em caráter prioritário aos demais requisitos desta norma, sem prejuízo ao disposto em Norma Regulamentadora específica.

➤ **Tempo:** O tempo é um recurso precioso e as organizações estão cada vez mais exigentes com a sua gestão. Principalmente quando se tem atividades interdependentes, que é o caso da maior parte das empresas, (HINDLE, 1998), planejar as atividades com base no

tempo pode oferecer vários benefícios, dentre eles: maior controle; aumento da produtividade e do tempo livre; e, maior transparência (MAITLAND, 2000), dessa forma foi incluída as etapas de aquisição de materiais e mão de obra, pré-fabricação e pré-montagem, e execução física da adequação na lista de etapas do roteiro, pois as mesmas darão impacto ao tempo do processo de adaptação e um bom planejamento resultará em menor tempo.

➤ **Envolvidos no processo:** As atividades nas organizações estão cada vez mais colaborativas e a não execução de uma tarefa, pode comprometer o resultado de todo o processo, (SILVEIRA, 2002), portanto é indispensável envolver todos os profissionais que participarão de um projeto, logo no início, pois irá acarretar em trocas de informação e redução de tempo em tomadas de decisões e conseqüentemente reduzirem os custos relacionados à adaptação. Determinamos como envolvidos nesse processo de adequação: segurança em máquina (objeto direto do trabalho), fiscalização (seja externa ou interna), operadores e manutenção (informação e segurança do trabalhador), produtividade (vínculo do trabalho com resultados).

➤ **Etapas Comuns:** As etapas extraídas da NR-12 como: Registro do Equipamento (Inventário), Classificação da Máquina, Localização na Planta, Análise de Risco, Projeto Mecânico, Projeto Elétrico, Avaliação de Riscos (Laudo), Revisão de Manuais, Treinamento na Revisão e ART são comuns a todos os tipos de máquina, portanto utilizamos as mesmas em conjunto com as definidas no quesito tempo para a criação do roteiro geral de etapas.

➤ **Fiscalização:** Devemos garantir os documentos necessários para auditoria do cumprimento de adequação, para que possa ser realizado por fiscal do Ministério do Trabalho ou por responsável interno da organização da empresa, formatando parte do próprio roteiro para que o mesmo seja indexador desses documentos.

7.4 Análise de dados

As etapas definidas foram cruzadas com as premissas iniciais para verificação dos objetivos desse trabalho na criação do roteiro de processo de adaptação de máquina à NR-12 e será aplicado o roteiro na adequação de uma máquina PMEEC para confirmação dos resultados.

7.5 Outras questões

Apesar da produtividade não ser uma premissa de quesito prioritário nesse trabalho, ela deverá ser levada em conta, pois é uma das responsabilidades do engenheiro em relação ao todo e irá contribuir no esclarecimento do processo de adaptação de máquina à NR-12, onde sabemos que qualquer alteração que seja realizada em máquina irá impactar na forma de operação e conseqüentemente na produção.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.1 Estratificação, sequência e descrição das etapas para roteiro de processo de adequação de máquinas à NR-12 e suas premissas:

8.1.1 Estratificação e sequências das etapas do roteiro de processo

Na estratificação, tomamos as etapas comuns que foram extraídas da NR-12, mais as etapas qualificadas no quesito tempo e as ligamos aos envolvidos no processo, de acordo com as premissas desse trabalho que é abordar a abrangência de todos os responsáveis no processo desde o início como: a segurança, a fiscalização, a operação, a manutenção e produtividade de máquina, pois dessa forma reduziremos o tempo na verificação de responsabilidades e poderemos vencer as barreiras da resistência a mudanças, pois de acordo com CHIAVENATO (2003, p 377), “A mudança é resultado da competição entre forças impulsionadoras e forças restritivas. Quando a mudança é introduzida, existem forças que a impulsionam, enquanto outras forças levam a resistência. Para programar a mudança, torna-se necessário analisar ambas as forças que atuam na mudança a fim de se remover ou neutralizar as forças restritivas que a impedem e incentivar as forças impulsionadoras. A teoria do campo das forças é indispensável nessa abordagem. A mudança ocorre quando as forças impulsionadoras e favoráveis são maiores do que as forças restritivas e impeditivas”.

- **Segurança em máquina** – Fator indiscutível, presente em todas as etapas do início ao fim de uma adaptação de máquina à NR-12.
- **Fiscalização** – Formação dos documentos para serem auditados quando necessários nas etapas: **Registro do Equipamento (Inventário), Classificação da Máquina, Localização na Planta, Análise de Risco, Avaliação de Riscos (Laudo), Revisão de Manuais, Treinamento na Revisão e ART.**
- **Operação** – Desde a discussão inicial da necessidade da adequação, troca de informações quanto à natureza operacional, o que deverá ser feito e como será feito, nas etapas: **Análise de Risco, Projeto Mecânico, Projeto Elétrico, Revisão de Manuais e Treinamento na Revisão.**
- **Manutenção** - Desde a discussão inicial da necessidade da adequação, troca de informações quanto à natureza mantentora, o que deverá ser feito e como será feito, nas

etapas: **Análise de Risco, Projeto Mecânico, Projeto Elétrico, Revisão de Manuais e Treinamento na Revisão.**

- **Produtividade** – É cabível que toda e qualquer adaptação em máquina traga alterações em sua operação e manutenção, conseqüentemente reduzindo sua produtividade. Cabe ao engenheiro responsável tentar minimizar essas perdas durante a confecção dos projetos e alertar aos responsáveis pela produção que achem novos procedimentos, inovações ou tecnologia, para atender sua demanda de produtividade. Durante o processo de adaptação da máquina à NR-12 o profissional responsável pode reduzir o tempo realizando um bom planejamento nas etapas: **Projeto Mecânico, Projeto Elétrico, Aquisição de Materiais e MDO, Pré-fabricação e Pré-montagem, Execução Física da Adequação.**

Para definir a seqüência das etapas do roteiro, realizamos um conceito lógico com perguntas de base que visam o entendimento e comunicação de todos os envolvidos para determinar a ordem cronológica quanto à adaptação de qualquer máquina à NR-12 com etapas de desenvolvimento em seqüências definidas:

Figura 3 - Representação esquemática da estratificação e seqüência de etapas.



Fonte: Autor, 2018.

8.1.2 Descrição das etapas do roteiro de processo

Para descrever quais são as etapas comuns a todas as máquinas, utilizamos a literatura do estudo dos princípios gerais da NR-12, suas abrangências, seus anexos e adaptamos os modelos de documentos para serem utilizados.

8.1.2.1 – Registro do equipamento – Nome da máquina, desenho ou foto, modelo, ano de fabricação, fabricante, descrição de sua principal função, capacidade produtiva e tempo de trabalho diário.

Figura 4 - Planilha de registro do equipamento

REGISTRO DO EQUIPAMENTO (INVENTÁRIO) Nº _____

Empresa: _____ Modelo: _____
 Máquina: _____ Ano Fabricação: _____
 Aplicação: _____ Capac. Produtiva: _____

FUNÇÃO DA MÁQUINA

FOTO OU DESENHO	
-----------------	--

Tempo de Trabalho Diário

Turno	Horas	Operador
I		
II		
III		

Autor: _____
Data: _____

Fonte: Autor, 2018.

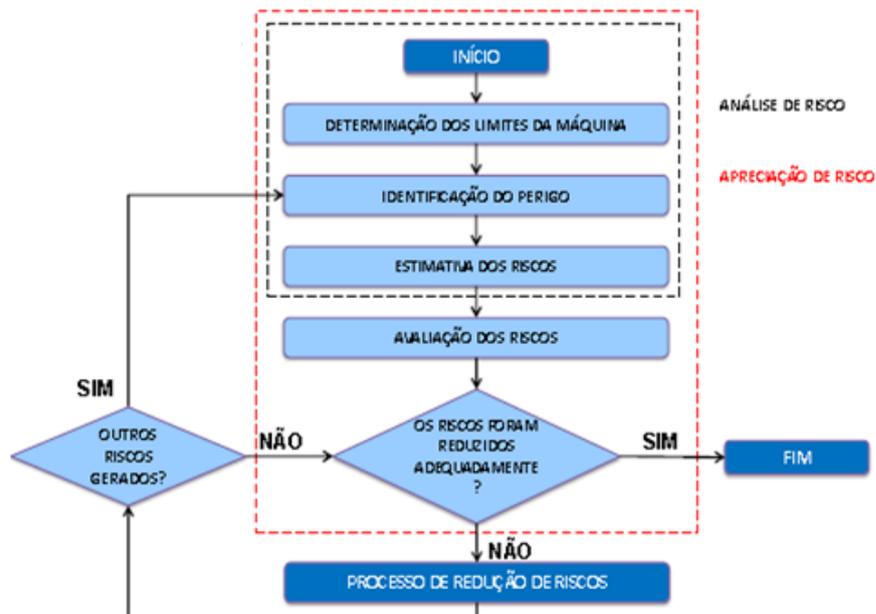
8.1.2.2 – Classificação da máquina – Natureza do tipo de trabalho executado pela máquina para enquadramento às solicitações gerais ou específicas da norma.

8.1.2.3 – Localização na planta – Layout da planta da empresa, contendo foto ou desenho da máquina em sua posição.

8.1.2.4 – Manual de operação e manutenção – Garantir que máquina deve possuir manual de operação e manutenção, em local de fácil acesso, escrito na língua portuguesa e todos os operadores e manutentores devem estar treinados com registro do treinamento.

8.1.2.5–Análise de riscos - Conforme a classificação da máquina, a análise de riscos deve ser elaborada, executada por um profissional legalmente habilitado o qual realizará a análise de riscos de todo o sistema de segurança das máquinas e equipamentos, analisando todo o sistema elétrico, eletrônico, pneumático, hidráulico e mecânico. A análise de riscos é uma análise sistemática, e tem o objetivo de informar quais são os riscos que a máquina e equipamento oferecem, qual é a categoria do risco, quais as medidas de prevenção ou proteção que existem, ou deveriam existir para controlar os riscos, quais as possibilidades dos perigos serem eliminados, e quais são as partes da máquina e equipamento que estão sujeitos a causar lesões e danos.

Figura 5 - Representação esquemática da avaliação para redução de riscos



Fonte: Inda, 2016.

A análise de risco está dividida em três fases: a) determinação dos limites da máquina; b) identificação dos perigos da máquina; c) estimativa de risco da máquina.

8.1.2.5.1 Determinação dos limites da máquina – Para a determinação dos limites da máquina deve-se levar em consideração de todas as fases do ciclo de vida da máquina (projeto, construção, transporte, montagem, instalação, operação, limpeza, setup, manutenção, desativação, desmontagem, descarte).

O limite é basicamente a utilização principal da máquina, e para efeito de concepção da máquina e análise de risco deve ser considerado a utilização normal e os maus usos razoavelmente previsíveis.

8.1.2.5.1.1 Tipos de limites:

- **Limite de uso:**

- Diferentes modos de operação.
- Manutenção da máquina (desgaste e mau uso).
- Tipo de utilização se é industrial ou residencial.
- Identificação do operador como gênero, idade, mão de uso dominante, e se possível utilização por pessoas com habilidades reduzidas (visual, auditiva, tamanho, força e outras).
- Nível de treinamento, habilidade e experiência necessário para utilização e manutenção.
- Exposição de outras pessoas aos perigos relacionadas à máquina que sejam razoavelmente previsíveis.

- **Limite de espaço:**

- Movimentos da máquina e cursos dos movimentos.
- Espaços de uso do operador e manutenção.
- Qual tipo de interação do operador à máquina.
- Conexões de energia (elétrica, hidráulica, mecânica, gravitacional e outras).

