



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

### **AVALIAÇÃO DE MÁQUINA DE DESCARNAR COUROS MODELO DC-33 PARA ADEQUAÇÃO À NR-12**

**FERNANDO ANTÔNIO PAPINI DE ARAUJO <sup>(1)</sup>; VALÉRIA JOBIM DURAND DE SOUZA <sup>(2)</sup>**

(1) PPGEC – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – fapapini@terra.com.br

(2) PPGEC – Universidade do Vale do Rio dos Sinos –vjds@terra.com.br

#### **RESUMO**

A segurança dos trabalhadores é fundamental para o bom desempenho das suas funções no ambiente de trabalho e no processo produtivo. Na cadeia produtiva do setor coureiro, a máquina hidráulica de descarnar couros tem um papel importante no início do processo e, por ser uma máquina bastante robusta e que exerce grandes esforços para desempenhar a sua função também oferece riscos bastante significativos para os operadores e para os técnicos que nela venham precisar a intervir. Com o objetivo de minimizar as probabilidades de acidentes durante a operação ou durante intervenções para a manutenção, fez-se uma análise de riscos, utilizando-se de metodologia quantitativa e qualitativa, para identificar os perigos e propor melhorias que proporcionem menores probabilidades de acidentes, visando a atender à norma regulamentadora NR-12 e dessa forma garantir a segurança e a integridade dos trabalhadores.

**Palavras-chave:** Segurança. Análise de riscos. Perigos. Acidentes.

#### **FLASHING MACHINE VALUATION OF LEATHER MODEL DC -33 TO FIT TO NR -12**

#### **ABSTRACT**

The safety of workers is fundamental to the performance of their duties in the workplace and in the productive process. In the production of leather industry , hydraulic flashing machine leather has an important role early in the process and , being a very robust machine and exerts great efforts to fulfill its function also offers very significant risks for operators and technical that it may need to intervene . In order to minimize the likelihood of accidents during operation or during interventions for maintenance, there was a risk analysis, using qualitative and quantitative methodology to identify hazards and propose improvements that provide less likely to accidents, in order to attend the regulatory standard NR -12, thus ensuring the safety and health of workers.

**Key-words:** Safety.Risk analysis. Hazards. Accidents.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

### 1. INTRODUÇÃO

Este artigo tem como tema segurança na operação de descarte de couros e objetiva avaliar as condições de segurança da máquina de descarnar em conformidade com a Norma Regulamentadora (NR) 12.

O Brasil possui o maior rebanho comercial bovino do mundo, com cerca de 212.8 milhões de bovinos. IBGE<sup>(6)</sup>. A criação de gado é para a produção da carne, que é uma fonte de proteínas para o consumo humano. Por sua vez a pele retirada do animal após o abate, seria um resíduo, um subproduto desse processo e, se a mesma não fosse industrializada, ficaria exposta no ambiente para a decomposição, gerando desta forma um passivo ambiental de grandes proporções, já que mesmo em natura, a pele é de demorada decomposição.

A indústria coureira utiliza essas peles, transformando-as em couros para as mais variadas utilizações, como por exemplo, para a produção de calçados, para a indústria do vestuário, indústria moveleira, indústria automotiva, indústria de aviação, etc. O couro constitui a pele do animal preservado da putrefação por processos denominados de curtimento, e que a tornam flexível e macia. Hoinacki <sup>(5)</sup>.

