



Odair José Govaski

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DE UMA PRENSA
HIDRÁULICA À NR12**

Horizontina

2014

Odair José Govaski

**PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DE UMA PRENSA HIDRÁULICA
À NR12**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Leonardo Teixeira Rodrigues, Especialista.

Horizontina

2014

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTALINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Proposta de adequação de uma prensa hidráulica à NR12”

Elaborada por:

Odair José Govaski

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 02/12/2014
Pela Comissão Examinadora**

**Especialista. Leonardo Teixeira Rodrigues
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador**

**Mestre. Valtair de Jesus Alves
FAHOR – Faculdade Horizontalina**

**Engenheiro. Sergio Kelm
John Deere Brasil**

**Horizontalina
2014**

DEDICATÓRIA

A minha esposa Patrícia Govaski, que soube entender a ausência durante os períodos de aula, e também às minhas filhas Dienifer e Nicole, que muitas vezes não puderam contar com a minha presença em etapas importantes de suas vidas.

AGRADECIMENTOS

A FAHOR, por ter oportunizado todo o aprendizado.

Aos professores, que, incansavelmente, dedicaram horas para que o aprendizado fosse possível.

Aos colegas, que deram todo apoio nas horas difíceis.

“Lutemos por um mundo novo... um mundo bom que a todos assegura o ensejo de trabalho, que dê futuro a juventude e segurança à velhice.” CHARLIE CHAPLIN

RESUMO

A necessidade de oferecer ambientes de trabalho seguro garantindo a integridade dos funcionários tem estimulado as empresas a investirem em seus equipamentos. Este trabalho tem como objetivo analisar e apresentar o estudo com uma proposta de adequação de uma prensa hidráulica de pequeno porte à norma regulamentadora NR12, trazendo o mínimo de impacto no processo de operação existente. Por meio de uma pesquisa qualitativa classificada também como exploratória e que utilizou para o desenvolvimento de seu processo a técnica de estudo de caso, foram coletadas as informações necessárias para desenvolvimento de uma proposta que segue as etapas de análise dos tópicos aplicáveis da norma NR12, avaliação dos riscos pelo método Hazard Risk Number (HRN), construção de uma proposta e por fim uma reavaliação de cada item avaliado. Os resultados obtidos demonstrarão que a referida prensa hidráulica pode operar em conformidade com a NR12, atendendo os aspectos legais às leis aplicáveis. Acrescenta-se que, através do presente estudo foi possível analisar os fatores que propiciaram a obtenção de soluções para as não conformidades construtivas da máquina pela avaliação do conjunto elétrico e hidráulico.

Palavras-chave: HRN. Risco. Categoria. NR12. Interface.

ABSTRACT

The need to provide safe working environments ensuring the integrity of officials has encouraged companies to invest in their equipment. This work aims to analyze and present the study of a proposal to adapt a hydraulic press of small to standard regulatory NR12, bringing minimal impact on the existing operation process. Through a also classified as exploratory qualitative research and used for the development of its process the case study technique, the information needed to develop a proposal that follows the steps of analysis applicable topics of NR12 standard were collected, reviewed risk by the method Hazard risk Number (HRN), construction of a proposal and order a re-evaluation of each item evaluated. The results demonstrate that the said hydraulic press can operate in accordance with NR12, given the legal aspects applicable laws. Adds that, in the present study it was possible to analyze the factors that have led to obtain solutions for non-compliance of the construction machine for evaluating the electrical and hydraulic assembly.

Keywords: HRN. Risk. Category. NR12. Interface.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Medição do tempo de parada.....	28
Figura 2 - Imagem do martelo da prensa	31
Figura 3 - Proposta para bimanuais	39
Figura 4 - Proposta para botões de emergência	41
Figura 5 - Proposta para cortinas de segurança articulada	44
Figura 6 - Proposta calços de segurança	46
Figura 7 – Proposta para monitoramento do martelo	47
Figura 8 - Proposta sistema hidráulico	49
Figura 9 - Proposta sistema elétrico	50
Figura 10 - Proposta para escada tipo marinheiro.....	51
Figura 11 - Dimensões do guarda corpo e dimensões da plataforma	53
Figura 12 - Proposta para painel elétrico.....	54
Figura 13 - Proposta para portas de acesso lateral.....	55
Figura 14 - Proposta para sinalização	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Probabilidade de Exposição (PE).....	26
Quadro 2 - Frequência de Exposição (FE).....	26
Quadro 3 - Grau de Possíveis Danos (GPD).....	26
Quadro 4 - Número de Pessoas Expostas (NP).....	26
Quadro 5 - Valor do HRN Classificação	27
Quadro 6 - Definição da categoria de risco	27
Quadro 7 - HRN do sistema de acionamento na situação atual.....	29
Quadro 8 - HRN do sistema de emergência na situação atual.....	30
Quadro 9 - HRN do sistema de cortinas na situação atual.....	31
Quadro 10 – HRN do processo de ajuste da máquina na situação atual	32
Quadro 11 – HRN do monitoramento do martelo na situação atual	33
Quadro 12 - HRN do sistema hidráulico na situação atual	34
Quadro 13 - HRN do sistema elétrico na situação atual.....	34
Quadro 14 - HRN da escada tipo marinheiro na situação atual.....	35
Quadro 15 - HRN da plataforma da unidade hidráulica na situação atual.....	36
Quadro 16 - HRN do painel elétrico na situação atual.....	36
Quadro 17 - HRN das portas de acesso lateral na situação atual	37
Quadro 18 - HRN do sistema de acionamento bimanual na situação proposta	40
Quadro 19 - HRN do sistema de emergência na situação proposta.....	41
Quadro 20 – HRN do martelo na situação proposta.....	44
Quadro 21 - HRN do processo de ajuste da máquina na situação proposta.....	46
Quadro 22 – HRN do monitoramento do martelo na situação proposta	48
Quadro 23 - HRN do sistema hidráulico na situação proposta.....	49
Quadro 24 – HRN do sistema elétrico na situação proposta.....	51
Quadro 25 - HRN da escada tipo marinheiro na situação proposta	52
Quadro 26 – HRN da plataforma da unidade hidráulica na situação proposta.....	53

Quadro 27 - HRN do painel elétrico na situação proposta	54
Quadro 28 - HRN das portas de acesso lateral na situação proposta.....	56
Quadro 29 - Estimativa de custos para adequação.....	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. JUSTIFICATIVA.....	14
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.2.1. Objetivos gerais.....	14
1.2.2. Objetivo específico.....	14
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1. SEGURANÇA NO TRABALHO	15
2.2. NORMAS REGULAMENTADORAS.....	17
2.3. NR12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	18
2.4. RISCOS AMBIENTAIS	20
2.5. AVALIAÇÃO DE RISCOS	21
2.6. PRENSAS	22
2.6.1. Prensa mecânica.....	22
2.6.2. Prensa hidráulica.....	23
3. METODOLOGIA	24
3.1. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS	24

3.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS	24
3.3. AVALIAÇÕES DOS RISCOS	28
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	39
4.1. SISTEMA DE ACIONAMENTO BIMANUAL	39
5. CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
APÊNDICE A	62

1. INTRODUÇÃO

Acidentes de trabalho envolvendo máquinas e equipamentos no Rio Grande do Sul e em todo Brasil demonstra a necessidade de enfrentar-se o problema e buscar soluções coletivas para proteção ao trabalhador. Com isso, têm-se intensificado as cobranças por parte do Ministério do Trabalho, com fiscalização nas empresas com o objetivo de buscar a regulamentação de máquinas e equipamentos conforme a Norma Regulamentadora NR12.

O processo de segurança de uma fábrica depende de vários aspectos, como maquinário, gestão de segurança, gestão de manutenção, treinamento e disciplina funcional. No entanto, manutenções preventivas e inspeções periódicas são fundamentais para garantir a funcionalidade dos sistemas de segurança, assim como treinamentos contínuos também são fatores decisivos para que sejam satisfatórios os resultados almejados.

A John Deere Brasil é uma empresa do ramo metal-mecânico originária dos Estados Unidos. Ela iniciou sua participação no mercado brasileiro no ano de 1979, por meio de uma associação com a indústria brasileira Schneider Logemann & Cia. Ltda (SLC). Essa parceria acelerou a introdução da tecnologia da John Deere nos equipamentos produzidos no Brasil pela SLC. A preocupação da John Deere com a segurança de seus funcionários faz com que a empresa invista na regulamentação, adequando seus equipamentos às Normas.

O grande desafio, quando se fala em adequação de uma máquina ou equipamento, é propor uma solução que cause o menor impacto possível no processo produtivo e que os processos bloqueados não impeçam a produção.

As empresas que não têm seus equipamentos adequados nem um cronograma para adequação estão sujeitas a fortes multas, interdição do equipamento não conforme ou, até mesmo, a interdição de toda a fábrica. Dessa forma, é importante observar que o processo de adequação de uma máquina ou equipamento requer uma avaliação geral nos aspectos físicos e também legais que cercam os equipamentos e operadores.

Nesse contexto, foram analisadas as principais características desse processo, bem como seus obstáculos e facilitadores. Através dos resultados obtidos, constatou-se que a adequação é possível, porém onerosa, pois a necessidade de

impactar o mínimo possível no processo de produção requer investimentos mais elevados. Desse modo, este trabalho poderá contribuir, de forma prática, oferecendo subsídios para ações futuras da empresa, bem como para estudos de acadêmicos e profissionais ligados à área, que buscam aprofundar conhecimentos sobre o tema.

1.1. JUSTIFICATIVA

A busca pela segurança de seus colaboradores garantindo sua integridade e zelando pelo bem estar é fator que justifica a realização do trabalho de adequação de um equipamento, bem como a busca por equipamentos seguros o que traz mais confiança tanto por parte dos operadores quanto da empresa, pois no final ambos terão a certeza que terminarão a cada dia mais uma jornada livre de acidentes do trabalho. O atendimento às normas é outro fator importante, pois confirma a legalidade das empresas com as normas vigentes e mostra sua preocupação com o tema segurança do trabalho. Por fim com todas as demais justificativas atendidas tem-se um processo, produtivo, livre de acidentes e em conformidade legal, tornando o processo confiável.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivos gerais

O presente estudo tem por objetivo geral analisar os riscos existentes e apresentar uma proposta de adequação à Norma NR12 de uma prensa hidráulica, buscando os tópicos aplicáveis a esse tipo de prensa para propor as adequações necessárias para a prensa hidráulica PH18 da empresa John Deere Brasil.

1.2.2. Objetivo específico

Entender e desenvolver as etapas necessárias para análise e proposta de solução, buscando causar o menor impacto possível no processo produtivo, chegando ao final com uma estimativa de custos dos investimentos necessários para adequação do equipamento.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para o desenvolvimento deste trabalho realizou-se pesquisas em diversas fontes na busca de embasamento para justificar os objetivos do trabalho. Para melhor entendimento das necessidades, aborda-se os temas segurança no trabalho, normas brasileiras, NR12, riscos ambientais, avaliação de riscos e prensas hidráulicas.

Esses tópicos darão subsídios para a elaboração de uma proposta de adequação de uma prensa hidráulica à NR12. Apresentar os motivos da necessidade, destacar o processo de desenvolvimento dessa máquina para chegar a um único resultado torna o trabalho enriquecido e justificável a ponto de aplicar os investimentos necessários para o cumprimento da lei e, principalmente, para oferecer aos trabalhadores as condições de segurança necessárias no seu dia-a-dia.

2.1. SEGURANÇA DO TRABALHO

Quando se fala em segurança do trabalho, fala-se da exposição de trabalhadores à possibilidade de acidentarem-se. Isso não quer dizer que se devem aceitar os acidentes como uma ocorrência normal e sim considerá-los anormais, pois todas as possibilidades de acidentes devem ser analisadas para que sejam tomadas medidas efetivas que evitem essas ocorrências.

Acidentes de trabalho são relatados por escritores desde a antiguidade. Embora pouco comentados, há citações em diversos documentos antigos. Há inclusive menção a um deles no Novo Testamento de Lucas (o desabamento da Torre de Silóé), no qual faleceram dezoito prováveis trabalhadores. “Mais de dois mil anos antes da nossa era, Hipócrates, conhecido como o Pai da Medicina, descreveu muito bem a intoxicação por chumbo encontrada em um trabalhador mineiro”. (CHAGAS; SALIM; SERVO, 2011, p. 23).