- **Limites de tempo:**

- Vida útil da máquina, considerando o uso normal ou mau uso, razoavelmente previsível.
- Intervalos de manutenção recomendados.

- **Outros limites:**

- Tipos de materiais e matéria prima processados.
- Limpeza e manutenção diária do equipamento.
- Organização do trabalho.
- Ambiente (umidade, particulados, altitude, agentes químicos e outros).

8.1.2.5.2 Identificação dos perigos da máquina – Deve-se atender às categorias existentes da norma ABNT NBR 14153 ou EN ISO 13849-1/2 de maneira a manter a confiabilidade e segurança necessárias aos operadores e como a estrutura física desta instalação garantirá a confiabilidade satisfatória.

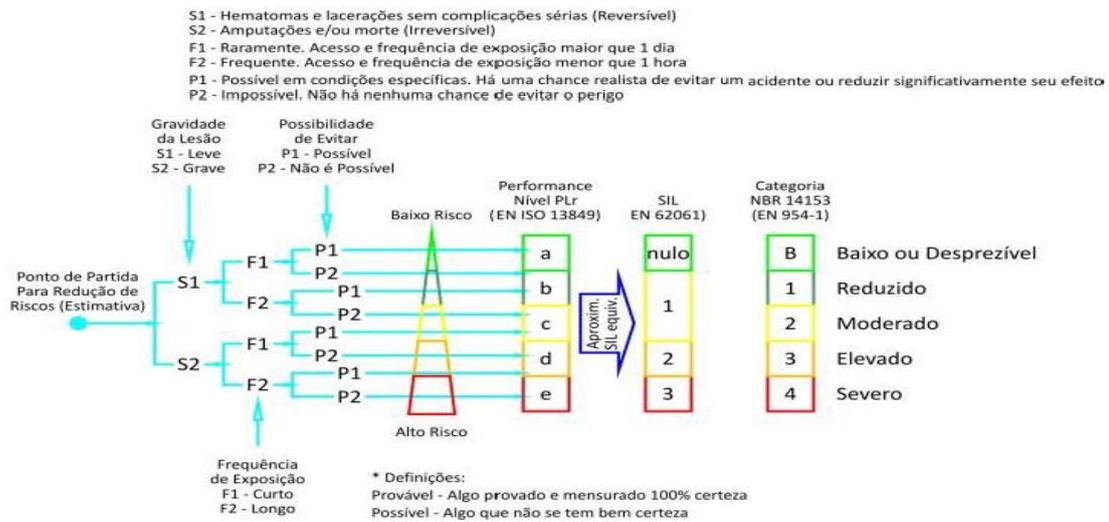
Figura 6 - Categoria de riscos



Fonte: ABNT NBR 14153 ou EN ISO 13849-1/2e adaptada por FAGUNDES, 2013.

É fundamental dizer que a NR-12 apenas indica as seguintes normas técnicas para determinação das categorias dos sistemas de segurança: ABNT NBR 14153, EN ISO 13849-1/2 e menos subentendida a norma EN IEC 62061:2005 (Safety Integrity Level - SIL), que sempre deve ser informada no *data sheet* dos dispositivos de segurança para cada um dos diversos fabricantes ou fornecedores. Por isso é importante ao profissional legalmente habilitado conhecer esta última norma. Qualquer outro método ou norma que não as indicadas na NR-12 não são válidas para determinação das categorias dos sistemas de segurança no Brasil.

Figura 7 - Categorias dos sistemas de segurança



Fonte: ABNT NBR 14153 ou EN ISO 13849-1/2e adaptada por FAGUNDES, 2013.

- Categoria B:** Esta categoria exige que o projetista selecione os dispositivos elétricos que atendam as especificações básicas do sistema onde serão instalados, como por exemplo: Condições ambientais, compatibilidade com tensão e corrente de trabalho, ligações conforme recomendações dos fabricantes, princípio de desenergização, aterramento elétrico e etc. Em outras palavras, esta categoria não exige monitoramento por rele de segurança, redundância em sensores e botoeiras de emergência, muito menos duplo contactor, a mesma apenas exige que todos os componentes elétricos utilizados sejam projetados e montados de acordo com normas técnicas existentes.
- Categoria 1:** Muitas vezes os profissionais acabam confundindo os requisitos da categoria 1 com a categoria B, devido ao fato de uma categoria 1 exigir apenas como complemento que os dispositivos a serem utilizados nos equipamentos sejam construídos conforme normas técnicas específicas. Como exemplo, podemos citar IEC 60947-5-5 que padroniza os dispositivos de parada de emergência. O que precisa ficar claro é que as categorias B e 1 são baseadas na prevenção, sendo assim, quando apenas a prevenção não oferecer segurança suficiente, sistemas de detecção de falhas devem ser implementados. As categorias 2, 3 e 4 trabalham de acordo com o sistema de detecção de falhas.
- Categoria 2:** Esta categoria exige que sejam atendidas as premissas da categoria B, porém os sistemas de segurança devem ser submetidos a testes que detectem

falhas nos dispositivos relacionados à segurança do equipamento. Neste sistema, nem todas as falhas são detectadas, pois o mesmo prevê apenas o monitoramento, sem exigência de redundância nos dispositivos utilizados. Em outras palavras, quando o equipamento é categorizado no nível 2 de segurança, os dispositivos envolvidos na segurança do equipamento, além de atenderem as premissas da categoria B, deverão ser monitorados por dispositivo de segurança (Rele de segurança, CLP de segurança, etc.), mas não precisam ser instalados de maneira redundante.

- **Categoria 3:** Esta categoria exige que sejam atendidas as premissas da categoria B, porém os sistemas de segurança devem ser submetidos a testes que detectem falhas nos dispositivos relacionados à segurança do equipamento. Neste sistema, uma única falha não deve afetar o desempenho do sistema de segurança, pois o mesmo deve prever o monitoramento e a redundância. Em outras palavras, quando o equipamento é categorizado no nível 3 de segurança, os dispositivos envolvidos na segurança do equipamento, além de atenderem as premissas da categoria B, deverão ser monitorados por dispositivo de segurança (Rele de segurança, CLP de segurança, etc.) e ter o princípio da redundância implementado. Quando se fala em princípio da redundância, significa dizer que caso o projetista utilize chave tipo lingueta, para que seja atendido a categoria 3, uma chave com duplo canal deve ser instalada para monitoramento do risco. Esta categoria exige, também, a utilização de dois contactores em série para alimentação da fonte de risco com seus contatos mecanicamente guiados sendo monitorados. Percebam que nesta categoria, um acúmulo de falhas, como curtos-circuitos nas chaves, ainda pode levar à perda de segurança no processo.

- **Categoria 4:** Esta categoria exige que sejam atendidas as premissas da categoria B, porém os sistemas de segurança devem ser submetidos a testes que detectem falhas nos dispositivos relacionados à segurança do equipamento. Neste sistema, os acúmulos de falhas não podem afetar o desempenho do sistema de segurança, pois o mesmo deve prever o monitoramento, detecção de falhas por pulsos de testes e a redundância. Quando se fala em princípio da redundância, significa dizer que caso o projetista utilize chave tipo lingueta, para que seja atendido a categoria 3, duas chaves deverão ser instaladas para monitoramento do risco, com verificação de pulso para detecção de falhas. Esta categoria exige, também, a utilização de dois contactores em série para alimentação da fonte de risco com seus contatos mecanicamente guiados sendo monitorados. Percebam que na categoria 4, um acúmulo de falhas, como curtos-circuitos nas chaves, não pode levar à perda de segurança no processo.

8.1.2.5.3 Estimativa de risco da máquina– Através da NBR14153: 2013, NBR14009: 1997 e ISO14121-1:2007, deve-se realizar a categorização de segurança. Nesse processo, cada um dos riscos levantados é associado ao método Hazard Risk Number (HRN), desenvolvido por Chris Steel (2010), pelo qual passa por uma avaliação de gravidade, probabilidade e exposição. Essa atividade define em que categoria de risco o ponto avaliado se enquadra. Também será necessário realizar uma avaliação quantitativa através da multiplicação de valores numéricos atribuídos à probabilidade de exposição à situação perigosa (LO), frequência de exposição (FE), probabilidade máxima de perda (GPD) e números de pessoas expostas (NP). Com essa atividade, os riscos receberão uma classificação como muito alto, alto e aceitável.

Após minuciosa análise de campo, poderá ser determinada a categoria de risco de cada ponto, através da multiplicação de valores numéricos atribuídos às fases descritivas conforme a seguinte fórmula: “ $HRN = PE \times FE \times GPD \times NP$ ”, em que os valores de cada um dos fatores abaixo devem ser avaliados:

Tabela 1 - Estimativa de riscos (HRN)

1		Probabilidade de Ocorrência	(LO)
0,033	Quase impossível	Pode ocorrer em circunstâncias extremas	
1	Altamente improvável	Mas pode ocorrer	
1,5	Improvável	Embora concebível	
2	Possível	Mas não usual	
5	Alguma chance	Pode acontecer	
8	Provável	Sem surpresas	
10	Muito provável	Esperado	
15	Certeza	Sem dúvida	
2		Frequência da Exposição	(FE)
0,5	Anualmente		
1	Mensalmente		
1,5	Semanalmente		
2,5	Dianamente		
4	Em termos de hora		
5	Constantemente		
3		Grau da Possível Lesão	(DPH)
0,1	Aranhão / Escoriação		
0,5	Dilaceração / corte / enfermidade leve		
1	Fratura leve de ossos - dedos das mãos / dedos dos pés		
2	Fratura grave de ossos - mão / braço / perna		
4	Perda de 1 ou 2 dedos das mãos / dedos dos pés		
8	Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão.		
10	Amputação de 2 pernas ou mãos, perda parcial da audição ou visão em ambos ouvidos ou mãos.		
12	Enfermidade permanente ou crítica		
15	Fatalidade		
4		Número de Pessoas sob Risco	(NP)
1	1 - 2 pessoas		
2	3 - 7 pessoas		
4	8 - 15 pessoas		
8	16 - 50 pessoas		
12	Mais do que 50 pessoas		

Fonte: Adaptado da metodologia HRN, Steel, 2010.

Com base nos valores e nas variáveis pré-estabelecidas podemos chegar ao valor que determina o nível de risco mínimo e máximo de uma máquina ou equipamento avaliado pelo método HRN. A tabela que se segue mostra o grau de risco e o range de perigo que pode ser calculado:

Tabela 2 - Classificação de riscos (HRN)

VALOR DO HRN - CLASSIFICAÇÃO		
Resultado	Risco	Avaliação
0 - 1	Aceitável	Manter as medidas de proteção atuais. Considerar possíveis ações.
1 - 5	Muito Baixo	
5 - 10	Baixo	Garantir que as medidas atuais de proteção são eficazes. Aprimorar com ações complementares.
10 - 50	Significativo	
50 - 100	Alto	Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.
100 - 500	Muito Alto	
500 - 1000	Extremo	Ação imediata para reduzir ou eliminar o risco.
Maior que 1000	Inaceitável	Interromper atividade até eliminação ou redução do risco.

Fonte: Adaptado da metodologia HRN, Steel, 2010

Como não existe uma regra geral de definição de prazos quantificados em tempo para adequação de máquinas às normas da NR12, mas apenas sugestões de prazos, o quadro anterior deve ser utilizado para priorizar a tomada de ações, de forma sensata, observando a complexidade das medidas de proteção e utilizando os recursos cabíveis, com o intuito de reduzir cada faixa de resultado na maior brevidade possível, garantindo a integridade e segurança dos trabalhadores.