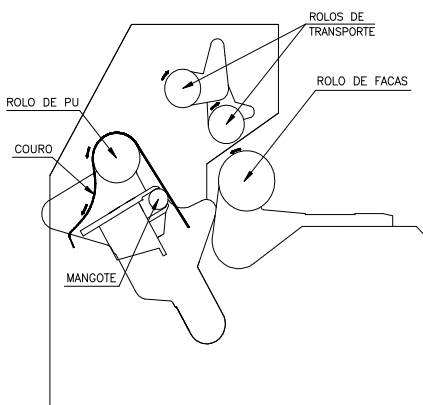
A operação de descarte da pele é a remoção mecânica de materiais, carne e gordura, aderidos a pele, como resultado da esfolação, que é a retirada da pele do animal após o seu abate. O funcionamento da máquina consiste basicamente de colocar a pele com o lado do pelo sobre um rolo revestido de borracha ou poliuretano, chamado rolo de apoio, que está montado sobre dois braços de articulação; com a pele posicionada, mediante o comando dos operadores, o mecanismo faz o fechamento destes braços, posicionando o rolo de apoio contra os dois rolos de transporte. Quando totalmente fechado o sistema do rolo de apoio e dos rolos de transporte é acionado simultaneamente fazendo com que a parte pele que está dentro da máquina seja transportada para fora, desta maneira, a mesma é forçada a passar entre a mesa com um mangote de borracha e um rolo de navalhas helicoidais que giram em sentido contrário ao deslocamento do couro, removendo assim os resíduos de carne e



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

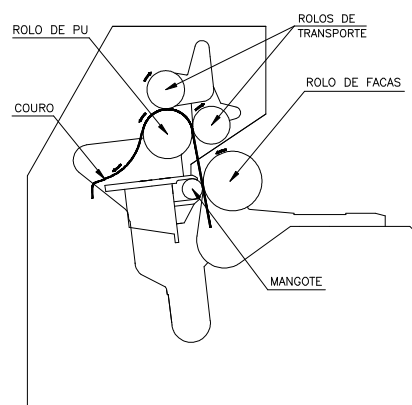
gordura, existente no mesmo (descarne), deixando-o limpo e pronto para os processos posteriores de produção. Para uma melhor compreensão, pode-se verificar pelas figuras 01 e 02, detalhes do transporte, do mangote de borracha e do rolo de navalhas ou facas. Hoinacki <sup>(5)</sup>.

Figura 1 – Máquina aberta



Fonte: MANUAL <sup>(7)</sup>.

Figura 2 – Máquina fechada



Fonte: MANUAL <sup>(7)</sup>.

Em dezembro de 2010, foi apresentada pelo Ministério do Trabalho e Emprego a revisão da NR 12, por meio da Portaria nº 197/2010. Brasil<sup>(4)</sup>. Esta 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, 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. Em face desta nova regulamentação, faz-se necessária a elaboração de um (estudo) Laudo Técnico, que através de uma Análise de Risco identifica os riscos existentes na máquina, podendo assim se estabelecer soluções para eliminar os mesmos.

## 2. METODOLOGIA

Para a elaboração deste estudo de adequação da máquina de descarnar couro hidráulica modelo DC 33, foi utilizada como referencia a norma NBR 12100 ABNT<sup>(3)</sup> para apreciação de riscos.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Para a seleção e identificação da categoria dos sistemas de comando da máquina de descarnar couros foi utilizada a norma NBR 14.153 ABNT <sup>(1)</sup> anexo B da norma. Esta norma especifica os requisitos de segurança e estabelece um guia sobre os princípios para o projeto de partes de sistemas de comando relacionados à segurança. Para essas partes, especifica categorias e descreve as características de suas funções de segurança; estabelece os conceitos relacionados às categorias de comando (Categorias B,1,2,3 e 4). ABNT <sup>(1)</sup>.

Desta maneira, a categoria B é a categoria básica, onde a ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança. Na categoria 1, as exigências da categoria B aplicadas em conjunto com a utilização de componentes de segurança bem experimentados, mas com maior confiabilidade relacionados com a segurança da função de segurança. ABNT <sup>(1)</sup>.

Na categoria 2, além de atender as exigências da categoria B e o uso de princípios de segurança, as funções de segurança devem ser verificadas na partida da máquina e periodicamente pelo sistema de controle, a ocorrência de uma falha pode levar à perda da função de segurança entre os intervalos de controle. Se uma falha é detectada, uma situação de segurança deve ser iniciada, ou se isso não for possível, uma advertência deve ser dada. ABNT <sup>(1)</sup>.