Apesar dessas evidências, não há informação de qualquer política pública que tenha sido proposta ou implementada para reduzir os riscos a que esses trabalhadores estavam expostos. Nesses períodos, as vítimas dos acidentes/doenças relacionadas ao trabalho eram quase exclusivamente escravos e pessoas oriundas dos níveis mais inferiores da escala social.

Segundo Arra (2014), estudos sobre segurança do trabalho reportam-se ao ano de 1556, quando Geof Bauer lançou o livro “De Re Metálica”, que trata de quesitos relacionados à extração de minérios na Alemanha, onde os índices de acidentes fatais e doenças relacionadas ao trabalho levaram à morte inúmeros trabalhadores. Em 1700, o médico Bernardino Ramazzini publicou o livro “De Morbis Artificum Diatriba”, no qual descreve 100 profissões diferentes e seus riscos.

Arra (2014) destaca que na Revolução Industrial, na Europa (1763-1815), houve a intensificação dos estudos relacionados a acidentes de trabalho, pois nos países europeus eram geradas legiões de incapacitados ao trabalho. Em consequência, a Inglaterra publicou, em 1833, a primeira legislação eficiente na proteção do trabalhador com o título “Factory Act” (Lei da Fábrica), cujas principais regras foram a proibição de trabalhos noturnos a menores de 18 anos; limitação de horas trabalhadas por menores para 12 horas por dia e 69 horas por semana; obrigatoriedade das fábricas de terem escolas para trabalhadores menores que 13 anos. A idade mínima para o trabalhador era de nove anos, e o cuidado com o desenvolvimento físico deveria corresponder à idade cronológica.

Conforme Arra (2014), entre 1877 e 1898, a Suíça e a Alemanha criaram leis que responsabilizavam o empregador pelos acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Em 1906, realizou-se o 1º Congresso de Doenças do Trabalho, em Milão, ocasião em que intensificaram-se as trocas de experiências na prevenção de acidentes e doenças ocupacionais.

No decorrer dos anos, um número cada vez maior de países da Europa tratou sobre o assunto, mostrando sua preocupação com a situação a que os trabalhadores estavam expostos.

No Brasil, a primeira lei contra acidentes foi criada em 1919, e estabelecia a prevenção de acidentes no setor ferroviário. Em novembro de 1930, o Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio foi organizado.

O ano de 1934 constitui-se em um marco da história com o surgimento da lei trabalhista, que instituiu uma regulamentação bastante ampla no que se refere à prevenção de acidentes do trabalho. No setor privado, em 1941 foi fundada a Associação Brasileira para Prevenção de Acidentes (ABPA), e, em 1972, integrando o Plano de Valorização do Trabalhador, o governo federal baixou a Portaria nº 3237, que tornou obrigatório os serviços médicos e os serviços de higiene e segurança em todas as empresas onde trabalham 100 ou mais pessoas.

Em 08 de junho de 1978, a Portaria nº 3.214 instituiu as Normas Regulamentadoras - NR relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, que obriga as empresas ao seu cumprimento. Essas Normas abordam vários problemas relacionados ao ambiente de trabalho e a saúde do trabalhador. Em 1º de janeiro de 1999, o órgão que fiscaliza e regulamenta as questões trabalhistas passou a ser Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que é a sua atual denominação.

A atual estrutura regimental do MTE foi dada pelo Decreto no 5.063, de 3 de maio de 2004, tendo como competência as seguintes áreas:

- política e diretrizes para a geração de emprego e renda e de apoio ao trabalhador;
- política e diretrizes para a modernização das relações do trabalho;
- fiscalização do trabalho, inclusive do trabalho portuário, bem como aplicação das sanções previstas em normas legais ou coletivas;
- política salarial;
- formação e desenvolvimento profissional;
- segurança e saúde no trabalho;
- política de imigração;
- cooperativismo e associativismo urbanos (BRASIL, 2004).

Dentro do MTE, as ações de segurança e saúde no trabalho estão particularmente afeitas à Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT), um dos seus órgãos específicos singulares (BITENCOURT; QUELHAS, 1998).

2.2. NORMAS REGULAMENTADORAS

As Normas Regulamentadoras fazem parte dos instrumentos legais utilizados pelo Ministério do Trabalho e Emprego os quais regulam e orientam procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e medicina do trabalho no Brasil. Elas direcionam as obrigações das empresas e estabelecimentos de qualquer natureza regidos pela Consolidação das Leis de Trabalho (CLT) com relação à saúde e segurança do trabalhador. São de observância obrigatória por todas as empresas brasileiras regidas pela CLT. O descumprimento poderá resultar em notificação, autuação, interdição ou embargo de locais específicos ou do estabelecimento inteiro.

A Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada em 1988, consolidou e ampliou os direitos trabalhistas já existentes e criou outros, entre eles,

o direito de trabalhadores urbanos e rurais (art. 7º), que se relacionam de modo direto e indireto com a segurança e a saúde do trabalhador (CHAGAS; SALIM; SERVO, 2011).

Segundo Dragone (2011), as Normas publicadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego nem sempre abordam os aspectos técnicos. De certa forma, são um pouco genéricas, chegando, inclusive, a serem defasadas e/ou desatualizadas. Em muitos casos, elas se apoiam em outras mais técnicas, como as da ABNT ou até mesmo internacionais.

As Normas, frequentemente, sofrem alterações, o que determina a necessidade das empresas se adequarem às evoluções sob o risco de estarem fora do mercado, pois a falta de adequações podem impactar na sua produtividade, opiniões de clientes, confiabilidade, ou inclusive sanções por parte da ISO, a qual exige que as empresas estejam adequadas às leis aplicáveis ao seu processo fabril.

Toda alteração que ocorra em alguma Norma deve ser aprovada por uma Portaria Ministerial (DRAGONE, 2011).

Atualmente, existem 36 Normas Regulamentadoras aprovadas e publicadas, porém muitas delas estão desatualizadas ou em processo de atualização por não estarem adaptadas às evoluções técnicas e por não atenderem aos requisitos mínimos de segurança.

2.3. NR12 SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

A décima segunda Norma Regulamentadora do Trabalho, definida como Segurança em Máquinas e Equipamentos, estabelece requisitos mínimos de segurança buscando a prevenção de acidentes. A nova NR12 recebeu uma reformulação aprofundada com aspectos técnicos consistentes (MORAES, 2014).

A utilização de máquinas antigas e obsoletas torna a operação mais perigosa e menos produtiva, além de comprometer as práticas preventivas que são responsabilidade do empresário. Uma pesquisa realizada no estado de São Paulo (1995) pelo engenheiro Luis Felipe Silva (USP) revela que equipamentos inseguros e obsoletos são responsáveis por 25% dos acidentes do trabalho graves e incapacitantes registrados no país. Nesse mesmo estudo, foram analisados 196

acidentes graves com máquinas e equipamentos, dos quais 67 casos resultaram em amputação dos dedos ou da mão (MORAES, 2014).

A NR 12 é a Norma Regulamentadora que busca definir as proteções necessárias, visando à saúde e à integridade física dos trabalhadores (ABNT, 2013).

A NR 12, por sua vez, foi introduzida no ordenamento jurídico pela Portaria GM nº 3.214 de 8 de junho de 1978, tratando exclusivamente de Máquinas e Equipamentos, com atualização em 17 de dezembro de 2010, pela portaria SIT nº 197. (SCHNEIDER, 2011, p. 12).

Esta Norma estabelece os requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e de doenças provenientes de máquinas e equipamentos na sua operação, manutenção ou em qualquer outra atividade em que haja interação humana com a máquina ou equipamento. A NR 12 é dividida em vários aspectos, e suas disposições referem-se a máquinas novas e usadas. Essa Norma mostra que toda e qualquer responsabilidade por sua aplicação é do empregador. As medidas de proteção são definidas segundo a NR 12 em:

- Medidas de proteção coletivas;
- Medidas administrativas ou de organização do trabalho;
- Medidas de proteção individual.

Essas medidas possuem suas respectivas divisões para cada tipo de acionamento: mecânico, elétrico, pneumático, hidráulico, e para cada um destes possuem suas formas de segurança, como as que seguem:

- Arranjo físico;
- Dispositivos de partida, acionamento e parada;
- Componentes pressurizados;
- Aspectos ergonômicos;
- Riscos adicionais;
- Procedimentos de trabalho (ABNT, 2013).

Esses tópicos estão detalhadamente explicados na NR 12, e serão analisados e utilizados de acordo com as especificações do projeto e suas necessidades (ABNT, 2013).

Um documento importante a ser ressaltado é a Portaria SIT 197, de 17/12/2010, que alterou a NR 12, aprovada pela Portaria 3.214/78, e que entrou em vigor na data de publicação no Diário Oficial da União (DOU) de 24/12/2010. Ela

prevê prazos para regulamentação dos itens que tiveram alterações. Para os que não tiveram alterações não foram estabelecidos prazos para adequação, subentendendo-se que já deveriam estar regularizados (MORAES, 2014).

2.4. RISCOS AMBIENTAIS

Originalmente, o conceito de risco refere-se a uma probabilidade aumentada de um evento ocorrer. Atualmente, o risco é tomado com um presságio; é o mesmo que perigo. Qualquer risco é sempre entendido como algo negativo (MENDES, 2002).

Na modernidade o risco, no seu significado técnico mais puro, revela-nos as condições das probabilidades estimadas que existem de um acontecimento estar apto a ser conhecido. A incerteza, em contraste, é usada como um termo alternativo onde estas probabilidades são inestimáveis ou desconhecidas. Esta distinção pressupõe que há uma forma de indeterminação que não está sujeita ao cálculo racional de acordo com as várias alternativas possíveis (MENDES, 2002, p. 56).

Riscos ambientais são considerados agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes, os quais são capazes de causar danos à integridade e à saúde física dos trabalhadores. Os riscos ambientais ou profissionais estão divididos em cinco grupos:

- **Riscos Físicos:** ruído, vibrações, calor, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, umidade e frio.

- **Riscos químicos:** poeiras minerais, poeiras vegetais, poeiras alcalinas, fumos metálicos e nevoas.

- **Riscos biológicos:** vírus, bactérias e protozoários, fungos e bacilos, parasitas.

- **Riscos ergonômicos:** esforço físico, levantamento e transporte manual de pesos, ritmo excessivos de trabalho.

- **Riscos de acidentes:** arranjo físico, máquinas sem proteções, iluminação deficiente, ligações elétricas deficientes, armazenamento inadequado, ferramentas defeituosas, equipamentos de proteção individual inadequado, animais peçonhentos.

A proposta de adequação de uma prensa à NR12 trata na sua grande maioria sobre riscos de acidentes, os quais serão submetidos a uma avaliação pontual. Com base nessa avaliação, será determinada a categoria de risco que, por sua vez,

determinará os requisitos das ligações e funções dos componentes necessárias para a adequação.

2.5. AVALIAÇÃO DE RISCOS

A avaliação dos riscos comporta duas etapas: a apreciação do risco e a redução do risco. A apreciação do risco é o primeiro passo antes de qualquer escolha e implementação seletiva de redução. A escolha dos meios de redução de risco consiste na segunda etapa. A apreciação deve ser refeita com o objetivo de avaliar se a redução atingiu valores aceitáveis. A avaliação dos riscos irá determinar a categoria de risco, e esta, por sua vez, irá delimitar os meios de redução de riscos.

As categorias de riscos de acidentes estão divididas em B, 1, 2, 3 e 4. Na sequência, tem-se uma definição dessas categorias de acordo com a NBR-14153: 2013, a qual tem por objetivo esclarecer os requisitos necessários a que estes devem atender quanto a softwares e componentes, descrevendo suas funções e aplicando-as a todas as partes dos sistemas de comando relacionados a segurança, independente do tipo de energia aplicada (ABNT, 2013).

Categoria B, as partes de um sistema de segurança devem ser projetados, construídos e montados de acordo com as Normas relevantes, e a ocorrência de um defeito pode levar a perda da função.

Categoria 1, aplicam-se os requisitos da categoria B e ainda princípios comprovados e componentes de segurança bem testados; nesse caso, a ocorrência de um defeito pode levar a perda da função de segurança porém a probabilidade é menor que na categoria B.