Com o levantamento e categorização dos riscos e a análise quantitativa cabem à seleção, desenvolvimento e aplicação das adequações necessárias. A avaliação dos produtos produzidos no equipamento também ajudará na definição das adequações, pois tais propostas devem gerar o menor impacto possível no processo produtivo da empresa. A metodologia adotada determina a avaliação dos aspectos operacionais, elétricos, mecânicos e a influência dos fatores do ambiente fabril ao qual o objeto do risco está sendo avaliado. As práticas de engenharia deverão, portanto, ser completadas pelo profundo conhecimento técnico de máquinas e dispositivos.

8.1.2.5.4 Ficha de Análise de Riscos: Para que o profissional responsável possa localizar e estimar os riscos, avaliar o HRN, sugerir as medidas de segurança a serem executadas, e demais informações que sejam necessárias, foi criada uma ficha de análise de riscos adaptada da metodologia HRN:

Figura 8 - Planilha FAR – Ficha de análise de riscos

FICHA DE ANÁLISE DE RISCOS - FAR Nº ____

Empresa: _____ Modelo: _____ Autor: _____
 Máquina: _____ Ano Fab: _____ Data: _____
 Aplicação: _____

$HRN = LO \times FE \times DPH \times NP$

HRN»Número de Avaliação de Perigos
 LO»Probabilidade de ocorrência
 FE»Frequência de Exposição ao Risco
 DPH»Grau de Severidade do Dano
 NP»Número de Pessoas (Expostas ao Risco)

Perigo	Estimativa de Riscos	Avaliação de Riscos					Medida de segurança a ser implementada
		LO	FE	DPH	NP	HRN	
Esmagamento						0,0	
Cisalhamento						0,0	
Queda						0,0	
Choque Elétrico Direto						0,0	
Choque Elétrico Indireto						0,0	
Total HRN						0,0	

Classificação HRN:

Fonte: Autor, 2018.

8.1.2.5.5 Checklist: Para que o profissional responsável possa realizar o registro da seção e itens de atendimento à NR-12, sua aplicabilidade ou não, situações observadas e adequações pontuais propostas, foi criado o checklist de atendimento adaptado da NR-12:

Figura 9 - Planilha de Checklist Inicial de Atendimento à NR-12

CHECK LIST INICIAL DE ATENDIMENTO À NR-12

Máquina: _____ Data: _____

Item	Seção	Item NR-12	Situação Observada	Aplicável	Adequação Proposta
1	Arranjo Físico e Instalações	12.6 à 12.13			
2	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.14 à 12.23			
3	Dispositivos de Partida, Acionamento e Parada	12.24 à 12.37			
4	Sistema de Segurança	12.38 a 12.55			
5	Dispositivos de Parada de Emergência	12.56 a 12.63.1			
6	Meios de Acesso Permanente	12.64 a 12.76.1			
7	Componentes Pressurizados	12.77 à 12.84.1			
8	Transportadores de Materiais	12.85 a 12.93.1			
9	Aspectos Ergonômicos	12.94 a 12.105			
10	Riscos Adicionais	12.106 a 12.110			
11	Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos	12.111 à 12.115			
12	Sinalização	12.116 à 12.124.1			
13	Manuais	12.125 à 12.129.1			
14	Procedimento de trabalho e segurança	12.130 à 12.132.2			
15	Projeto, fabricação, exportação, venda e exposição	12.133 a 12.134			
16	Capacitação	12.135 à 12.147.2			
17	Outros requisitos específicos de segurança	12.148 à 12.152.1			

Fonte: Autor, 2018.

8.1.2.6 – Projeto mecânico – Conforme a análise de risco deverá ser projetada barreiras físicas, proteções mecânicas, acessibilidade, sistemas de ar comprimido, sistemas hidráulicos, enclausuramento, substituição de vidros por material transparente não cortante quando quebrado (policarbonato como sugestão) ou telas de proteção, e toda e qualquer alteração mecânica que se faça necessário. O profissional responsável deve sempre levar em conta durante o dimensionamento dos materiais necessários para a aplicação, que um material de custo alto nem sempre reflete qualidade, segurança ou necessidade e que nas dimensões devem ser observadas as distâncias de segurança conforme anexo I da NR-12.

Figura 10 - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo

Parte do corpo	Ilustração	Abertura	Distância de segurança sr		
			fenda	quadrado	circular
Ponta do dedo		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Dedo até articulação com a mão		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{11}$	≥ 120	≥ 120
Braço até junção com o ombro		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

¹¹ Se o comprimento da abertura em forma de fenda $e \leq 65$ mm, o polegar atuará como um limitador e a distância de segurança poderá ser reduzida para 200 mm.

Fonte: ABNT NBRNM-ISO 13852 - Segurança de Máquinas – Anexo I - NR-12, 2010.

8.1.2.7 – Projeto elétrico - Conforme a análise de risco deverá ser projetada sistemas de proteções com sensores óticos, eletromagnéticos, de presença, alterações de velocidade, sistemas de alimentação, comandos bi manuais, acionamentos por pedal, o sistema de comando deverá operar em tensão de até 25VCA (vinte e cinco volts em corrente alternada) ou de até 60VCC (sessenta volts em corrente contínua), ou ser adotada outra medida de proteção contra choques elétricos, quando a apreciação de risco indicar a sua necessidade, deve prever a parada automática das funções perigosas e a entrada em estado seguro e toda e qualquer alteração elétrica ou eletrônica que se faça necessário, sempre observando os requisitos para uso de detectores de presença optoeletrônicas conforme anexo I da NR-12.

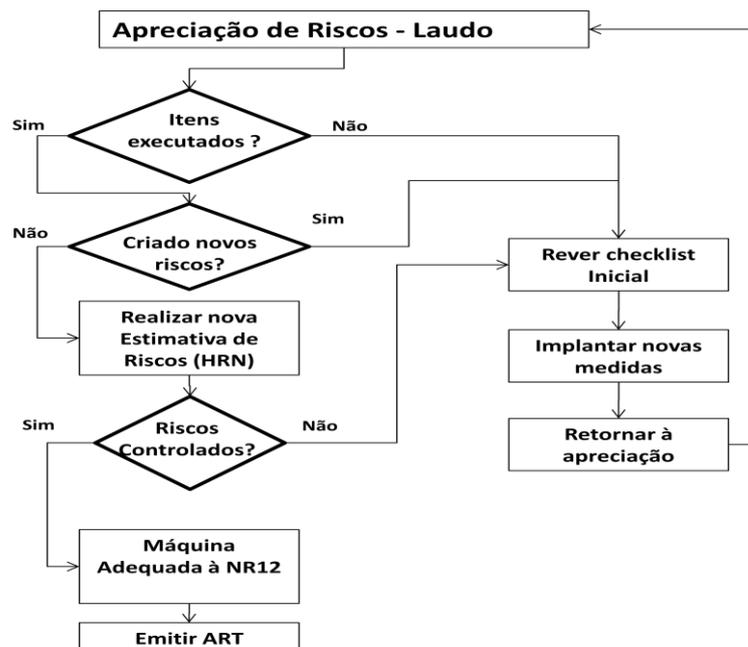
8.1.2.8 – Aquisições de materiais e mão de obra para adequação – Conforme projetos mecânicos e elétricos, realizar os orçamentos devidos (sugestão de no mínimo três orçamentos) e adquirir os materiais necessários, dimensionados conforme as normas estabelecidas, também contratar mão de obra para a execução se necessário.

8.1.2.9 – Pré-fabricação e pré-montagem– À medida que os materiais dimensionados nos projetos mecânicos e elétricos forem sendo adquiridos, poderá ser realizada a pré-fabricação das proteções mecânicas bem como pré-montagens de painéis elétricos e sistemas afins. Tanto nessa etapa quanto na etapa de execução, um cronograma bem elaborado irá acarretar em maior visibilidade da adaptação quanto ganhar tempo.

8.1.2.10 – Execução da adequação física: Executar as instalações dos projetos mecânicos e elétricos na máquina para a adequação e realizar os testes de componentes.

8.1.2.11 – Laudo técnico de apreciação de riscos – Após a finalização dos itens de adaptação à NR12, deverá ser criado um laudo de apreciação de riscos, verificando o cumprimento de realização de todos os itens, inclusive se nenhum risco adicional foi criado após as adaptações.

Figura 11 - Sequência esquemática da Apreciação de Riscos (Laudo Técnico)



Fonte: Autor, 2018.

8.1.2.12 – Revisão no manual de operação e manutenção – Inclusão dos itens modificados pela adequação nos manuais de operação e manutenção da máquina. Devem ser elaborados procedimentos de trabalho e segurança específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, a partir da análise de risco.

8.1.2.13 – Treinamento na revisão – Treinar e registrar os operadores e manutentores na revisão do manual. Os trabalhadores envolvidos na operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem receber capacitação providenciada pelo empregador e compatível com suas funções, que aborde os riscos a que estão expostos e as medidas de proteção existentes e necessárias, nos termos desta Norma, para a prevenção de acidentes e doenças.

8.1.2.14 – ART – Emissão da Anotação de Responsabilidade Técnica da adequação da máquina à NR-12

8.2 Elaboração de um fluxograma do roteiro do processo de etapas com estimativa de tempo

8.2.1 – Estimativa de tempo

Após a definição das etapas, quantificamos uma estimativa de tempo, baseado em etapas, quantidade de profissionais em horas que serão utilizadas com levantamento, registro, avaliação, viabilidade e definição de dados, bem como aquisição e execução de materiais. Essa estimativa de horas foi transformada em dias e os eventos que ocorrem em paralelo à linha contínua de tempo foram separados, conforme tabela abaixo:

Tabela 3 - Tabela de Estimativa de tempo por etapas

Tempo												
Horas											Dias	
Etapas	Profissional	Quant	Dados					Material		Total Hs	Total	
			Levantamento	Registro	Avaliação	Viabilidade	Definição	Aquisição	Execução		Paralelo	Total
Registro do equipamento	Engenheiro	1	8	8	0	0	0	0	0	16	0	2
Classificação da máquina	Engenheiro	1	0	0	4	0	4	0	0	8	1	0
Localização na planta	Técnico	1	4	4	0	0	0	0	0	8	1	0
Manual de operação	Técnico	1	8	0	0	0	0	0	0	8	1	0
Análise de riscos	Engenheiro	1	24	24	24	24	16	0	0	112	0	14
Projeto mecânico	Engenheiro	1	12	12	12	12	8	0	0	56	0	7
Projeto elétrico	Engenheiro	1	12	12	12	12	8	0	0	56	0	7
Aquisição de materiais e MDO	Técnico	1	0	0	24	24	8	304	0	360	0	45
Pré-montagem/Pré-fabricação	Mec/Elet	4	0	16	0	0	0	0	104	120	15	0
Execução física do projeto	Mecânico	2	0	8	0	0	0	0	48	56	0	7
	Eletricista	2	0	8	0	0	0	0	48	56	7	0
Revisão do manual	Engenheiro	1	0	48	0	0	8	0	0	56	7	0
Laudo técnico	Engenheiro	1	0	8	48	0	0	0	0	56	0	7
Treinamento na revisão	RH	1	0	48	0	0	8	0	0	56	7	0
ART	Engenheiro	1	0	8	0	0	48	0	0	56	0	7
											Total Dias	96

Fonte: Autor, 2018.

Considerações para estimativa

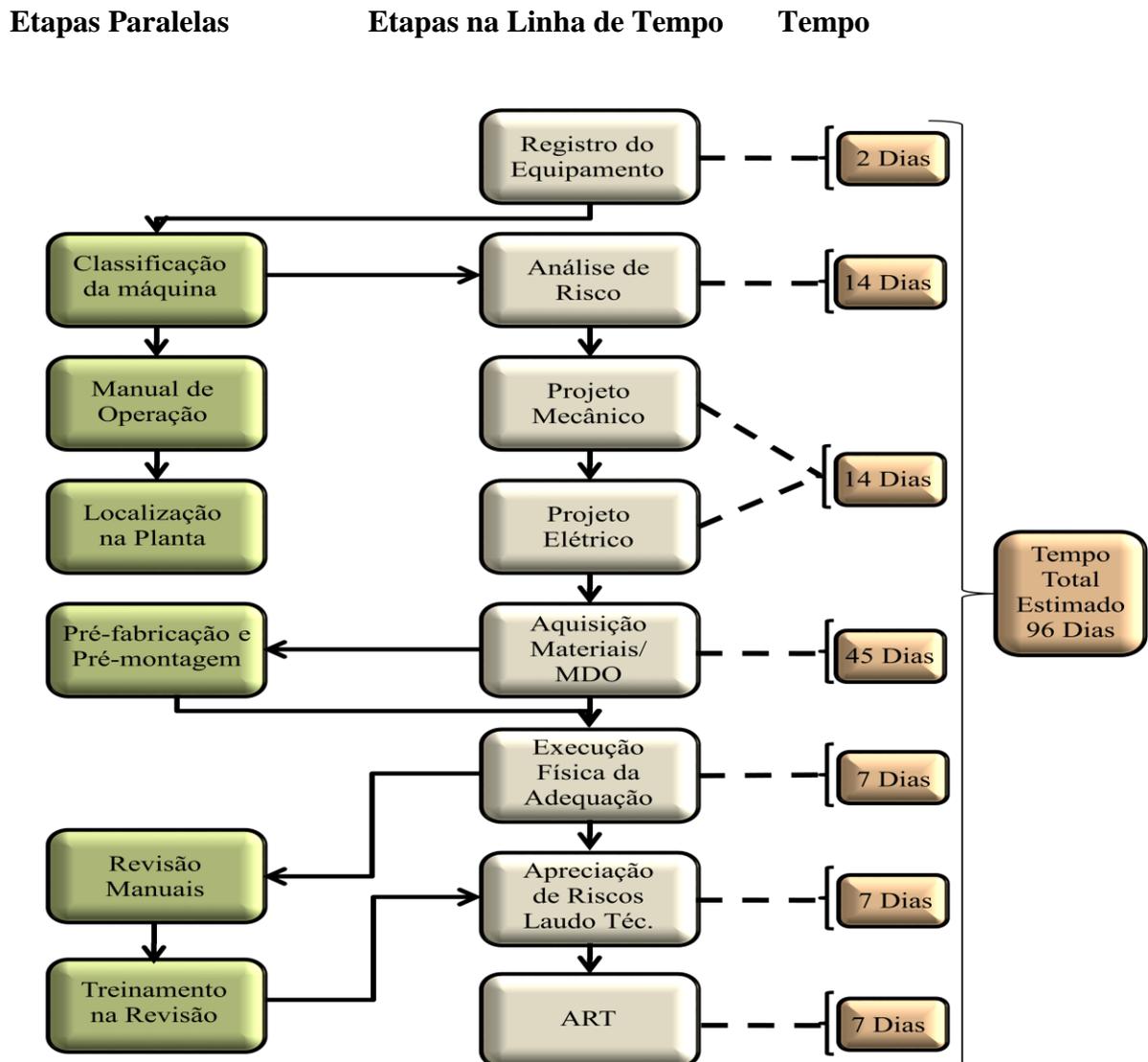
- Como existe uma gama enorme de máquinas, com suas particularidades e dimensões variadas, optamos por considerar uma máquina de médio porte para quantificar o tempo e possibilitar uma estimativa.

- Máquina de médio porte (L x C x A = 6 x 10 x 2 mts).
- 30% de inclusão de proteções mecânicas (19,2 m² em 64 m²).
- Inclusão de mais de 40 itens elétricos/eletrônicos.

8.2.2 Fluxograma do roteiro do processo de etapas para adaptação de máquinas à NR-12

As tarefas têm três propriedades importantes: duração, interdependência e responsável. A duração é importante, o responsável pode variar, mas se as tarefas podem ser realizadas em paralelo, a duração total do projeto encurta, (FERNANDO C BARBI, 2009). Encurtando a duração total do roteiro, mais tempo ganhamos, portanto as etapas que podem ocorrer em paralelo à linha de tempo foram discriminadas e visualizadas no roteiro de formas distintas.

Figura 12 - Fluxograma do roteiro geral para adaptação de máquina à NR-12



Fonte: Autor, 2018.

Considerações:

- Os tempos estimados para a adequação das etapas paralelas ocorrem em conjunto com os tempos estimados para as etapas na linha de tempo sequencial.
- Para os tempos estimados nesse fluxograma foi considerada uma máquina de porte médio e profissional de qualidade na atuação sobre as etapas.
- Todas as etapas deverão ser executadas por profissionais qualificados e legalmente habilitados para tal.

8.3 Aplicação do roteiro do processo de etapas para adequação de máquinas à NR-12 em uma PMEEC

Aplicação do roteiro de processo de etapas de adequação de máquina à NR-12 em uma prensa mecânica excêntrica de engate por chaveta. A PMEEC em questão é um modelo de prensa de ano de fabricação de 1994, sem nenhuma adequação às Normas vigentes, pertencente a uma empresa de projetos mecânicos e manutenção industrial. A mesma estava parada sem utilização, onde o proprietário da prensa considerou a possibilidade de colocá-la novamente em atividade com uma previsão de trabalho de 1 turno de 8 horas com apenas um operador para fabricação de alguns produtos específicos através de conformação mecânica.

O sistema de funcionamento de uma PMEEC se dá através de um motor que produz movimento rotativo do volante que quando acionado pelo operador, ocorre o acoplamento por um sistema de engate de chaveta meia cana, e transmite o movimento rotativo em linear para um conjunto de eixo com biela em sua extremidade acionando o movimento de descida e subida do martelo.

Figura 13 - Situação inicial da PMEEC



Fonte: Registro do autor, 2018

8.3.1 - Registro do equipamento

Figura 14 - Planilha de registro do equipamento da PMEEC

REGISTRO DO EQUIPAMENTO (INVENTÁRIO) Nº 001/2018

Empresa: Sigla Indústria e Comércio de Equipamentos Modelo: Harlo T40
 Máquina: Prensa Excêntrica de Engate por Chaveta Ano Fab: 1994
 Aplicação: Estampagem ou conformação de peças Capac. Produtiva: 70 - 110 GPM

FUNÇÃO DA MÁQUINA



Prensa excêntrica de acionamento por engate de chaveta com capacidade de 40 toneladas de pressão aplicada. É uma máquina ferramenta em que o material, placa ou chapa é trabalhado sob operações de conformar, moldar, cortar, furar, cunhar e vazar peças, utilizando muitas vezes, matrizes para essas operações. No processo existe um martelo (punção) cujo movimento é proveniente de um sistema mecânico em que o movimento rotativo é transformado em linear através de um sistema de bielas.

Tempo de Trabalho Diário

Turno	Horas	Operador
I	8	1
II	x	x
III	x	x

Autor: José Carlos Coelho
 Data: 03/04/2018

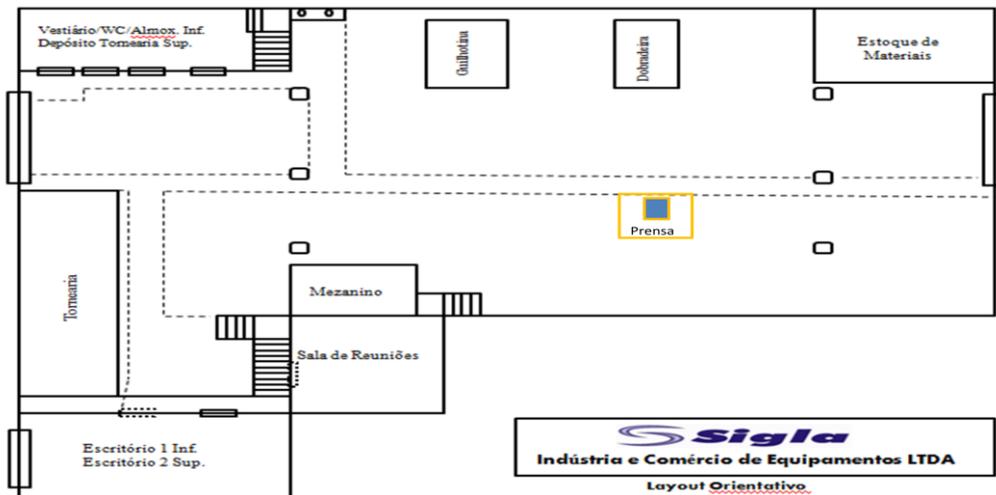
Fonte: Autor, 2018.

8.3.2 – Classificação da máquina

Prensa mecânica excêntrica de engate por chaveta está classificada no anexo VIII da NR-12, Prensas e similares, item 1.1, letra a, portanto seguirá as instruções contidas no anexo e nas abrangências da NR-12.

8.3.3 – Localização na planta

Figura 15 - Localização na planta da PMEEC

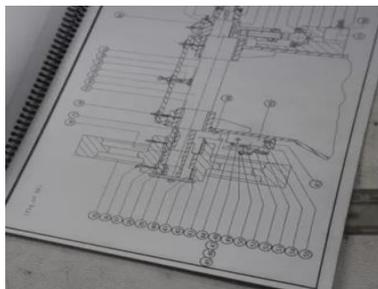


Fonte: Autor, 2018.

8.3.4 – Manual de operação e manutenção

Máquina estava parada, portanto não havia registro de treinamento no manual do operador e manutentor da prensa.

Figura 16 - Manual de operação e manutenção da PMEEC.



Fonte: Autor, 2018.

8.3.5 – Análise de riscos

8.3.5.1 - Determinação dos limites da máquina

Figura 17 - Planilha de determinação dos limites da máquina PMEEC

DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DA MÁQUINA (Levantamento de dados)