Categoria 2, aplicam-se os requisitos das categorias B e 1, e as funções de segurança devem ser verificadas em períodos adequados pelo sistema de comando da máquina; nesse caso, um defeito pode levar à perda da função no período entre as verificações, e a perda da função é detectada pela verificação.

Categoria 3, aplicam-se os requisitos das categorias B e 1. O comportamento do sistema permite que, quando ocorrer um defeito isolado, não ocorra a perda da função de segurança, e que alguns defeitos sejam detectados. No entanto, o acúmulo de defeitos não detectados pode levar à perda da função de segurança.

Categoria 4, aplicam-se os requisitos das categorias B e 1, e ainda as partes dos sistemas de comando relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal

forma que uma falha isolada em qualquer das partes relacionadas à segurança não leve à perda das funções de segurança, e a falha isolada seja detectada antes ou durante a próxima atuação sobre a função de segurança, como imediatamente ao ligar o comando, ao final do ciclo de operação da máquina. Se essa detecção não for possível, o acúmulo de defeitos não deve levar à perda das funções de segurança.

Tratando-se de avaliação de uma prensa, a NR12, por tratar de segurança em máquinas diretamente, define que as categorias dos componentes aplicados aos sistemas serão 3 e 4.

2.6. PRENSAS

As prensas têm sido responsáveis por 36% dos acidentes seguidos de amputação (MORAES, 2014).

Prensa é uma máquina capaz de proporcionar uma forte pressão, aproveitando a energia previamente acumulada mecanicamente, ou por meio de algum fluido. Geralmente trabalha com impacto seco quando usada em um processo de estampagem, ou com pressão contínua quando utilizada em processo de forja ou embutimento. Nesses processos, existe sempre um martelo (punção) cujo movimento é proveniente de um sistema hidráulico (cilindro hidráulico) ou de um sistema mecânico (em que o movimento rotativo é transformado em linear através de um sistema de bielas, manivelas ou fusos) (POLACK, 2004).

As prensas podem ser classificadas em dois grandes grupos de acordo com seu sistema de acionamento.

2.6.1. Prensa mecânica

As prensas mecânicas compreendem um grande número de tipos, os principais são: prensas de volante, prensas excêntricas, prensas excêntricas de rolos, prensas de fusos manuais, prensas de fuso com disco de fricção. As prensas mecânicas são de uso mais geral, e por não permitirem uma gradação exata do seu percurso, fica difícil sua aplicação em trabalhos de embutimento, pois pequenos descuidos podem ter como consequência ruptura das ferramentas ou até da própria prensa. Sua aplicação é mais abrangente na área de estampagem (POLACK, 2004).

Esse tipo de máquina tem um olhar especial da NR12, pois geralmente são excêntricas de ciclo contínuo, ou seja, depois que se iniciou seu movimento não há como retroceder. Dessa forma, as regras para proteção dessas máquinas são mais severas e, muitas vezes, depois de adequada à NR12, muitos processos ficam impossibilitados de serem realizados, sendo necessário que as engenharias desenvolvam outros processos.

2.6.2. Prensa hidráulica

Entre as prensas hidráulicas temos como principais as prensas hidráulicas lentas para processo de embutimento e prensa hidráulicas rápidas para processos de estampagem (POLACK, 2004).

Nessas máquinas, o movimento de descida e subida do martelo é realizado por meio de um cilindro hidráulico, ou seja, o óleo é injetado por bombas hidráulicas de alta pressão, dentro de um cilindro hidráulico o qual realiza o deslocamento do martelo. O movimento pode ser interrompido a qualquer instante ao contrário da grande maioria das prensas excêntricas. A tecnologia evoluiu nesse tipo de equipamento ao ponto de se ter muita precisão nos controles de posicionamento e pressões.

Atualmente, quando necessário, aplicam-se à construção das prensas hidráulicas componentes, como servo-bombas e servo-válvulas, os quais são controlados eletronicamente e monitorados por sensores os quais fazem a leitura de pressão e posição dando um feedback ao controlador. Este consegue corrigir as variações em frações de segundos (BOLTON, 2008).

3. METODOLOGIA

3.1. MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Para a realização deste trabalho seguiram-se alguns passos necessários para obtenção dos resultados.

O primeiro passo foi realizar uma pesquisa bibliográfica e a leitura e interpretação da Norma NR12, bem como as demais Normas indicadas nela, mantendo como foco encontrar os pontos aplicáveis ao equipamento a ser trabalhado. Embora a Norma trate de máquinas em geral, esta também possui pontos específicos de vários tipos de equipamentos. A leitura e a interpretação da Norma são fundamentais, pois esta é a base que justifica as alterações necessárias do equipamento.

Em seguida, foram levantados os riscos existentes na prensa hidráulica PH18. Essa atividade foi realizada em campo através de uma inspeção visual do equipamento e análise da documentação, como esquema elétrico, hidráulico e manual de operação. Com o conhecimento da Norma ficam facilmente perceptíveis os pontos não-conformes que dão embasamento para notações e registro das partes da prensa que precisam ser trabalhadas. O levantamento dos pontos requer senso crítico analítico, pois é esse levantamento que dará direção e foco ao trabalho de adequação do equipamento.

3.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

De posse de todos os riscos levantados, deve-se, através da NBR14153: 2013, NBR14009: 1997 e ISO14121-1:2007, realizar a categorização de segurança. Nesse processo, cada um dos riscos levantados é associado ao método Hazard Risk Analysis (HRN), desenvolvido por Chris Steel, 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 (PE), 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.

Com o levantamento e categorização dos riscos, a análise quantitativa mais a medição do tempo de parada concluída 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. 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:

- Probabilidade de exposição à situação perigosa (PE) pontuado conforme dados do quadro 1.

Quadro 1 - Probabilidade de Exposição (PE)

Probabilidade de Exposição (PE)	
Quase impossível	0,033
Altamente improvável	1
Improvável	1,5
Possível	2
Alguma chance	5
Provável	8
Muito provável	10
Certo	15

Fonte: Steel, 1990, p. 20.

- Frequência de exposição (FE) pontuada conforme quadro 2.

Quadro 2 - Frequência de Exposição (FE)

Frequência de Exposição (FE)	
Anualmente	0,5
Mensalmente	1
Semanalmente	1,5
Diariamente	2,5
Em termos de hora	4
Constantemente	5

Fonte: Steel, 1990, p. 20.

- Probabilidade máxima de perda (GPD – Grau de Possíveis Danos) pontuada conforme quadro 3.

Quadro 3 - Grau de Possíveis Danos (GPD)

Grau de Possíveis Danos (GPD)	
Arranhão / Contusão leve	0,1
Dilaceração / Doenças moderadas	0,5
Fratura / Enfermidade leve	2
Fratura / Enfermidade grave	4
Perda de um membro / olho	6
Perda de dois membros / olhos	10
Fatalidade	15

Fonte: Steel, 1990, p.20.

- Número de pessoas expostas (NP), pontuada conforme quadro 4.

Quadro 4 - Número de Pessoas Expostas (NP)

Número de Pessoas Expostas (NP)	
1-2 pessoas	1
3-7 pessoas	2
8-15 pessoas	4
16-50 pessoas	8
Mais que 50 pessoas	12

Fonte: Steel, 1990, p. 20.

O resultado da multiplicação dos valores definirá o grau de risco que o ponto avaliado oferece. Os valores resultarão na classificação conforme quadro 5.

Quadro 5 - Valor do HRN Classificação

Valor do HRN Classificação	
0-1	Aceitável
1-5	Muito Baixo
5 -10	Baixo
10-50	Significante
50-100	Alto
100-500	Muito Alto
500-1000	Extremo
> 1000	Inaceitável

Fonte: Steel, 1990, p. 20.

Quando a solução de segurança necessitar de um sistema de controle (interface + sensores + atuadores), deverá ser observada qual a categoria de risco necessária para controlar o risco. Para tanto, deve-se utilizar os mesmos parâmetros adotados de frequência, exposição e possibilidade de evitar o perigo. Estudando mais profundamente os resultados, pode-se adotar a estratégia conforme quadro 6.

Quadro 6 - Definição da categoria de risco

DEFINIÇÃO DA CATEGORIA DE RISCO	
Até Risco Baixo	Mínimo Categoria 1
Risco Significante	Mínimo Categoria 2
Risco Alto em diante	Mínimo Categoria 3 ou 4

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p. 21.

Como o trabalho de adequação prevê a proteção principalmente das partes móveis, tem-se a necessidade de saber qual é o tempo de parada do martelo da prensa. Esse tempo é obtido através da medição com equipamento adequado e deve ser anexada à documentação como comprovante de que os cálculos das distâncias das proteções e da resolução dos equipamentos óticos estão corretos. Essa atividade deve ser realizada por uma empresa que tenha domínio sobre o assunto e equipamento em conformidade com as exigências legais necessárias. A

figura 1 mostra os valores obtidos pela medição com equipamento homologado do tempo de parada da máquina.

Figura 1 - Medição do tempo de parada

[S] DISTÂNCIA DE SEGURANÇA*		MEDIÇÕES	
Equação Geral (a)	(a) Eq. Geral para DSP vertical/mãos * (b) Eq. Geral para DSP horizontal/corpo *	Base: EN 999	Tm E
$S = K.T + 8x(d-14)$	S = DISTÂNCIA DE SEGURANÇA EM mm K = 2000 : veloc. aprox. mm/s (S<501mm) K = 1600 : veloc. aprox. mm/s (S>500mm)		1 16 0
Equação Geral (b)	C = 1200mm - (0,4 x Hd) -- Hd = altura do chão d = resolução em mm do DSP (dispositivo sensor de presença) T = tempo total de parada em s		2 107 15
$S = K.T + C$			3 103 13
			4 112 16
			5 102 14
			6 108 16
			7 110 15
			8 101 14
			9 106 14
			10 115 15
			Tm = tempo medido (ms) E = escorregamento (mm)
	Tempo Tm considerado (ms):	112	
	Tempo componentes [$\Sigma C1...C3$] (ms):	20	
	Tempo de Parada Total [T] (ms):	132	
	Resolução do DSP [d] (mm):	30	

Com o método de avaliação de risco definido, mais o tempo da medição de parada do equipamento, cabe a avaliação pontual das partes da máquina.

3.3. AVALIAÇÕES DOS RISCOS

Nessa etapa são avaliados todos os riscos levantados pela inspeção no equipamento, bem como serão pontuados para se ter a classificação e definição da categoria de segurança necessária para a adequação.

Atualmente, a máquina é acionada por um comando bimanual, o qual está instalado conforme o item 12.26 da Norma, que prevê a utilização de interface de segurança. Porém, em situações esporádicas a máquina é operada por duas pessoas, sendo que uma delas tem a função de auxiliar na suspensão da peça. O item 12.30 da Norma prevê que seja utilizado um comando bimanual para cada operador.

No quadro 7 está a avaliação HRN da situação apresentada.

Quadro 7 - HRN do sistema de acionamento na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Possível	2
Frequência de Exposição (FE)	Semanalmente	1,5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		18
Risco, Significante		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Entende-se que os perigos, como esmagamento, cisalhamento, corte ou danos, estão presentes devido ao fato de um operador acionar o comando da máquina, e outro trabalhar simultaneamente.

A avaliação resultou em um risco significativo devido à probabilidade de ocorrência do dano ser baixa. Na análise feita, constatou-se que a máquina possui apenas um botão de emergência, posicionado no painel principal de operação e ajuste da máquina. Embora o sistema de emergência esteja interligado de acordo com o especificado na Norma nos itens 12.56 a 12.63.1 que trata de dispositivos de parada de emergência, há uma exceção no item 12.57 que trata sobre o posicionamento dos dispositivos de parada de emergência. Neste, o acesso não está ao alcance dos operadores conforme a Norma prevê, pois devem ser instalados quantos botões forem necessários e interligados à interface de segurança e facilmente acessíveis aos operadores.

Com base nesses requisitos, efetuou-se a avaliação dos riscos como mostra o quadro 8.