Máquina: Prensa Mecânica Excêntrica Engate por Chaveta

Data: 04/04/2018

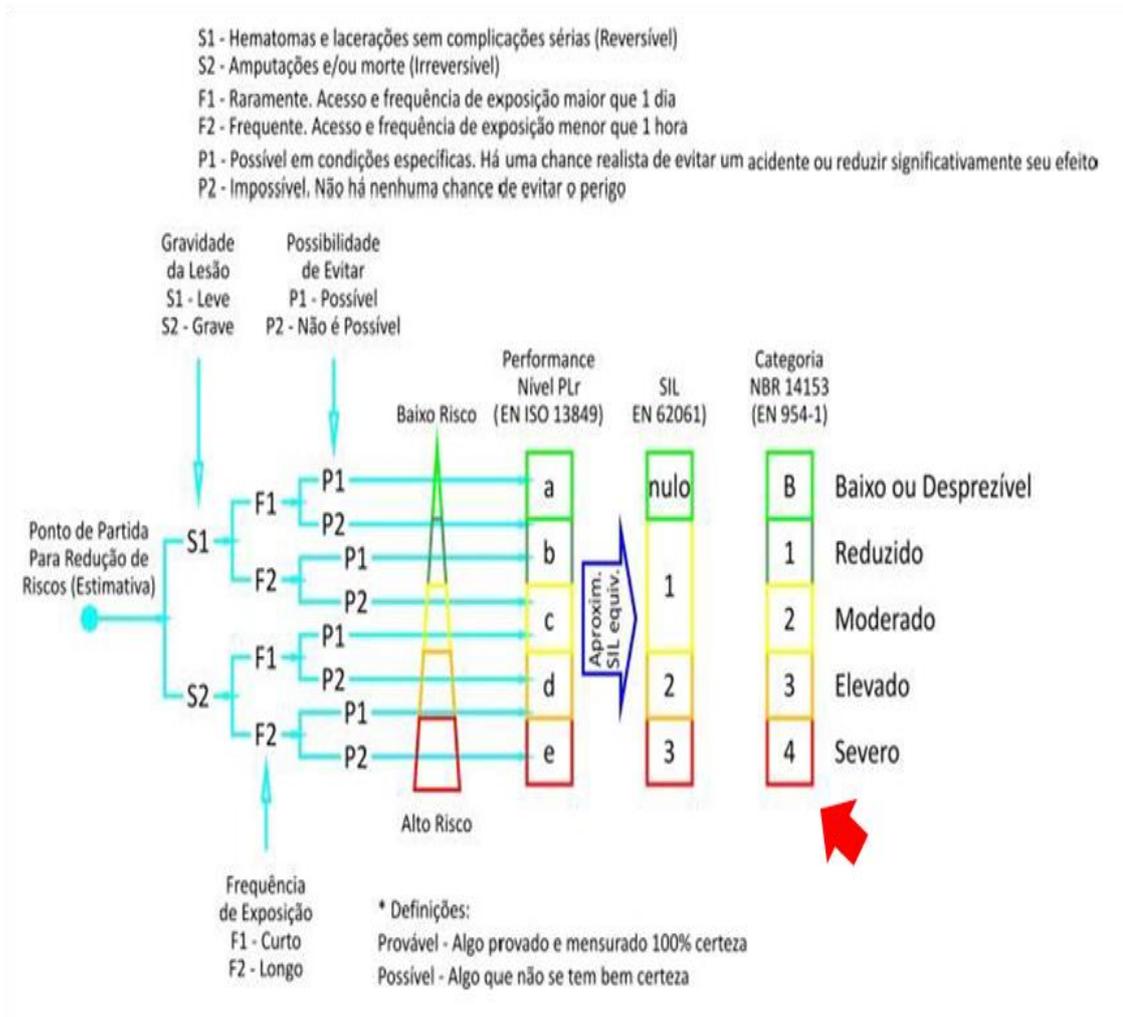
Limite de Uso	Diferentes modos de operação.	Poderá ser alimentada por bandeja ou gravidade
	Manutenção da máquina (desgaste e mau uso).	Máquina em boas condições
	Tipo de utilização se é industrial ou residencial.	Utilização industrial
	Identificação do operador como gênero, idade, mão de uso dominante, e se possível utilização por pessoas com habilidades reduzidas (visual, auditiva, tamanho, força e outras).	Previsão de que o operador será de gênero masculino, trinta anos, destro. Podendo ser operado por pessoas de habilidades reduzidas em tamanho e força.
	Nível de treinamento, habilidade e experiência necessário para utilização e manutenção.	Nível de treinamento operacional e manutenção completo e desejável nível técnico.
	Exposição de outras pessoas aos perigos relacionadas à máquina que sejam razoavelmente previsíveis.	Pessoas estranhas ao treinamento transitam pelo local, devendo o mesmo ser isolado.
Limite de Espaço	Movimentos da máquina e cursos dos movimentos.	Cursos de movimento deverão ser contemplados na análise de risco.
	Espaços de uso do operador e manutenção.	Contemplar na análise de risco.
	Qual tipo de interação do operador à máquina.	Promidade sem proteção.
Limite de tempo	Conexões de energia (elétrica, hidráulica, mecânica, gravitacional e outras).	Contemplar na análise de risco.
	Vida útil da máquina, considerando o uso normal ou mau uso, razoavelmente previsível.	Em condições
	Intervalos de manutenção recomendados.	Conforme manual, as manutenções deverão ser mensais.
Outro Limites	Tipos de materiais e matéria prima processados.	Peças de conformação mecânica (metal).
	Limpeza e manutenção diária do equipamento.	Limpeza semanal deverá ser adotada.
	Organização do trabalho.	Disposição das matrizes deverão ser contempladas na análise de risco.
	Ambiente (umidade, particulados, altitude, agentes químicos e outros).	Ambiente limpo.

Fonte: Autor, 2018.

8.3.5.2 Identificação da categoria de riscos da máquina

Todos os elementos de controle elétricos ou eletrônicos, responsáveis pela parada ou início de movimentos em prensas, devem obedecer à categoria de riscos nível 4 (severo) da NBR 14153, conforme anexo VIII da NR-12.

Figura 18 - Identificação da categoria da máquina PMEEC



Fonte: Adaptado da Norma NR-12, 2010

8.3.5.3 Estimativa de risco da máquina

8.3.5.3.1 Ficha de Análise de Riscos

Figura 19 - Planilha FAR - Ficha de análise de riscos da PMEEC

FICHA DE ANÁLISE DE RISCOS - FAR							Nº 001/18
Empresa: Sigla Indústria e Comércio de Equipamentos		Modelo: Harlo T40		Autor: José Carlos Coelho			
Máquina: Prensa Excêntrica de Engate por Chaveta		Ano Fab: 1994		Data: 03/04/2018			
Aplicação: Estampagem ou conformação de peças							
HRN = LO x FE x DPH x NP HRN»Número de Avaliação de Perigos LO»Probabilidade de ocorrência FE»Frequência de Exposição ao Risco DPH»Grau de Severidade do Dano NP»Número de Pessoas (Expostas ao Risco)							
Perigo	Estimativa de Riscos	Avaliação de Riscos					Medida de segurança a ser implementada
		LO	FE	DPH	NP	HRN	
Esmagamento	Esmagamento dos membros superiores, dedos, mãos, por contato acidental com partes móveis da máquina e zona de prensagem. Fratura grave.	2,0	2,5	8,0	1,0	40,0	Instalação de proteção móvel articulada na mesa de prensagem.
Cisalhamento	Quebra de biela, eixo do martelo com impacto no corpo. Lesões, fraturas graves.	2,0	2,5	2,0	1,0	10,0	Instalação de proteções fixas no volante, lado externo e interno, no excêntrico, no eixo do martelo e no motor de acionamento.
Queda	Impacto da matriz ou ferramenta sobre o corpo provocando contusões leves	1,5	2,5	1,0	1,0	3,8	Instalação de proteção móvel articulada na mesa de prensagem. Instalação de proteções em ferramentas.
Choque Elétrico Direto	Choque elétrico devido ao sistema de comando estar em tensão de 220V. Fatalidade.	1,0	2,5	15,0	1,0	37,5	Instalar painel de comando e acionamento em baixa tensão (24V), adequação no quadro de potência e aterramento na máquina.
Choque Elétrico Indireto	Choque elétrico devido ao sistema de potência estar em tensão de 220V sem aterramento. Fatalidade.	1,5	2,5	15,0	1,0	56,3	
Total HRN						147,5	

Classificação HRN: 100 a 500 (Muito Alto) **Avaliação:** Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.

Fonte: Autor, 2018.

8.3.5.3.2 Checklist de atendimento à NR-12

Figura 20 - Planilha do checklist inicial de atendimento à NR-12 aplicado na PMEEC

CHECK LIST INICIAL DE ATENDIMENTO À NR-12					
Máquina: Prensa Mecânica Excêntrica Engate por Chaveta				Data: 08/04/2018	
Item	Seção	Item NR-12	Situação Observada	Aplicável	Adequação Proposta
1	Arranjo Físico e Instalações	12.6 à 12.13	O local de instalação da máquina e os espaços ao redor não estão demarcados	Sim	Demarcar local da máquina e fechamento com proteções fixas das áreas limites de funcionamento.
2	Instalações e Dispositivos Elétricos	12.14 à 12.23	Ausência de aterramento no sistema elétrico e falta de sinalização sobre voltagem. Ausência de alimentação elétrica direta.	Sim	Instalar aterramento no sistema elétrico e instalar placa de advertência. Instalar alimentação elétrica direta, sem uso de extensões. Confeccionar diagrama unifilar.
3	Dispositivos de Partida, Acionamento e Parada	12.24 à 12.37	Interface de comando em 220V. Dispositivo de acionamento mecânico.	Sim	Alterar a tensão de comando para 24V. Substituir o acionamento de pedal mecânico por acionamento de pedal pneumático (ou botoeira de duplo acionamento).
4	Sistema de Segurança	12.38 a 12.55	Ausência de proteções físicas no volante, excêntrico e eixo. Ferramentas (matrizes) expostas. Ausência de dispositivos elétricos de segurança.	Sim	Instalação de proteções fixas no volante, lado externo e interno, no excêntrico, no eixo do martelo e no motor de acionamento. Instalação de proteção móvel articulada na mesa de prensagem com sensor fim de curso monitorado por relé de segurança. Instalar proteção em ferramentas (conceitode ferramenta fechada).
5	Dispositivos de Parada de Emergência	12.56 a 12.63.1	Ausência de dispositivos de parada de emergência.	Sim	Instalar botão de parada de emergência monitorado por relé de segurança junto ao quadro de comando, com botão de reset.
6	Meios de Acesso Permanente	12.64 a 12.76.1	Máquina não possui necessidade de elevador, rampa, passarela, plataforma ou escada com degraus.	Não	
7	Componentes Pressurizados	12.77 à 12.84.1	Atualmente não existe componente pressurizado na máquina.	Não	
8	Transportadores de Materiais	12.85 a 12.93.1	Ausência de prateleira ou carrinho de peças e matrizes.	Sim	Adquirir carrinho com prateleira para matrizes e peças de uso.
9	Aspectos Ergonômicos	12.94 a 12.105	Altura de trabalho e deslocamento dentro das condições de trabalho atual, porém haverá alteração no comando e acionamento da máquina.	Sim	Acionamento da máquina deverá ficar posicionada de forma que não ocorra torção do corpo do operador durante o trabalho. A iluminação deve contemplar boa visualização dos detalhes na execução do trabalho.

10	Riscos Adicionais	12.106 a 12.110	Ruído com pressão superior a 85 decibéis. Possibilidade de projeção de pequenos fragmentos nos olhos.	Sim	Deve ser utilizado protetor auricular e óculos de proteção durante a operação da máquina.
11	Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos	12.111 à 12.115	Não existe plano de manutenção do fabricante.	Sim	Plano de manutenção deve ser executado conforme informações do fabricante e incluso as modificações realizadas.
12	Sinalização	12.116 à 12.124.1	Ausência de sinalização	Sim	Instalar sinalizações de voltagem, uso de EPIs, aterramento e comandos.
13	Manuais	12.125 à 12.129.1	Manual com informações desatualizadas.	Sim	Incluir as adequações realizadas no manual de operação e manutenção.
14	Procedimento de trabalho e segurança	12.130 à 12.132.2	Ausência de procedimentos de segurança e operacionais	Sim	Incluir os procedimentos de segurança e operação detalhados, passo a passo, no manual de operação e manutenção.
15	Projeto, fabricação, exportação, venda e exposição	12.133 a 12.134	Projeto atual da máquina não atende as normas de segurança vigentes.	Sim	Desenvolver projetos conforme padrões de normas vigentes, levando em conta a segurança intrínseca da máquina.
16	Capacitação	12.135 à 12.147.2	Ausência de registro de capacitação	Sim	Utilizar o novo manual de operação e manutenção para realizar treinamento, com registro do operador da máquina.
17	Outros requisitos específicos de segurança	12.148 à 12.152.1	Ferramentas e materiais utilizados nas intervenções em máquinas e equipamentos devem ser adequados às operações realizadas.	Sim	Adaptar as ferramentas e materiais que serão utilizados após a adaptação da máquina à NR12.