Quadro 8 - HRN do sistema de emergência na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Alguma chance	5
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		150
Risco, Muito Alto		

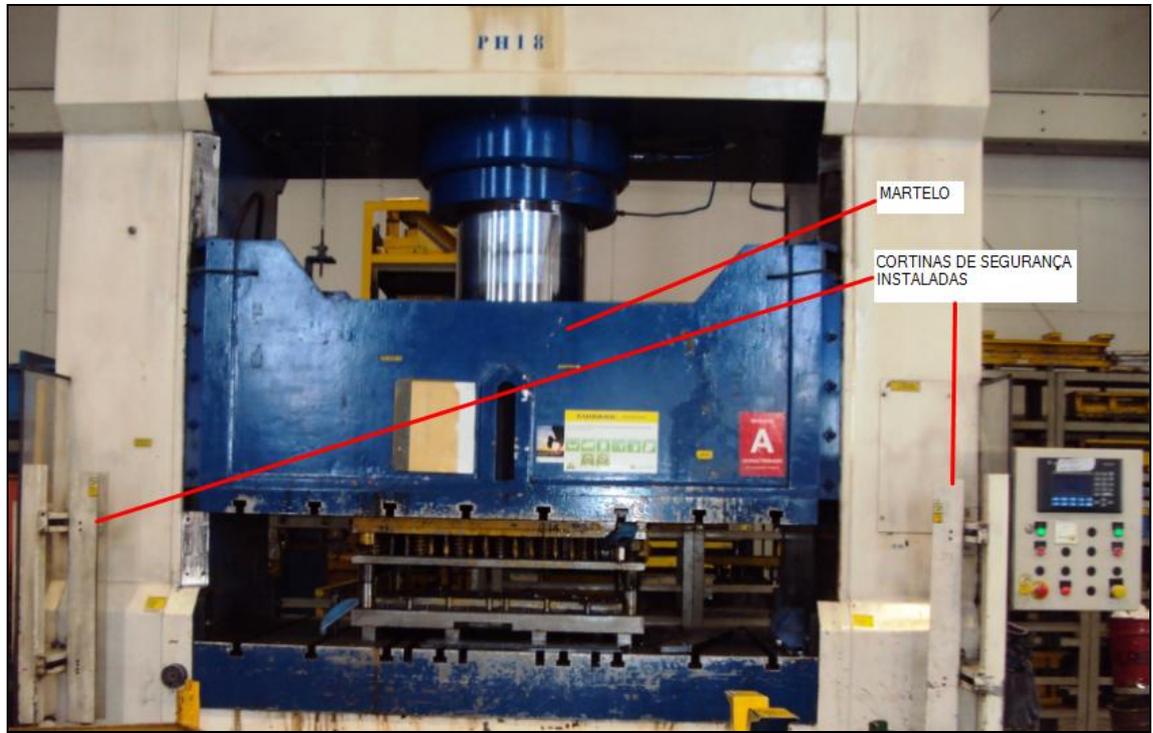
Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Nessa avaliação, o resultado apresentou risco muito alto, pois a probabilidade, os danos e a exposição elevam os valores da avaliação.

Quando se analisa uma prensa, sabe-se que o principal ponto de risco é o martelo, pois este aplica a força de trabalho da máquina e é também a parte a qual o operador tem maior contato.

Embora a máquina possua uma cortina de segurança instalada, como pode ser visto na figura 2, estima-se que essa não esteja dimensionada, instalada e posicionada corretamente; sua resolução não está compatível com a distância instalada e permite o acesso dos membros superiores por uma zona cega, não monitorada. Portanto, para avaliação, considerou-se que o sistema de segurança atual da máquina permite exposição do operador às partes móveis.

Figura 2 - Imagem do martelo da prensa



Observando o processo produtivo como alimentação e retirada de peças, pode-se avaliar o HRN desse componente da máquina, conforme quadro 9.

Quadro 9 - HRN do sistema de cortinas na situação atual

QUADRO HRN DO MARTELO		
Probabilidade de Exposição (PE)	Alguma chance	5
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		150
Risco, Muito Alto		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Entende-se que os perigos, como esmagamento, cisalhamento, corte ou danos, estão presentes devido à resolução da cortina de luz ser incompatível com a distância do ponto de risco, aberturas por baixo da cortina e altura da cortina frontal

insuficiente, bem como distância entre cortina e máquina, o que resultou em uma avaliação de risco muito alto.

Uma etapa do processo produtivo consiste na preparação da máquina, como montagem de ferramentas, ajustes etc. Essa é uma das atividades em que o operador precisa invadir a área de risco para acessar partes pertinentes ao processo de ajustes. Devido a essa exposição, conforme o item 1.11 do Anexo VIII Prensas e Similares da NR12:

As prensas e similares devem possuir sistema de retenção mecânica que suporte o peso do martelo e da parte superior da ferramenta, para travar o martelo no início das operações de trocas, ajustes e manutenções das ferramentas. (BRASIL, 2010).

Com base nessas orientações, efetuou-se a avaliação de ajuste da máquina, conforme quadro 10.

Quadro 10 – HRN do processo de ajuste da máquina na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Alguma chance	5
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		150
Risco, Muito Alto		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Nessa situação, os perigos são esmagamento, cisalhamento, corte ou danos e impactos devido à possibilidade do martelo descer por falha mecânica ou por falha hidráulica, apresentando um resultado como risco muito alto.

O item 6 do Anexo VIII Prensas e Similares da NR12 prevê que nas prensas em que a zona de prensagem não seja enclausurada o posicionamento do martelo deve ser monitorado por sinal elétrico produzido por um equipamento acoplado às partes móveis. Atualmente a máquina é comandada por um Controlador Lógico Programável (CLP), que realiza o monitoramento da posição do martelo, porém esse controle não está interligado a uma interface de segurança conforme previsto no item 6.1.2 do Anexo VIII Prensas e Similares da NR12.

Com base nesse item da Norma, efetuou-se a avaliação dos riscos para obtenção do HRN, conforme quadro 11.

Quadro 11 – HRN do monitoramento do martelo na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Possível	2
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		60
Risco, Alto		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Nessa situação, os perigos a que estão expostos os operadores são esmagamento, cisalhamento, corte ou danos e impactos devido à falha no sistema de controle do martelo. O resultado da avaliação foi risco alto.

A prensa hidráulica PH18 foi produzida no ano de 1993. O sistema hidráulico projetado possui, segundo esquema hidráulico da máquina, apenas válvulas e atuadores convencionais estando em desacordo com o item 4.3 do Anexo VIII da NR12, que determina que em prensas e similares o sistema hidráulico seja dotado de bloco hidráulico de segurança, o qual possui válvulas em redundância com o monitoramento dinâmico. O item 4.3.4 do Anexo VIII Prensas e Similares da NR12 indica que prensas e similares devem ter válvulas ou sistemas de retenção que impeçam a queda do martelo em caso de falha no bloco de segurança ou no sistema hidráulico.

No quadro 12, apresenta-se a avaliação dos riscos pela ausência do bloco hidráulico de segurança e de válvula de retenção.

Quadro 12 - HRN do sistema hidráulico na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Alguma chance	5
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		150
Risco, Muito Alto		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

O fato do circuito hidráulico estar em desacordo pela falta de um bloco hidráulico de segurança leva a avaliação ao nível de risco muito alto.

No item 12.37 da NR12, tem-se a exigência de que em circuitos elétricos de partida e parada do motor elétrico tenham contadoras ligadas em série, e que essas tenham contatos com ruptura positiva, monitorados por interface de segurança, de modo a garantir seu desligamento em situações de emergência. O mesmo deve ser previsto nos circuitos para o desligamento das válvulas. Em análise do esquema elétrico da máquina, percebe-se a ausência da redundância e do monitoramento por interface de segurança.

No quadro 13, tem-se a avaliação desse item.

Quadro 13 - HRN do sistema elétrico na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Possível	2
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		60
Risco, Alto		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

As contadoras em série dotadas de contatos guiados e com ruptura positiva garantem o desligamento em situações de emergência. Com a ausência dessa condição, a avaliação se deu como risco alto.

Para acesso à parte superior da máquina há uma escada tipo marinheiro. No Anexo III Meios de Acesso Permanentes da NR12, apresentam-se figuras que tratam exclusivamente de meios de acesso, sendo que a escada aplicada atualmente na máquina deve atender aos requisitos estabelecidos neste anexo.

No quadro 14 está a avaliação desse meio de acesso.

Quadro 14 - HRN da escada tipo marinheiro na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Possível	2
Frequência de Exposição (FE)	Semanalmente	1,5
Grau de possíveis danos (GPD)	Fratura / Enfermidade grave	4
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		12
Risco, Significante		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Embora a escada esteja em desacordo com as exigências da NR12, sabe-se que existem procedimentos que exigem o uso de equipamentos de proteção, como cinto de segurança, talabarte e linhas de vida. Isso contribui para que a avaliação considere o risco significativo.

Na parte superior da máquina, encontra-se a maior parte do circuito hidráulico. Nesse local ocorrem atividades de manutenção, com a necessidade de permanência de técnicos para execução de tais atividades. No Anexo III Meios de Acesso Permanentes da NR12, constam os tópicos que devem ser atendidos, mais precisamente as dimensões especificadas nas figuras contidas nesse anexo. A plataforma disposta na máquina está a uma altura de quatro metros do solo, o que reforça ainda mais o atendimento a esses tópicos.

No quadro 15 está a avaliação da plataforma pelo método HRN.

Quadro 15 - HRN da plataforma da unidade hidráulica na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Possível	2
Frequência de Exposição (FE)	Semanalmente	1,5
Grau de possíveis danos (GPD)	Fatalidade	15
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		45
Risco, Significante		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Embora o grau de dano seja elevado, a frequência de utilização da plataforma é baixa, a avaliação do considerou como risco significativo.

Como uma das partes principais da máquina é o painel elétrico, este é um dos competentes vitais para o seu funcionamento. O item 12.14 da NR12 diz que as instalações elétricas devem ser projetadas de forma a prevenir contra choque elétrico, fogo, explosão etc. e devem atender aos requisitos da NR10, que trata de serviços em eletricidade. Nos itens 12.14 a 12.23 que tratam de instalações e dispositivos elétricos estão os principais requisitos para os circuitos elétricos, no entanto, o atendimento à NR10 abrange uma gama muito maior de tópicos.

No quadro 16 está a avaliação HRN do painel elétrico.

Quadro 16 - HRN do painel elétrico na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Muito provável	10
Frequência de Exposição (FE)	Semanalmente	1,5
Grau de possíveis danos (GPD)	Fatalidade	15
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		225
Risco, Muito Alto		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

O grau do dano associado à probabilidade torna esse quesito crítico fazendo com que a avaliação seja como risco muito alto.

A máquina possui duas portas de acesso lateral as quais permitem a exposição dos operadores a componentes elétricos energizados e também a partes móveis as quais oferecem riscos de esmagamento. Os itens 12.38 a 12.42 que tratam sobre sistemas de segurança da NR12 especificam as zonas de riscos que a situação levantada oferece.

No quadro 17 está a avaliação HRN da porta de acesso lateral.

Quadro 17 - HRN das portas de acesso lateral na situação atual

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Muito provável	10
Frequência de Exposição (FE)	Diariamente	2,5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		150
Risco, Muito Alto		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

As portas laterais permitem acesso a partes móveis e são de fácil acesso. Dessa forma, a avaliação se deu como risco muito alto.

Os itens 12.116 ao 12.124.1 da NR12 tratam das sinalizações de segurança, as quais devem ser posicionadas de forma que sejam facilmente visualizadas e que indiquem claramente os riscos expostos. Tais sinalizações são de extrema importância para alertar os trabalhadores quanto aos perigosos nos equipamentos. A prensa hidráulica PH18 não possui todas as sinalizações necessárias, pois vários foram os riscos levantados e poucos possuem identificação.

Os itens 12.135 a 12.147.2 da NR12 tratam sobre capacitação dos funcionários para operação de máquinas e equipamentos. Tal capacitação é fundamental para prevenir acidentes, pois ela permitirá ao trabalhador conhecer os métodos corretos de utilização da máquina bem como conhecer os riscos envolvidos. Uma correta capacitação envolve uma série de requisitos para garantir que o operador possa assimilar e comprovar o conhecimento para, enfim, estar apto a operar a máquina.

Os tópicos referentes à sinalização e treinamentos foram, por opção, levantados e sinalizados como necessidades de melhorias, porém sem avaliação da

HRN, por não se tratarem de ações físicas, mas, mesmo assim, serão analisadas e feita a proposta. Dessa forma, têm-se todos os pontos de risco da máquina avaliados e aptos a serem estudados para apresentar as propostas de adequação que atendam à segurança efetiva das pessoas envolvidas nos processos de operação e manutenção e aos requisitos da NR12, com o mínimo impacto no processo produtivo.

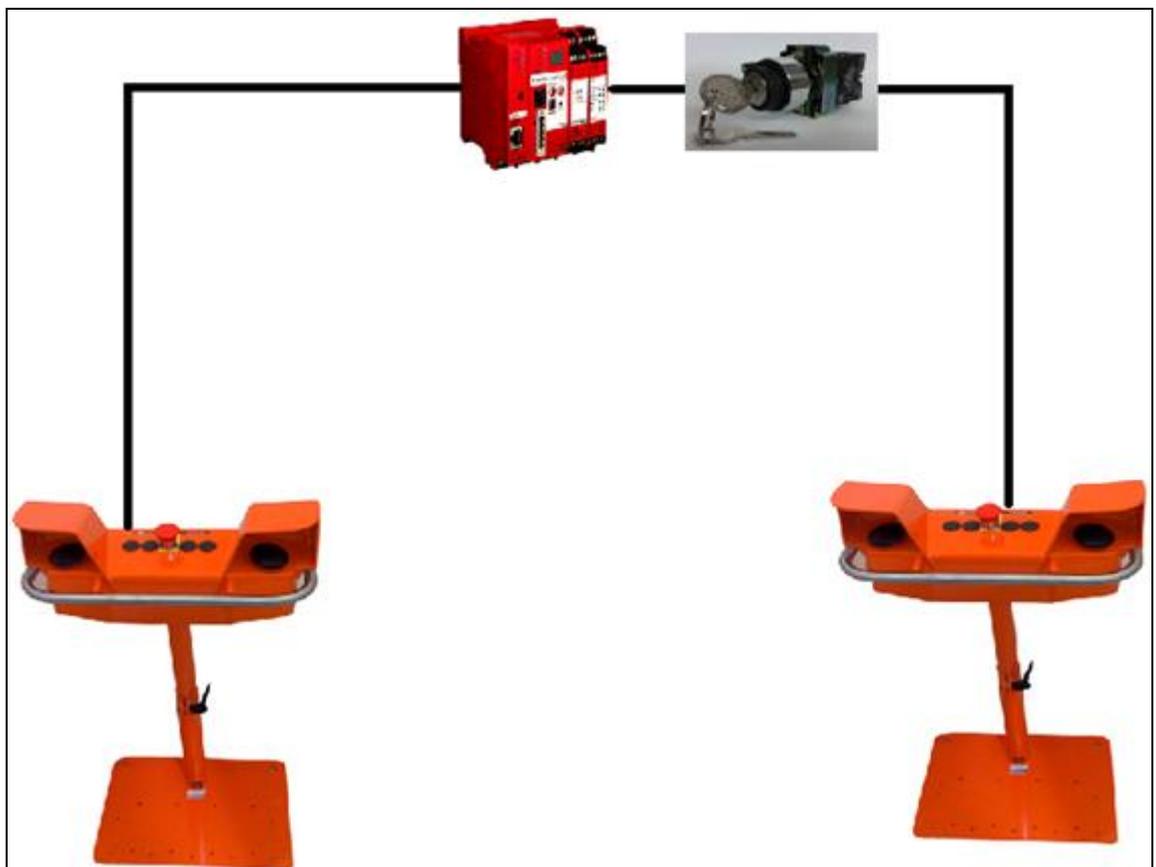
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. SISTEMA DE ACIONAMENTO BIMANUAL

Os itens 12.26 a 12.30.1 da NR12 tratam dos acionamentos bimanuais. Para a sua aplicação, deve-se ter dois comandos bimanuais interligados a uma interface de segurança. Como a operação com dois operadores é esporádica, pode ser instalado um seletor de um ou dois bimanuais, porém deve atender ao requisito 12.30.1 que especifica os requisitos para a chave seletora. A chave seletora não pode ser operada por pessoas não autorizadas, ou seja, deve ficar de posse do responsável pelo departamento. Recomenda-se que fique com o supervisor. Os bimanuais devem ter sinais luminosos que indiquem seu funcionamento conforme o item 12.30.3 da NR12 e ter dimensões que impeçam a burla quanto aos acionamentos dos comandos.

A figura 3 demonstra a proposta para os bimanuais.

Figura 3 - Proposta para bimanuais



Com a adequação do sistema de acionamento, pode-se estimar a avaliação HRN conforme quadro 18.

Quadro 18 - HRN do sistema de acionamento bimanual na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	8-15 pessoas	4
Valor do HRN Classificação		3,96
Risco, Muito Baixo		

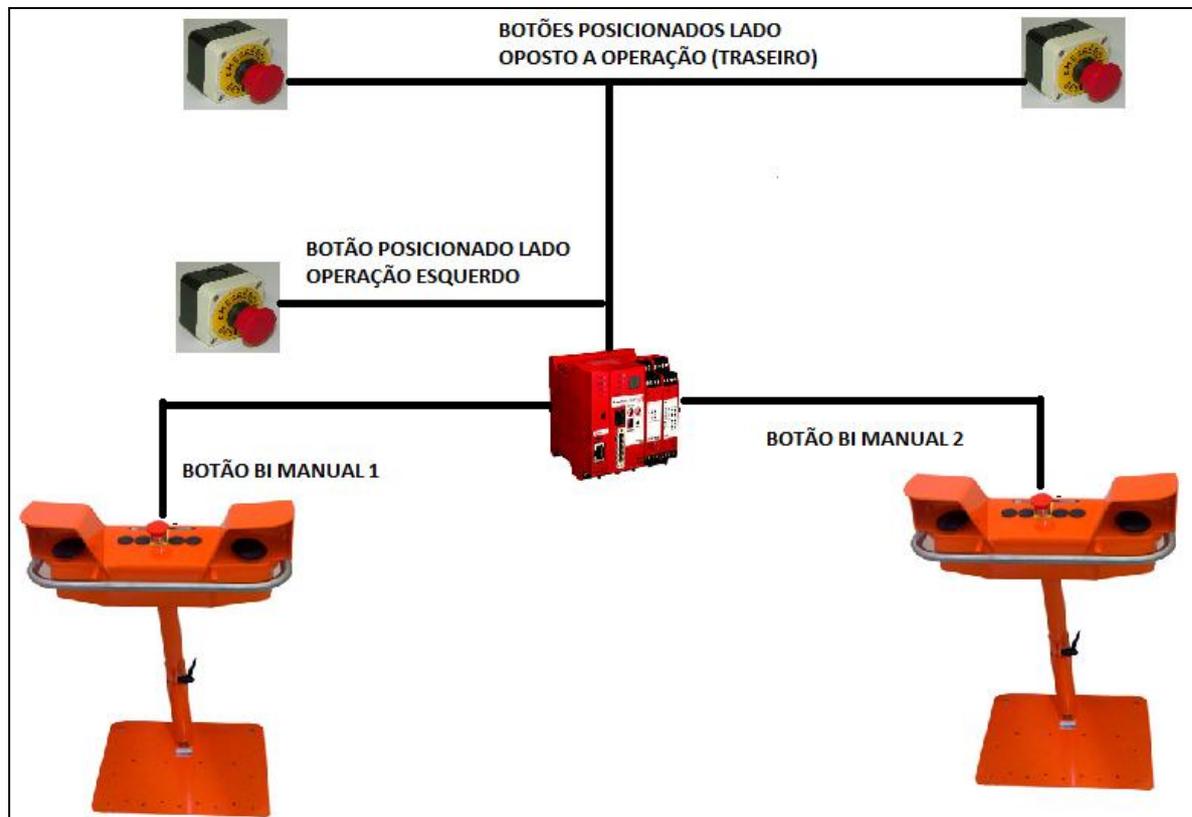
Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Aplicando a proposta de adequação dos bimanuais, tem-se a redução de risco significativa para risco muito baixo.

Para o sistema de emergência, recomenda-se a adoção de um bimanual, observando que, mesmo quando selecionado um bimanual para a operação, o botão de parada de emergência do bimanual que não está em uso deve estar em pleno funcionamento. Também se recomenda a inclusão de um botão de emergência na parte traseira, a qual é acessada para retirar peças prontas e fazer ajustes na máquina. Na parte frontal, recomenda-se a inclusão de um botão de emergência fixado ao corpo da máquina no lado esquerdo (oposto ao painel de operação). Com os botões posicionados nos locais recomendados, pode-se afirmar que os operadores e demais pessoas que circulam próximo a máquina terão acesso ao sistema de parada do equipamento. Dentre os requisitos 12.56 a 12.63.1 que tratam sobre dispositivos de parada de emergência, está a quantidade de botões de emergência que devem ser suficientes para serem facilmente acessados. Eles não podem ser usados como meio de parada e partida durante o processo de operação, mas devem garantir o desligamento de todas as fontes de energia e liberação por meio de reset para restabelecer o funcionamento da máquina quando acionados. Por fim, devem ser monitorados por interface de segurança.

A figura 4 mostra a proposta para os botões de emergência.

Figura 4 - Proposta para botões de emergência



Fonte: Autor, 2014.

Com a adequação do sistema de emergência, pode-se estimar os riscos conforme quadro 19.

Quadro 19 - Quadro HRN do sistema de emergência na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,99
Risco, Aceitável		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Implantando a proposta de adequação do sistema de emergência, tem-se uma redução de risco de muito alto para risco aceitável.

Para proteção dos operadores com relação ao martelo, a máquina possui cortinas de segurança, porém estas precisam ser substituídas para atender aos requisitos da Norma. Para determinar a distância em que uma cortina de segurança deve estar posicionada, deve-se realizar o cálculo utilizando a seguinte fórmula:

$$S = (K \times T) + C$$

Onde:

S = Distância da cortina em relação ao ponto de esmagamento em milímetros.

K = constante 1600 se $S > 500$ e 2000 se $S < 500$

T = Tempo de parada do sistema em segundos.

C = (Resolução (em milímetros) - 14) x 8.

Para um melhor aproveitamento de uma prensa hidráulica, a posição da cortina de segurança é fundamental. Quanto mais próxima estiver da mesa, maior será a gama de itens que poderão ser produzidos. Deve-se, então, buscar a melhor aplicação possível das cortinas de segurança para que seja alcançada a menor distância possível.

Como se pode ver, a resolução da cortina de segurança tem impacto direto com a distância que esta deve estar do ponto de risco. Dessa forma, recomenda-se a utilização de uma cortina de segurança com resolução de 14 mm e que seja categoria IV conforme exigência da Norma e da avaliação HRN realizada.

A constante K é definida com 1600 mm/s quando se calcula a distância utilizando uma cortina na posição horizontal. Para uma cortina em posição vertical, deve-se utilizar o valor de 2000 mm/s. Se o resultado for uma distância maior que 500 mm, pode-se refazer o cálculo utilizando o valor para K de 1600 mm/s. Com base nessas informações mais o tempo de parada do equipamento, pode-se ter a definição de uma resolução de 14 mm para uma cortina de segurança e se pode efetuar o cálculo da distância da cortina de segurança. Abaixo a resolução:

$$S = (K \times T) + C$$

$$S = (2000 \times 0,132 \text{ s}) + (14 \text{ mm} - 14) \times 8)$$

$$S = 264 \text{ mm}$$

Com uma distância de 264 mm, a posição da cortina atende ao requisito 1.2 do tópico B do Anexo I, o qual diz que a cortina deve estar posicionada de forma que não permita zonas mortas, ou seja, permitir que uma pessoa se posicione entre a cortina e o ponto de risco. Essa é a distância definida para a cortina tanto frontal quanto traseira.