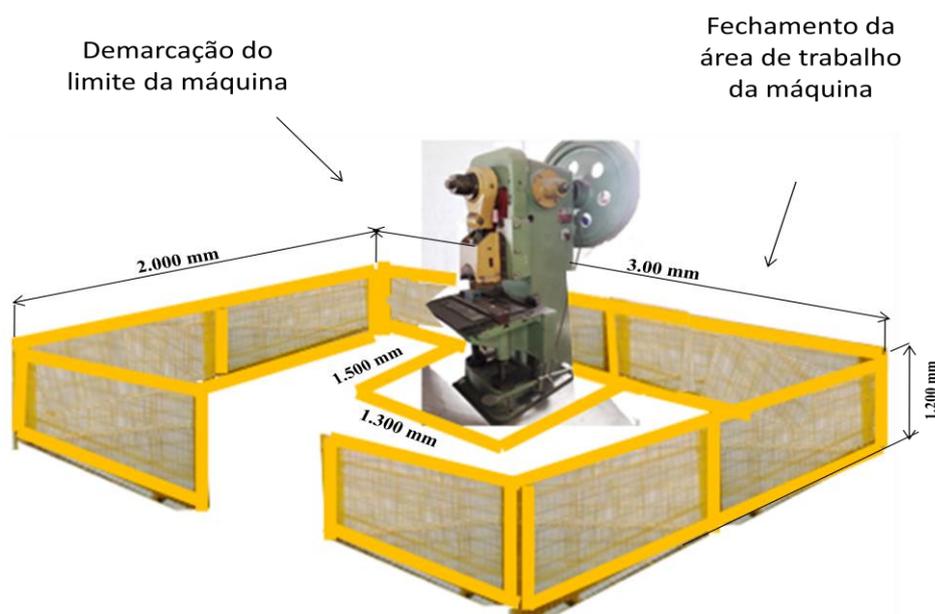
Fonte: Autor, 2018.

8.3.6 – Projeto mecânico e 8.3.7 – Projeto elétrico

Com base nas informações levantadas na análise de risco foram propostos os projetos mecânicos e elétricos de adequações à NR-12 em sua íntegra de atendimento, bem como os demais itens que também são de responsabilidade do engenheiro:

Adequação Proposta – 1 - Arranjo Físico e Instalações

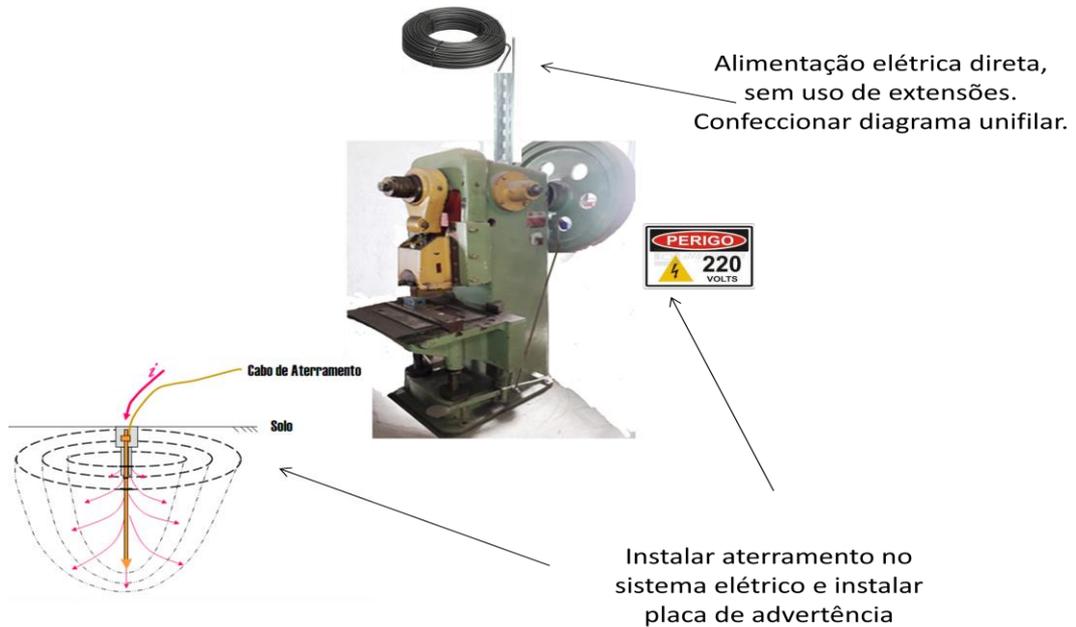
Figura 21 - Adequação proposta 1 – Arranjo Físico e Instalações



Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 2 – Instalações de Dispositivos Elétricos

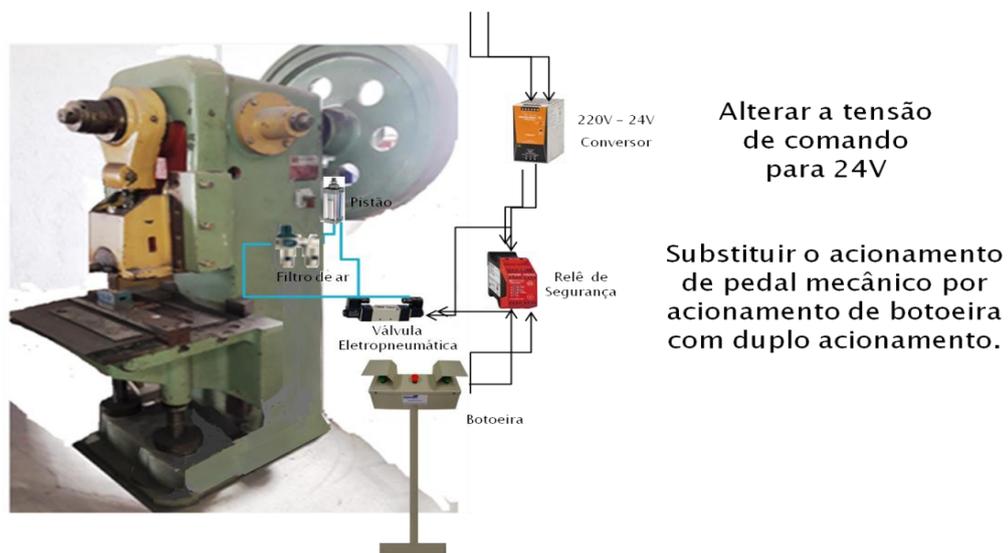
Figura 22 - Adequação proposta 2 – Instalações de Dispositivos Elétricos



Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 3 – Dispositivos de Partida, Acionamento e Parada

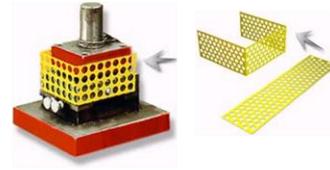
Figura 23 - Adequação proposta 3 – Dispositivos de Partida, Acionamento e Parada



Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 4 – Sistema de segurança

Figura 24 - Adequação proposta 4 – Sistema de segurança



Instalar proteção em ferramentas (conceito de ferramenta fechada).

Instalação de proteções fixas no volante, lado externo e interno, no excêntrico, no eixo do martelo e motor de acionamento. Instalação de proteção móvel articulada na mesa de prensagem com sensor eletromagnético monitorado por relé temporizador.

Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 5 – Dispositivos de Parada de Emergência

Figura 25 - Adequação proposta 5 – Dispositivos de Parada de Emergência



Instalar botão de parada de emergência monitorado por relé de segurança junto ao quadro de comando, com botão de reset e chave seccionadora no painel de força.

Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 6 – Transportadores de Materiais

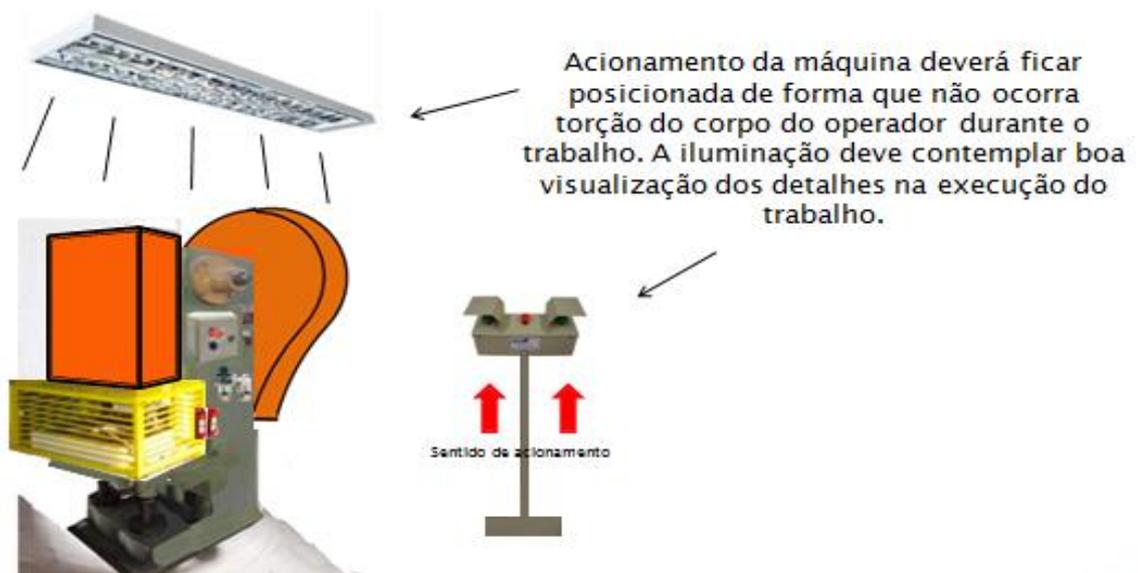
Figura 26 - Adequação proposta 6 – Transportadores de Materiais



Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 7 – Aspectos Ergonômicos

Figura 27 - Adequação proposta 7 – Aspectos Ergonômicos



Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 8 – Riscos Adicionais

Figura 28 - Adequação proposta 8 – Riscos Adicionais



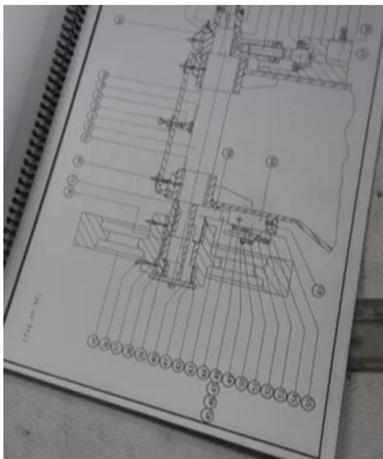
Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 9 – Manutenção, Inspeção, Preparação, Ajustes e Reparos

Figura 29 - Adequação proposta 9 – Manutenção, Inspeção, Preparação, Ajustes e Reparos

A ficha de manutenção/Inspeção deve conter :

Dados de identificação do equipamento
 Modelo, nº de série, etc.
 Pontos principais de manutenção
 Recomendações
 Data de realização das manutenções corretivas, incluindo uma breve descrição do problema
 Nome do técnico que realizou as correções e em que data
 Qual o trabalho executado na ocasião da ocorrência
 Assinatura do técnico que realizou a correção



Plano de manutenção deve ser executado conforme informações do fabricante e incluso no manual as modificações realizadas.

Fonte: Adaptado da NR-12, 2010.

Adequação Proposta – 10 – Sinalização

Figura 30 - Adequação proposta 10 – Sinalização



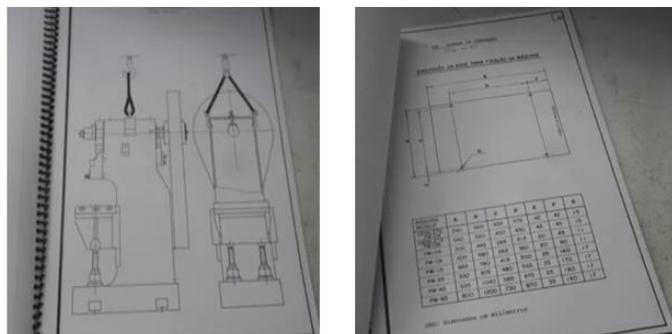
Instalar sinalizações de: voltagem, uso de EPI's, aterramento e comandos.