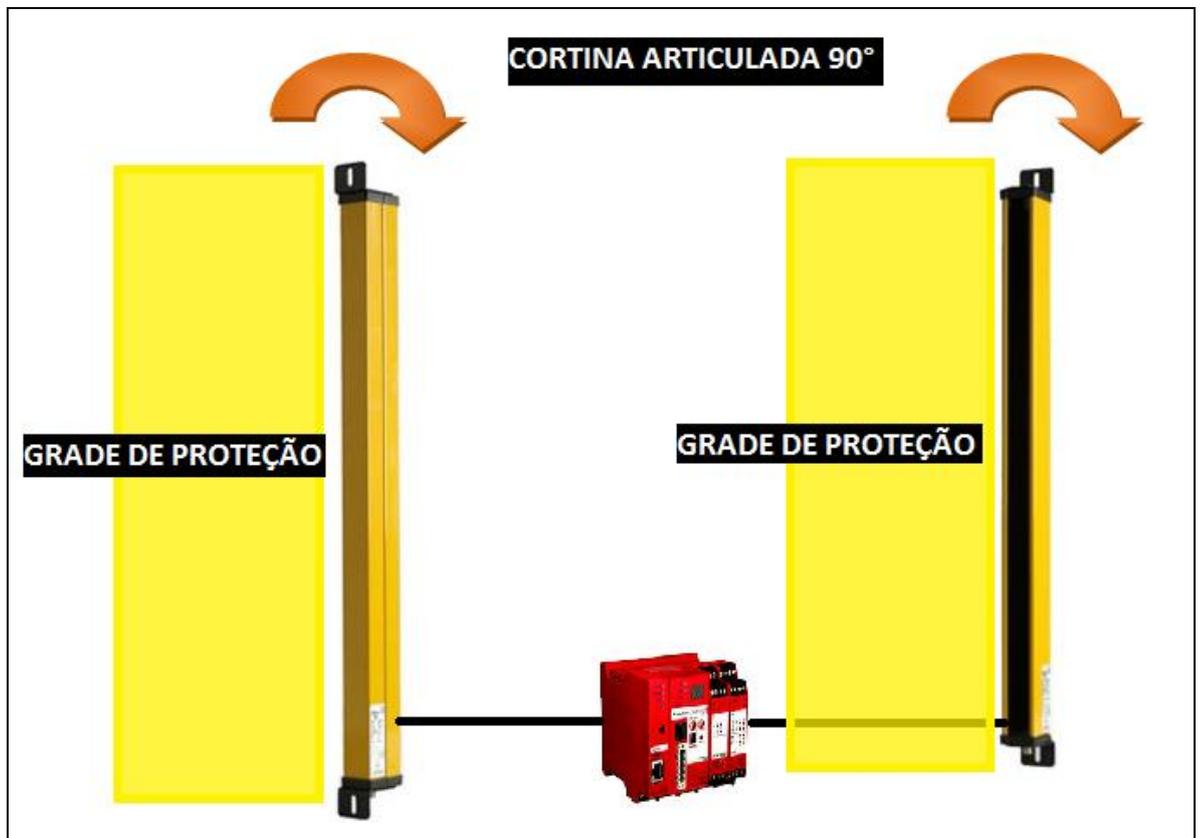
Analisando os itens produzidos na máquina e prospectando itens que possam ser produzidos futuramente, constata-se que é comum a conformação de peças que possuem algum tipo de aba proveniente de um processo anterior. Dessa forma, com a utilização da cortina na posição vertical, essa aba irá interromper os feixes de luz não permitindo o acionamento da máquina. A Norma NR12 em seu Anexo I prevê a utilização de barreiras posicionadas horizontalmente desde que estas garantam uma distância mínima do ponto de risco. Dessa forma, os itens com abas poderão ser produzidos na máquina.

No quadro 2 do Anexo I Distancias de Segurança e Requisitos Para o Uso de Detectores de Presença Optoeletrônicos da NR12 está a relação da distância necessária para a barreira horizontal. Se a altura da mesa de operação da máquina for de 1000 mm, a barreira horizontal deve garantir uma distância de 1500 mm da mesa.

Para resolver a interferência da cortina de segurança posicionada verticalmente com a barreira horizontal, sugere-se a utilização de uma única cortina com comprimento de 1500 mm e com resolução de 14 mm categoria IV, montada em uma estrutura articulada que permita o posicionamento vertical quando se produz itens com pequenas espessuras e o posicionamento horizontal para itens com espessura maior. Deve-se observar que, quando a cortina estiver posicionada horizontalmente, o acesso à zona de risco pelas laterais não deve ser permitida. Recomenda-se a utilização de uma grade de proteção com malha quadriculada de 20 mm, posicionada a uma distância de 120 mm do ponto de risco, em conformidade com o quadro 1 do Anexo I da NR12. A utilização desses recursos aplica-se apenas para a cortina frontal, onde é realizada a alimentação de peças. Para a cortina traseira, pode-se manter apenas a posição vertical.

A figura 5 ilustra a proposta de adequação para o martelo.

Figura 5 - Proposta para cortinas de segurança articulada



Com a proposta de adequação das cortinas de segurança, pode-se fazer a avaliação do risco conforme quadro 20.

Quadro 20 – HRN do martelo na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,99
Risco, Aceitável		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Houve uma redução de risco do muito alto para risco aceitável aplicando a adequação proposta.

No Anexo VIII Prensas e Similares, da NR12 no item 11, encontra-se o sistema de retenção mecânica, o qual deve ser utilizado toda vez que o operador necessitar realizar algum ajuste na máquina. Esse sistema de retenção é comumente chamado de calço mecânico, o qual deve ser monitorado por algum tipo de atuador, e este a uma interface de segurança. Toda vez que o calço for removido de sua posição, o atuador indica a interface de segurança, e esta, por sua vez, não permite que a máquina seja acionada.

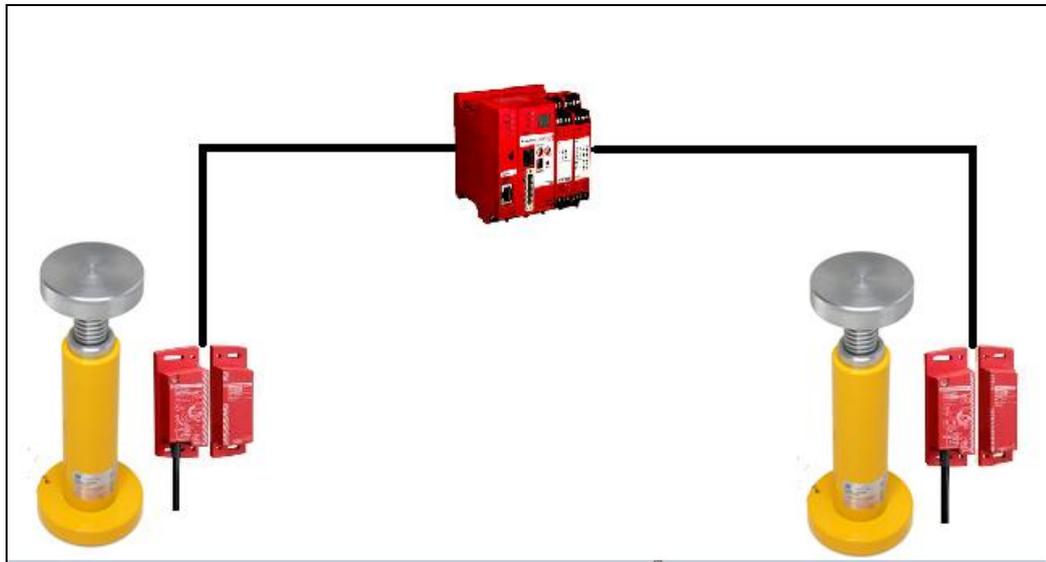
O calço de segurança deve ser da cor amarela e ter resistência suficiente para resistir ao peso do martelo mais as ferramentas que nele possam estar montadas.

Recomenda-se o desenvolvimento de um memorial de cálculos para comprovar que os calços irão suportar o peso do martelo. Esse memorial deve ser elaborado por profissional devidamente habilitado.

Para monitoramento do calço de segurança, recomenda-se o uso de chaves magnéticas codificadas, pois estas não necessitam de redundância como as chaves eletromecânicas conforme especificado na definição de chaves de segurança no Anexo IV Glossário da NR12.

Na figura 6 está a representação da proposta para calço de segurança.

Figura 6 - Proposta calços de segurança



No quadro 21 está apresentada a avaliação HRN prevista após a implementação.

Quadro 21 - HRN do processo de ajuste da máquina na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,99
Risco, Aceitável		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Seguindo o proposto para adequação, tem-se uma redução de risco de muito alto para risco aceitável.

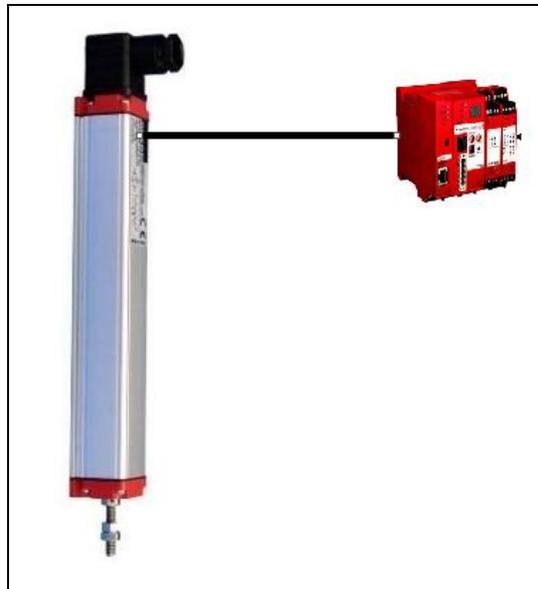
O item 6 do Anexo VIII Prensas e Similares da NR12 trata da necessidade de monitoramento dos movimentos do martelo para prensas. O monitoramento do martelo deve ser feito de modo que se mantenha a categoria 4 de segurança.

Aconselha-se a utilização de uma régua potenciométrica acoplada em suas extremidades ao martelo e a alguma parte fixa da máquina. A régua potenciométrica

deve estar ligada a uma interface de segurança, preferencialmente a um controlador lógico programável, pois neste poderá ser programado em blocos o escorregamento máximo permitido, o monitoramento do ponto morto superior e o monitoramento do ponto morto inferior, realizando o bloqueio da máquina quando algum dos controles apresentarem valores fora do especificado, conforme o item 6.1.3 do Anexo VIII Prensas e Similares da NR12.

Na figura 7, pode-se observar a proposta para monitoramento do martelo.

Figura 7 – Proposta para monitoramento do martelo



Com a implantação da proposta, estima-se uma redução significativa do risco. No quadro 22 está apresentada a avaliação da com a solução proposta.

Quadro 22 – HRN do monitoramento do martelo na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,99
Risco, Aceitável		

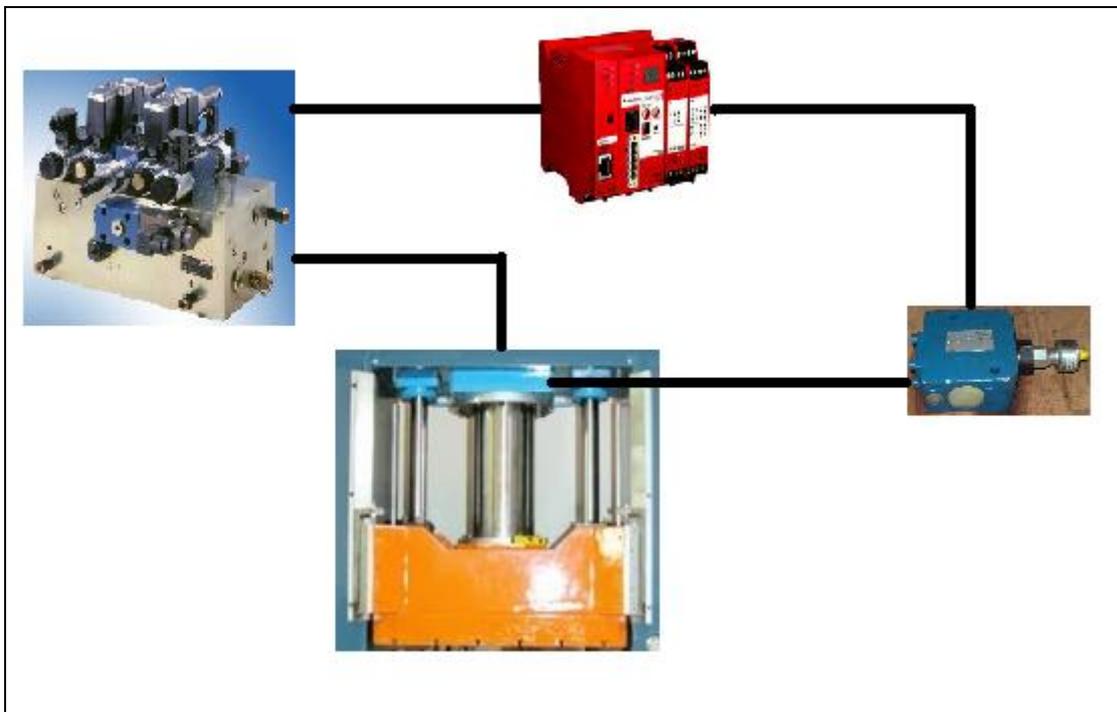
Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Aplicando um monitoramento conforme especificado, a avaliação reduz o risco de alto para aceitável.