Fonte: Autor, 2018.

Adequação Proposta – 11 – Manuais

Figura 31 - Adequação proposta 11 – Manuais

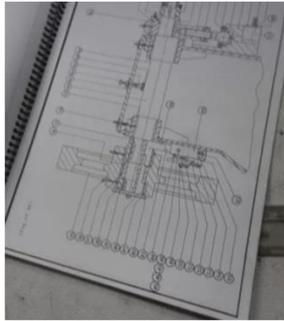
Incluir as adequações realizadas no manual de operação e manutenção.



Fonte: Adaptado da NR-12, 2010.

Adequação Proposta – 12 – Procedimentos de Trabalho e Segurança

Figura 32 - Adequação proposta 12 – Procedimentos de Trabalho e Segurança



Incluir os procedimentos de segurança e operação detalhados, passo a passo, no manual de operação e manutenção..

Fonte: Adaptado da NR-12, 2010.

Adequação Proposta – 13 – Capacitação

Figura 33 - Adequação proposta 13 – Capacitação

O treinamento específico para operadores de prensas ou equipamentos similares deve obedecer ao seguinte currículo básico:

- a) Tipos de prensas ou similares
- b) Princípio de funcionamento
- c) Sistemas de proteção
- d) Possibilidades de falhas dos equipamentos
- e) Responsabilidade do operador
- f) Responsabilidade da chefia imediata
- g) Riscos na movimentação e troca dos estampos e matrizes
- h) Calços de proteção
- i) Outros

O treinamento específico para movimentação e troca de ferramentas, estampos e matrizes deverá ser ministrado para os operadores e funcionários responsáveis pela troca e ajuste dos conjuntos de ferramentas em prensas e similares, devendo conter:

- a) Tipos de estampos e matrizes
- b) Movimentação e transporte
- c) Responsabilidades na supervisão e operação de troca dos estampos e matrizes
- d) Meios de fixá-los à máquina
- e) Calços de segurança
- f) Lista de checagem (checklist) de montagem
- g) Outros.

O treinamento específico terá validade de 2 (dois) anos, devendo os operadores de prensas passarem por reciclagem após este período.

Fonte: Adaptado da NR-12, 2010.

Adequação Proposta – 14 – Outros Requisitos Específicos de Segurança

Figura 34 - Adequação proposta 14 – Outros Requisitos Específicos de Segurança



Adaptar as ferramentas e materiais que serão utilizados após a adaptação da máquina à NR12.



Na fase de desenvolvimento e confecção da ferramenta ou matriz, deve-se projetá-la de forma que atenda o requisito de segurança mencionado; todavia, as ferramentas já existentes podem ser adaptadas de modo a não criarem riscos adicionais aos trabalhadores.

Fonte: Adaptado da NR-12, 2010.

8.3.7 – Aquisições de materiais e mão de obra para adequação

Com base nas adequações propostas para a PMEEC, foram dimensionados os materiais necessários e estimado a quantidade de horas em mão de obra de trabalhos em mecânica e elétrica, para sua execução, sendo listados em um orçamento inicial, para que sejam adquiridas no mercado as melhores opções de preço, prazo e qualidade.

Figura 35 - Orçamento inicial de material e MDO para adequação da PMEEC

Orçamento Inicial para Adaptação da PMEEC à NR12

Item	Adequação Proposta	Material	R\$ Mat	MDO (Hs)	R\$ MDO	Total Aprox.
1.0	Demarcar local da máquina	Tinta + Rolo + Solvente	R\$ 100,00	4	R\$ 120,00	R\$ 220,00
1.1	Fechamento com proteções fixas das áreas limites de funcionamento	Tela + tubo quadrado + chumbadores	R\$ 590,00	40	R\$ 1.200,00	R\$ 1.790,00
1.2	Pintura das proteções e instalação	Tinta + Solvente	R\$ 500,00	8	R\$ 240,00	R\$ 740,00
2.0	Instalar aterramento no sistema elétrico	Cabo de aterramento + haste	R\$ 24,00	4	R\$ 120,00	R\$ 144,00
2.1	Instalar placa de advertência	Placa informativa	R\$ 20,00	1	R\$ 30,00	R\$ 50,00
2.2	Instalar alimentação elétrica direta	Cabo de alimentação + eletrocalha	R\$ 775,00	8	R\$ 240,00	R\$ 1.015,00
2.3	Confeccionar diagrama unifilar	Diagrama	R\$ -	8	R\$ 240,00	R\$ 240,00
3.0	Alinear a tensão de comando para 24V	Fonte retificadora 220v p/ 24V + painel + chapa	R\$ 325,00	8	R\$ 240,00	R\$ 565,00
3.1	Substituir o acionamento de pedal mecânico por eletropneumático	Relê seg + válvula eletropneumática + cilindro	R\$ 1.010,00	8	R\$ 240,00	R\$ 1.250,00
3.2	Botoneira de duplo acionamento (fabrical pedestal)	Botões duplo acion.	R\$ -	8	R\$ 240,00	R\$ 240,00
4.0	Instalação e pintura de proteções fixas no volante, lado externo e interno	Chapa preta 1.2	R\$ 200,00	40	R\$ 1.200,00	R\$ 1.400,00
4.1	Instalação e pintura de proteção móvel articulada na mesa de prensa	Cantoneira + barra chata	R\$ 90,00	24	R\$ 720,00	R\$ 810,00
4.2	Sensor eletromagnético	Sensor eletromagnético	R\$ 600,00	1	R\$ 30,00	R\$ 630,00
4.3	Instalar proteção em ferramentas	Chapa perfurada	R\$ 290,00	8	R\$ 240,00	R\$ 530,00
5.0	Botão de parada de emergência	Botão parada	R\$ 45,00	2	R\$ 60,00	R\$ 105,00
5.1	Botão de reset	Botão reset	R\$ 45,00	2	R\$ 60,00	R\$ 105,00
5.2	Chave seccionadora no painel de força	Chave seccionadora	R\$ 70,00	2	R\$ 60,00	R\$ 130,00
8.0	Adquirir carrinho com prateleira para matrizes	Carrinho porta ferramentas aberto	R\$ 210,00	0	R\$ -	R\$ 210,00
9.0	Instalar iluminação sobre a máquina	Luminária LED	R\$ 150,00	4	R\$ 120,00	R\$ 270,00
12.0	Instalar sinalizações de voltagem, uso de EPI's, aterramento e comando	Placas de sinalização	R\$ 80,00	2	R\$ 60,00	R\$ 140,00
13.0	Insumos	Eletrodo, tintas, parafusos,etc...	R\$ 400,00	0	R\$ -	R\$ 400,00

Fonte: Autor, 2018.

8.3.8 – Pré-fabricação e pré-montagem

Foi planejado um cronograma das tarefas necessárias para as etapas de pré-fabricação, pré-montagem e execução, definindo assim a estimativa de tempo e os recursos de mão de obra necessários (dois mecânicos e dois eletricitas).

Figura 36 - Cronograma de tarefas para adequação da PMEEC

Cronograma de tarefas para adequação da PMEEC

	Tarefa	Adequação Proposta	Horas	
			Pré Mont/Fab	Execução
MECÂNICOS	1	Demarcação máquina	4	0
	2	Proteção fixa área limite	40	8
	3	Acionamento pneumático	6	2
	4	Pedestal p/ botoeira duplo acionamento	6	2
	5	Proteções fixas no volante, lado externo e interno, no excêntrico e no eixo do martelo	32	8
	6	Proteção móvel articulada na mesa de prensagem	20	4
	7	Proteção em ferramentas	8	0
	8	Instalar placas de sinalização	4	0
ELETRICISTAS	1	Instalar alimentação elétrica direta	8	8
	2	Aterramento máquina	0	4
	3	Painel de comando e força	4	4
	4	Botoeira duplo acionamento	6	0
	5	Iluminação máquina	4	0
Total			142	40

Fonte: Autor, 2018.

8.3.9 – Execução da adequação física

A situação econômica nem sempre se mostra favorável para os custos de uma adequação no momento em que se deseja investir nela, e, por um momento de instabilidade financeira e as variações resultantes que impactam na indústria, a empresa proprietária da PMEEC optou por viabilizar esse projeto em um futuro próximo, deixando assim o plano de utilização da PMEEC para outro momento.

8.3.10 – Laudo técnico de apreciação de riscos

Apesar da adequação física não ter sido realizada, possuímos material suficiente para estimarmos que se todos os itens propostos fossem efetivamente executados e seguindo a sequência esquemática da apreciação de riscos (laudo técnico), a nova estimativa de riscos ficaria da seguinte forma:

Figura 37 - Planilha da nova estimativa de riscos da PMEEC

FICHA DE ANÁLISE DE RISCOS - FAR							Nº 002/18
Empresa: Sigla Indústria e Comércio de Equipamentos		Modelo: Harlo T40		Autor: José Carlos Coelho			
Máquina: Prensa Excêntrica de Engate por Chaveta		Ano Fab: 1994		Data: 17/04/2018			
Aplicação: Estampagem ou conformação de peças							
HRN = LO x FE x DPH x NP		HRN»Número de Avaliação de Perigos		DPH»Grau de Severidade do Dano			
		LO»Probabilidade de ocorrência		NP»Número de Pessoas (Expostas ao Risco)			
		FE»Frequência de Exposição ao Risco					
Perigo	Estimativa de Riscos	Avaliação de Riscos					Medida de segurança a ser implementada
		LO	FE	DPH	NP	HRN	
Esmagamento	Esmagamento dos membros superiores, dedos, mãos, por contato acidental com partes móveis da máquina e zona de prensagem. Fratura grave, amputação.	1,0	2,5	1,0	1,0	2,5	Instalação de proteção móvel articulada na mesa de prensagem.
Cisalhamento	Quebra de biela, eixo do martelo com impacto no corpo. Lesões, fraturas graves.	2,0	2,5	0,5	1,0	2,5	Instalação de proteções fixas no volante, lado externo e interno, no excêntrico, no eixo do martelo e no motor de acionamento.
Queda	Impacto da matriz ou ferramenta sobre o corpo provocando contusões leves	1,5	2,5	0,5	1,0	1,9	Instalação de proteção móvel articulada na mesa de prensagem. Instalação de proteções em ferramentas.
Choque Elétrico Direto	Choque elétrico devido ao sistema de comando estar em tensão de 220V. Fatalidade.	0,0	2,5	0,5	1,0	0,04	Instalar painel de comando e acionamento em baixa tensão (24V), adequação no quadro de potência e aterramento na máquina.
Choque Elétrico Indireto	Choque elétrico devido ao sistema de potência estar em tensão de 220V sem aterramento. Fatalidade.	1,5	2,5	0,5	1,0	1,9	
Total HRN						8,8	

Classificação HRN: 5 a 10 (Baixo) **Avaliação:** Garantir que as medidas atuais de proteções são eficazes. Aprimorar com ações complementares.

Fonte: Autor, 2018.

Verificamos que o HRN que estava em 147,5 (Muito Alto) baixou para 8,8 (Baixo), e como não existe risco 0 isso denota que os riscos foram controlados. Dessa forma, bastaria revisar o manual de operação e manutenção, realizar o treinamento e emitir a ART para que todo o roteiro de processo de etapas para adequação à NR-12 da PMEEC fosse concluído.