Para que o sistema hidráulico da máquina atenda aos itens 4.3 e 4.3.4 do Anexo VIII Prensas e Similares da NR12, será necessária a instalação de um bloco hidráulico de segurança que seja homologado por órgãos competentes. O bloco hidráulico de segurança deve ser constituído de válvulas com monitoramento da atuação e da redundância. Também será necessária a instalação de uma válvula de retenção montada diretamente no cilindro hidráulico com o objetivo de reter o martelo caso ocorra o rompimento de alguma mangueira ou tubulação.

Na figura 8 está apresentada à proposta para adequação do sistema hidráulico.

Figura 8 - Proposta sistema hidráulico



No quadro 23 está a avaliação dos riscos com a implantação da solução proposta.

Quadro 23 - HRN do sistema hidráulico na situação proposta

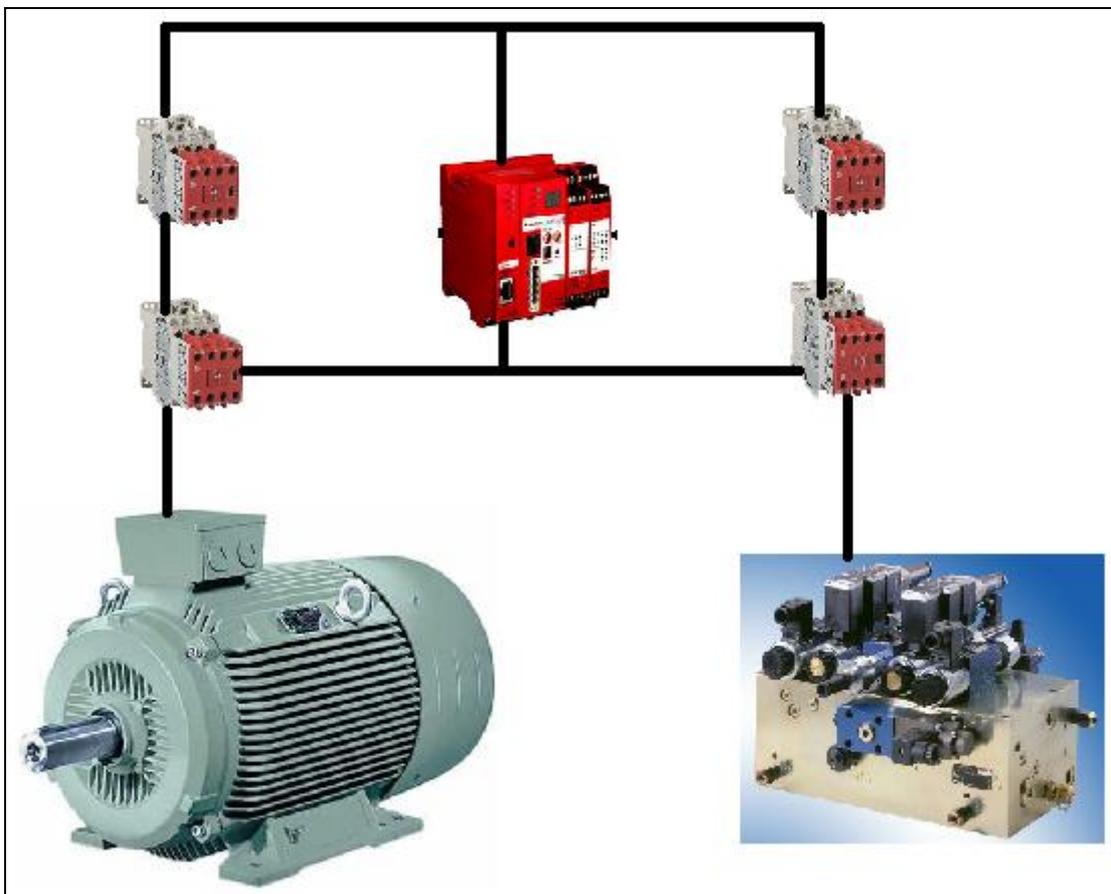
QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,99
Risco, Aceitável		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

A inclusão de um bloco hidráulico de segurança mais a válvula de retenção pilotada, ambos monitorados por uma interface de segurança, diminui significativamente os riscos a que o operador está exposto, reduzindo o risco de muito alto para aceitável.

Para que o sistema elétrico atenda ao item 12.37 da NR12, recomenda-se a inclusão de contadoras de partida do motor principal. Essa contadora deve ser provida de um sistema de ruptura positiva, seus contatos devem ser guiados também precisam ser monitoradas por uma interface de segurança. O mesmo é recomendado para atuação das válvulas solenoides. A figura 9 apresenta a proposta para adequação.

Figura 9 - Proposta sistema elétrico



O quadro 24 apresenta a avaliação HRN estimada após a implementação das adequações.

Quadro 24 – HRN do sistema elétrico na situação proposta

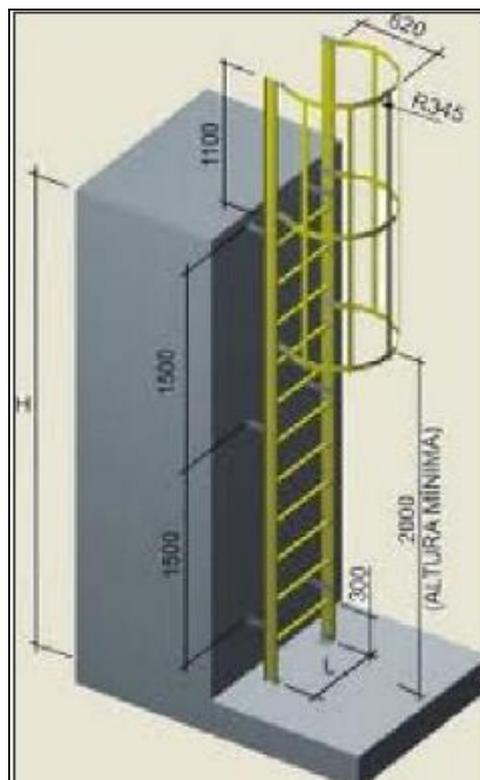
QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,99
Risco, Aceitável		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

A aplicação de redundância no circuito de desligamento reduz o risco de alto para aceitável. A escada tipo marinheiro precisa atender aos requisitos do Anexo III Meios de Acesso Permanentes da NR12. Para isso, propõe-se uma reforma na escada existente, com o necessário ajuste da altura do guarda corpo, distância entre a escada e a máquina e vão entre anéis de sustentação do guarda corpo.

A figura 10 apresenta, de forma ilustrativa, a solução proposta para a escada.

Figura 10 - Proposta para escada tipo marinheiro



Fonte: Super Escadas, 1986.

No quadro 25 está a avaliação HRN da escada tipo marinho.

Quadro 25 - HRN da escada tipo marinho na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Altamente improvável	1
Frequência de Exposição (FE)	Semanalmente	1,5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		9
Risco, Baixo		

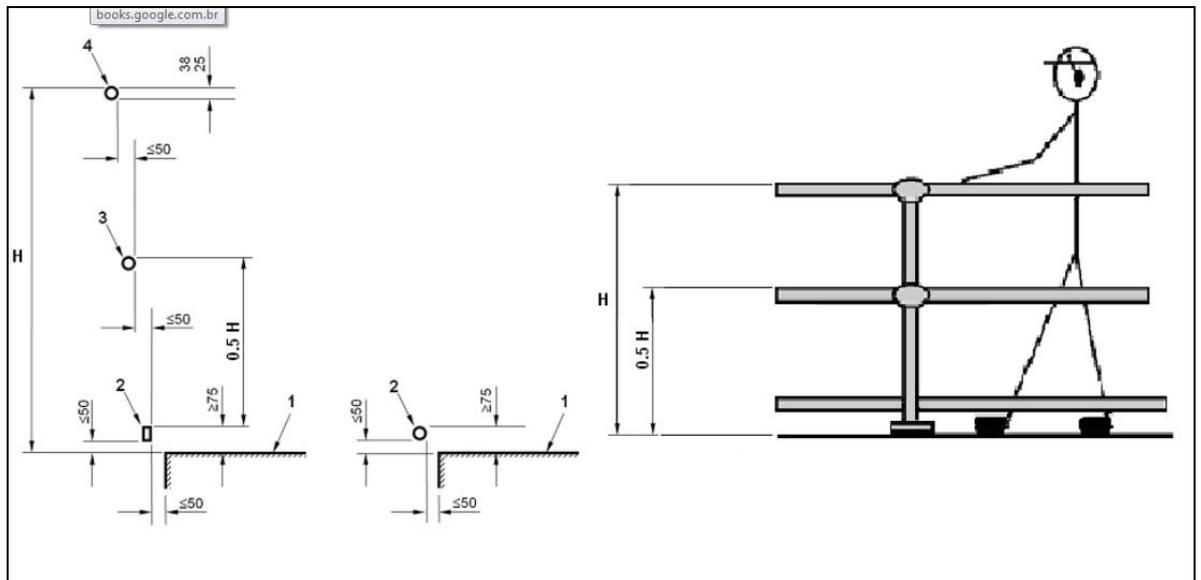
Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Com a adequação da escada existente, o acesso dos técnicos de manutenção à parte superior da máquina será mais segura e ergonômica reduzindo os riscos aos quais estão expostos. Esse procedimento reduziu o risco de significativo para risco baixo.

Para as atividades de manutenção no circuito hidráulico na parte superior, é necessário atender aos requisitos do Anexo III Meios de Acesso Permanentes da NR12, pois as plataformas não conformes oferecem grandes riscos principalmente em situações em que a PH18 se apresenta, pois a altura da plataforma é de quatro metros.

Para adequação da plataforma, recomendam-se ajustes no rodapé, na altura da grade e no vão entre o guarda-corpo superior e inferior, como mostram os itens 2, 3 e 4 da figura 11.

Figura 11 - Dimensões do guarda corpo e dimensões da plataforma



Fonte: NR12 Anexo III, 2010, p. 27.

Com as alterações necessárias na plataforma, as atividades de manutenção serão executadas com menor risco, pois é estimada uma redução do HRN com a solução proposta, conforme mostra o quadro 26.

Quadro 26 – Quadro HRN da plataforma da unidade hidráulica na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Semanalmente	1,5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,297
Risco, Aceitável		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

A aplicação da proposta reduz o risco de significativo para risco aceitável.

Para adequação do painel elétrico, recomenda-se o desenvolvimento de um novo projeto. Devido ao ano de fabricação da máquina, muitos são os pontos não conformes no painel elétrico. A adequação por si só à NR12 já requer a substituição de vários componentes os quais ainda possuem contatos elétricos sem proteção.

Deve-se levar em conta que após a aquisição da máquina já foram realizadas melhorias as quais foram improvisadas dentro do painel elétrico.

Outro ponto é a inclusão de contadoras para desligamento do motor e válvulas bem como a(s) interface(s) de segurança que são exigidas pela NR12.

Embora a recomendação seja a substituição, não há nenhum impedimento de retrabalhar o painel existente. Essa decisão caberá à empresa com base em orçamentos, mas um fator inevitável é a adequação de um esquema elétrico que contemple todos os itens instalados na máquina.

Na figura 12 está apresentada a solução proposta para o painel elétrico.

Figura 12 - Proposta para painel elétrico



No quadro 27 esta a avaliação do HRN a implantação da solução proposta.