8.3.11 Verificação do fluxograma do roteiro do processo de etapas com estimativa de tempo aplicada na PMEEC.

8.3.11.1 – Estimativa de tempo

Levantamento da estimativa de tempo para adequação à NR-12 da máquina PMEEC, seguindo o roteiro de processo de etapas:

Tabela 4 - Estimativa de tempo para adequação aplicada a PMEEC

Estimativa de Tempo para Adequação de Máquina à NR12 Aplicada na PMEEC

Tempo												
Horas											Dias	
Etapas	Profissional	Quant	Dados					Material		Total Hs	Total	
			Levantamento	Registro	Avaliação	Viabilidade	Definição	Aquisição	Execução		Paralelo	Total
Registro do equipamento	Engenheiro	1	4	4	0	0	0	0	0	8	0	1
Classificação da máquina	Engenheiro	1	0	0	2	0	2	0	0	4	0,5	0
Localização na planta	Técnico	1	4	4	0	0	0	0	0	8	1	0
Manual de operação	Técnico	1	8	0	0	0	0	0	0	8	1	0
Análise de riscos	Engenheiro	1	8	8	4	4	4	0	0	28	0	3,5
Projeto mecânico	Engenheiro	1	4	8	8	4	4	0	0	28	0	3,5
Projeto elétrico	Engenheiro	1	4	8	8	4	4	0	0	28	0	3,5
Aquisição de materiais e MDO	Técnico	1	0	0	8	4	4	200	0	216	0	27
Pré-montagem/Pré-fabricação	Mec/Elet	4	0	8	0	0	0	0	134	142	17,75	0
Execução física do projeto	Mecânico	2	0	4	0	0	0	0	36	40	0	5
	Eletricista	2	0	4	0	0	0	0	36	40	5	0
Revisão do manual	Engenheiro	1	0	24	0	0	8	0	0	32	4	0
Laudo técnico	Engenheiro	1	0	4	24	0	0	0	0	28	0	3,5
Treinamento na revisão	RH	1	0	8	0	0	8	0	0	16	2	0
ART	Engenheiro	1	0	8	0	0	24	0	0	32	0	4
											Total Dias	51

Fonte: Autor, 2018.

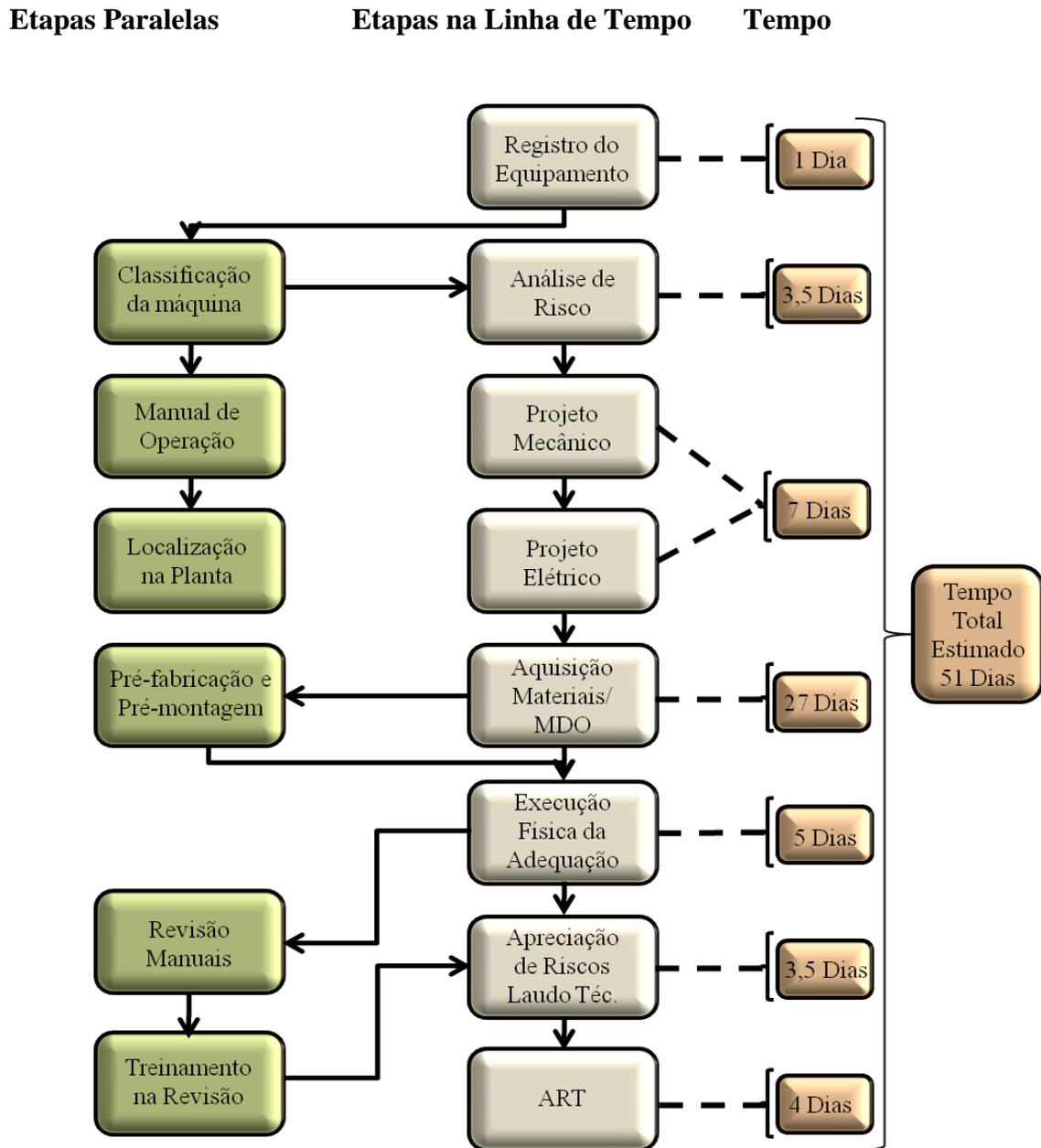
Comparativos da estimativa de orientação com a estimativa aplicada na PMEEC

- Na estimativa de orientação, utilizamos uma máquina de médio porte (L x C x A = 6 x 10 x 2 mts) e a PMEEC é de porte pequeno (L x C x A = 0,9 x 1,5 x 2,2 mts).
- Consideramos os mesmos 30% de inclusão de proteções mecânicas que na máquina de médio porte foi de 19,2 m² em 64 m² e na PMEEC foi de 3,2 m² em 10,56 m².
- A inclusão de mais de 40 itens elétrico-eletrônicos na máquina de porte médio também foi comparada aos 18 itens elétrico-eletrônicos aplicados na PMEEC

Ficou bastante claro que a variação do tempo entre a estimativa de orientação e a estimativa de aplicação na PMEEC ficou extremamente proporcional ao porte da máquina e que esse modelo pode, portanto, ser utilizado para outras aplicações.

8.3.11.2 Fluxograma do roteiro de processos de etapas para adaptação de máquinas à NR-12 aplicada na PMEEC.

Figura 38 - Fluxograma do roteiro de processo de etapas para adaptação de máquina à NR-12 aplicado a PMEEC



Fonte: Autor, 2018.

Vemos que o roteiro aplicado na íntegra sofreu variação somente no tempo conforme o esperado, e o roteiro de processo de etapas permaneceram inalterados, comprovando assim a sua eficácia.

9. CONCLUSÃO

As etapas estratificadas preencheram todas as expectativas de atendimento à NR-12 e a sequência cronológica deu transparência e organização às informações se revelando realmente eficaz. A descrição do roteiro do processo de etapas apresentado ficou claro, didático e objetivo, inclusive as planilhas de preenchimento de dados e registros que foram desenvolvidos de forma a auxiliar o profissional responsável em uma adequação à NR-12 em qualquer máquina, facilitou enormemente o desenvolvimento de sua aplicação.

O fluxograma do roteiro do processo de etapas com estimativa de tempo impactou positivamente em uma visualização rápida e eficaz, onde todos os envolvidos puderam compreender as etapas de uma adequação de máquina à NR-12, suas responsabilidades individuais, onde inicia e onde termina esse processo, quanto tempo pode levar e a relação completa da natureza homem e máquina.

A aplicação do roteiro de processo de etapas para a adaptação da NR-12 a uma máquina PMEEC superou as expectativas quanto à velocidade do desenvolvimento da adequação, indicando que muito tempo pode ser ganho e conseqüentemente impactar em custos menores do que se tivesse sido realizado em etapas aleatórias sem um roteiro definido.

Destacado a importância da segurança dos trabalhadores na operação de uma máquina e a necessidade de a mesma estar adequada às normas vigentes, o objetivo desse trabalho foi atingido com perspectivas de bom resultado em sua aplicação em qualquer máquina onde as responsabilidades do engenheiro são necessárias.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existe uma enorme diversidade nos tipos de máquinas existentes hoje como: classe de funções, modelos, anos de fabricação, dimensões, velocidades, tecnologia, etc. Sabendo disso, vimos que o único fator que pode variar no roteiro do processo de etapas de adequação à NR-12 é o tempo, pois devemos sempre levar em conta essas características das máquinas, que serão muitas vezes únicas, e ter o bom senso de saber que uma estimativa de tempo serve como orientação para o desenvolvimento dos trabalhos de adequação.

REFERÊNCIAS

ABIMAQ - Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. Manual de instruções da norma regulamentadora NR-12, 2014. Disponível em <http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/deci/Manual-de-Instrucoes-da-NR-12.pdf>. Acesso em Agosto de 2017.

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução à Teoria Geral da Administração: uma visão abrangente da moderna administração das organizações. 7. Ed.. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho, Lei 6514 (dez 1977), seção XI, Art. 184 e 185; Acesso em Agosto de 2017.

Código de Ética Profissional dos Engenheiros; <http://www.aeacj.com.br/conteudo/?a=2&id=1>; acesso em Agosto de 2017.

FAGUNDES, V. Projeto adequação NR 12, 2013

FERREIRA, Aurelio Buarque de Holanda - Dicionário Aurelio, 5ª edição, editora Positivo, 2010.

FERNANDO C BARBI, PMP, Gestão de Projetos, <http://www.gestaodeprojeto.info/7passos>; acesso em Abril de 2018

HINDLE, T. Como gerir o seu tempo. São Paulo: Civilização Editora, 1998.

INDA; Instituto Nacional de Distribuidores de Aço; <http://www.sindisider.org.br/pdf/NR12-2016>; acesso em Agosto de 2017.

MAITLAND, I. Administre seu tempo. São Paulo: Nobel, 2000

Ministério do trabalho e emprego: Métodos de Avaliação de Riscos e Ferramentas de Estimativa de Riscos Utilizados na Europa Considerando Normativas Europeias e o Caso Brasileiro; www.sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/risco_mte.pdf; acesso em Março de 2018.

NR-03 – EMBARGO OU INTERDIÇÃO - PORTARIA SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO - SIT Nº 199 de 17.01.2011, publicado no Diário Oficial da União

NR-03 - EMBARGO OU INTERDIÇÃO - PORTARIA SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO - Instrução normativa Nº 129, de 11.01.2017, publicado no Diário Oficial da União

NR-12 2016 Inda (Instituto Nacional dos Distribuidores de Aço), Sindisider, Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de produtos Siderúrgicos, www.sindisider.org.br/pdf/NR12-2016-INDA.pdf, Acesso em Agosto de 2017.

NORMA REGULAMENTADORA – NR 12 - Ministério do Trabalho [http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas regulamentadoras](http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras); acesso em Agosto de 2017.

SILVEIRA, M. Está sem Tempo? Revista Você S/A, São Paulo, p. 26-35, mar. 2002.

RISK ASSESSMENT - Throwback Thursday: Risk Estimation. 2015. <http://www.shponline.co.uk/throwback-thursday-risk-estimation/?cid=searchesult>; Acesso em março de 2018.

ANEXOS