Quadro 27 - HRN do painel elétrico na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Semanalmente	1,5
Grau de possíveis danos (GPD)	Fatalidade	15
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,7425
Risco, Aceitável		

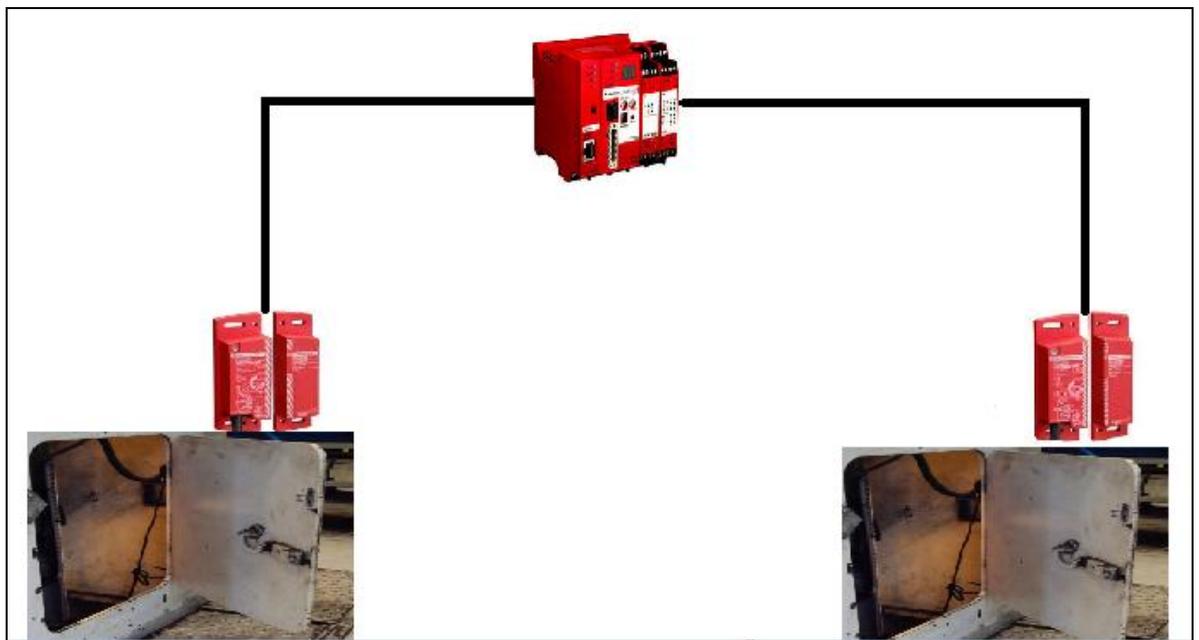
Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Estima-se uma redução significativa dos riscos. A redução seria de risco muito alto para risco aceitável.

Para as portas de acesso laterais, os itens 12.38 a 12.42 tratam de algumas necessidades. Visando atender a esses requisitos, recomenda-se a utilização de chaves de segurança magnéticas codificadas, pois, como as portas são pequenas, se optar por chaves mecânicas, essas deverão ter redundância, ou seja, duas chaves por porta, e assim os espaços serão limitados. O uso de apenas uma chave magnética codificada por porta atende ao requisito do item 1.2.1.1.1 do Anexo IX Injetoras de Materiais Plásticos da NR12. Embora esse anexo trate de injetoras, os requisitos para chaves magnéticas codificadas são aplicados às demais máquinas.

A figura 13 mostra a proposta para intertravamento das portas de acesso lateral.

Figura 13 - Proposta para portas de acesso lateral



Fonte: Adaptado de arquivos da John Deere.

O quadro 28 mostra a avaliação HRN dos riscos estimados após a implementação da proposta.

Quadro 28 - HRN das portas de acesso lateral na situação proposta

QUADRO HRN		
Probabilidade de Exposição (PE)	Quase impossível	0,033
Frequência de Exposição (FE)	Constantemente	5
Grau de possíveis danos (GPD)	Perda de um membro / olho	6
Número de pessoas expostas (NP)	1-2 pessoas	1
Valor do HRN Classificação		0,99
Risco, Aceitável		

Fonte: Adaptado de Steel, 1990, p.20.

Estima-se uma redução de risco muito alto para risco aceitável com a implantação de chaves de monitoramento das portas de acesso lateral.

Atualmente, a máquina apresenta poucas sinalizações dos riscos existentes. Sabe-se que uma boa sinalização evita acidente, pois alerta as pessoas que não conhecem a máquina. Para adequação da sinalização, recomenda-se incluir no painel elétrico a identificação da maior tensão aplicada; nas partes em movimento, uma identificação dos riscos de esmagamento; e na escada e na plataforma, aviso da necessidade de atendimento à NR35 para quem for acessá-la. Também é necessária a identificação dos botões de emergência com uma tarja indicando o texto “EMERGÊNCIA”.

A figura 14 ilustra as identificações recomendadas.

Figura 14 - Proposta para sinalização



Fonte: Catálogo Seton, 2014.

Com as identificações recomendadas, estima-se uma redução significativa dos riscos, pois elas estão em locais de fácil visualização.

Para que um funcionário possa operar um equipamento a Norma NR12 trata nos itens 12.135 a 12.147.2 sobre a capacitação dos operadores, os quais deverão receber treinamento por profissional qualificado. O treinamento deverá ser teórico e prático com material impresso ou audiovisual e com carga horária adequada para o conhecimento da operação e dos perigos existentes na máquina.

Os técnicos que realizam manutenção ou qualquer outro tipo de intervenção devem receber treinamento atendendo aos mesmos requisitos exigidos para os operadores. Para que o treinamento tenha validade, é necessária a realização de uma avaliação, bem como registro do conteúdo passado, duração, data, hora e

nome do instrutor. Deve-se também ter um plano de reciclagem toda vez que ocorrer alguma alteração do equipamento ou processo. Com a capacitação dos profissionais que irão interagir com a máquina, espera-se uma redução dos riscos.

Para completar a adequação da máquina, deve ser providenciada toda a documentação da máquina, como esquemas elétricos e hidráulicos, manuais dos componentes utilizados, manuais de operação, laudos de conformidade fornecidos por um especialista, ARTs de projeto e execução das alterações realizadas, plano de inspeção diário, planos de manutenções preventivas. Toda a documentação deve ser fornecida em duas cópias físicas e uma cópia digitalizada atendendo aos requisitos da John Deere.

5. CONCLUSÕES

Ao longo da história, as empresas têm passado por dificuldades com as elevadas taxas de acidentes, por isso buscam equipamentos seguros, adequando-se à NR12. Esta necessidade motivou o desenvolvimento deste trabalho, pois poderá ser aplicado na prática no equipamento analisado.

Para atingir os objetivos, propondo as adequações necessárias, foi indispensável buscar conhecimento sobre as diversas Normas aplicáveis, analisando cada item para que fosse possível realizar avaliação e classificação de cada um dos riscos encontrados no equipamento e no ambiente que o cerca.

A aplicação do conhecimento técnico adquirido em sala de aula e em atividades práticas foi crucial para que a análise das Normas pudesse ser aplicada a cada componente da máquina de forma simples, objetiva e de fácil entendimento.

Os objetivos foram atingidos com êxito, todos os pontos em não conformidade com a NR12 e demais Normas aplicáveis foram apresentados e evidenciados. Com a avaliação e a classificação tornou-se possível evidenciar, por meio de reavaliação dos riscos, que a proposta atende aos requisitos, baixando a estimativa quantitativa dos riscos para níveis aceitáveis em conformidade com a NR12 e demais Normas aplicáveis.

Este trabalho permitirá a John Deere buscar, por meio de seu planejamento estratégico, recursos para o desenvolvimento e execução das adequações e, por fim, obter junto a um especialista o laudo de adequação. Este trabalho normalmente é executado por empresas especialistas na área e, por consequência, com custos adicionais. Para suporte no planejamento dos recursos financeiros necessários para execução, foi incluída no anexo A uma estimativa de custo dos principais itens avaliados.

Com a necessidade de o processo de adequação da prensa hidráulica analisada PH18 ser contínuo, fica como sugestão de trabalho futuro o desenvolvimento prático das propostas atendendo aos requisitos da categoria de segurança necessária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRA, G. **Evolução da segurança do trabalho e da saúde ocupacional no Brasil**. Disponível em: <<http://www.processos.eng.br/Portugues/Artigos.htm>>. Acesso em: 4 abr. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023 (NB 66): **Informação e documentação**: referências de elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

_____. NBR 14153:2013: **Segurança de máquinas — Partes de sistemas de comando relacionados à segurança — Princípios gerais para projeto**. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 14009:1997: **Segurança de máquinas — Princípios para apreciação de riscos**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. ISO 14121-1:2007: **Safety of machinery — Risk assessment**. Genebra, 2007.

BITENCOURT, C.L.; QUELHAS O.L.G. **Históricos dos conceitos de segurança**. 1998. Disponível em: <<http://files.seguranca-turmaa.webnode.com.br/200000025-0064c015c1/Hist%C3%B3rico.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2014.

BOLTON, W. **Mecatrônica**: uma abordagem multidisciplinar. 4. ed. Porto Alegre - RS: Artmed, 2008.

BRASIL. **Decreto nº 5.063**, de 3 de maio de 2004. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas do Ministério do Trabalho e Emprego, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5063.htm>. Acesso em: 18 out. 2014.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora Nº 12**. 2010. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4295EFDF0142FC261E820E2C/NR-12%20\(atualizada%202013\)%20III%20-%20\(sem%2030%20meses\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A4295EFDF0142FC261E820E2C/NR-12%20(atualizada%202013)%20III%20-%20(sem%2030%20meses).pdf)>. Acesso em: 29 set. 2014.

CATÁLOGO SETON: Barrueri-SP. Disponível em: <<http://www.seton.com.br/placas-e-etiquetas.html>>. Acesso em: 12 set. 2014.

CHAGAS, Ana Maria de Resende; SALIM, Celso Amorim; SERVO, Luciana Mendes Santos. **Saúde e Segurança no trabalho no Brasil**: aspectos institucionais, sistemas de informação e indicadores. Brasília - DF: IPEA, 2011.

DRAGONE, José Fausto. **Proteções de máquinas, equipamentos, mecanismos e cadeado de segurança**. São Paulo: LTR, 2011.

MENDES, Felismina. Risco: um conceito do passado que colonizou o presente. **Revista Portuguesa de Saúde Pública**, Lisboa , v. 20, n. 2, jul./dez. 2002.

MORAES, Giovanni. **Normas regulamentadoras comentadas e ilustradas**. 8. ed. Rio de Janeiro: Livraria Virtual, 2014.

POLACK, Antonio Valenciano. **Manual prático de estampagem**. Hemus, 2004.

SCHNEIDER, Elmo Ebanês. **Instalações de dispositivos de segurança para máquinas operatrizes conforme a norma regulamentadora nº 12 com ênfase em dispositivos elétricos**. 2011. Monografia (Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí-RS, 2011.

STEEL, Chris. Risk Estimation Thechniques. **The Safety & Health Practitioner**. 1990.

SUPER ESCADAS. São Paulo: Super Escadas, 1986. Disponível em: <<http://www.superescadas.com.br/?detalhes&id=15>>. Acesso em: 17 set. 2014.

APENDICE A

Quadro 29 - Estimativa de custos para adequação

ESTIMATIVA DE CUSTOS DOS PRINCIPAIS TÓPICOS AVALIADOS			
Quant.	Descrição	VALORES	
		Unit.	Total
2	Bimanual + Pedestal	R\$ 981,68	R\$ 1.963,36
5	Botão de Emergência Metálico + Caixa Metálica	R\$ 150,00	R\$ 750,00
2	Sistema de Cortinas de Luz	R\$ 5.000,00	R\$ 10.000,00
2	Botão de Reset	R\$ 21,28	R\$ 42,56
2	Calço mecânico	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00
1	Monitoração de curso do martelo	R\$ 4.500,00	R\$ 4.500,00
1	Bloco hidráulico de segurança modelo: IH04ME32P7A1001-3X	R\$ 30.800,00	R\$ 30.800,00
1	Material Elétrico (painel elétrico e materiais para instalação)	R\$ 12.000,00	R\$ 12.000,00
1	CLP de segurança	R\$ 6.000,00	R\$ 6.000,00
1	Confecção e Instalação da Escada Tipo Marinheiro	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00
1	Adequações proteção da plataforma superior	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
2	Monitoração e Intertravamento de Portas	R\$ 500,00	R\$ 1.000,00
1	Proteções Físicas Fixas	R\$ 7.000,00	R\$ 7.000,00
1	Treinamento de manutenção	R\$ 500,00	R\$ 500,00
1	Treinamento operacional	R\$ 500,00	R\$ 500,00
1	Sinalização	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
1	Mão de para parte elétrica e mecânica	R\$ 25.000,00	R\$ 25.000,00
1	Mão-de-obra para instalação do bloco hidráulico	R\$ 6.400,00	R\$ 6.400,00
TOTAL =		R\$ 121.955,92	