Para a categoria 3 o sistema deve ser projetado de modo que uma única falha em qualquer de seus componentes não levem a perda da função de segurança. Quando a única falha ocorrer, a função de segurança é sempre executada. Algumas, mas não todas as falhas serão detectadas. Um acúmulo de falhas não detectadas pode levar à perda da função de segurança. ABNT <sup>(2)</sup>.

Na categoria 4, as exigências da categoria B e o uso de princípios de segurança bem testados se aplicam. O sistema deve ser projetado de modo que uma única falha em qualquer um de seus componentes não leve a perda da função de segurança e sempre que possível uma falha é detectada; se essa detecção não é possível, então um acúmulo de falhas não devem conduzir a uma perda da função de segurança. Quando



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

os erros ocorrem, a função de segurança é sempre executada e as falhas serão detectadas a tempo de evitar a perda de funções de segurança. ABNT <sup>(2)</sup>.

A seleção da categoria para dimensionamento dos dispositivos de segurança e sistemas de comando tem ponto de partida na estimativa a severidade do ferimento: S1 - Ferimento leve (normalmente reversível) e S2 - Ferimento sério (normalmente irreversível) incluindo morte; frequência e/ou tempo de exposição ao perigo: F1 - Raro a relativamente frequente e/ou baixo tempo de exposição e F2 - Frequente a contínuo e/ou tempo de exposição longo; possibilidade de evitar o perigo: P1 - Possível sob condições específicas e P2 - Quase nunca possível. ABNT <sup>(2)</sup>.

A definição da categoria de risco da máquina é determinada com o cruzamento das informações conforme quadro 1.

Quadro 1 – Definição de categoria de risco da máquina

Definição					Categoria				
					B	1	2	3	4
a)	Severidade S1					•			
	Severidade S2	b)	Frequência/exposição F1	c)	Poss. evitar P1		•		
					Poss. evitar P2			•	
	Frequência/exposição F2	c)	Poss. evitar P1			•			
Poss. evitar P2						•			

Fonte: ABNT <sup>(2)</sup>.

A análise realizada nas máquinas prevê os riscos existentes na operação normal da máquina e que a mesma encontra-se instalada conforme previsto pelo fabricante, bem como que os operadores estejam capacitados.

Como metodologia foi utilizada a HRN (Hazard Rating Number) para realizar a análise de risco, que é uma estimativa quantitativa de risco, sendo determinada pela avaliação dos aspectos operacionais, elétricos, mecânicos e pela influência dos fatores do ambiente fabril ao qual o objeto do risco esta sendo avaliado, portanto as práticas de engenharia deverão ser completadas pelo profundo conhecimento técnico de máquinas e dispositivos, após minuciosa análise de campo poderá ser determinado



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

grau de risco de cada ponto através da multiplicação de valores numéricos atribuídos a fases descritivas. UTILIDADES...<sup>(8)</sup>.

Juntamente com esta metodologia estabelecido por norma, também é usado como ferramenta para quantificação e graduação dos riscos, o método HRN, ou seja, Número de Avaliação de Perigos. Este método é usado para classificar um risco de raro a extremo, dando ao risco uma nota baseada em diversos fatores e parâmetros. Usado e reconhecido mundialmente, o HRN é muito frequentemente usado na análise de riscos de máquinas e pode ser adaptado a qualquer avaliação de análise de risco. Os parâmetros utilizados por este método são: a probabilidade de exposição à situação perigosa (LO); a frequência de exposição ao risco (FE); probabilidade máxima de perda (MLP), número de pessoas exposta ao risco (NP).

Para cada item mencionado acima é estabelecido um número que representa a variável de cálculo usada para encontrar o HRN do risco ou item avaliado. A fórmula aplicada para encontrar o nível de risco quantificado é a seguinte:

$$HRN = LO \times FE \times DPH \times NP \quad (A)$$

Os parâmetros mencionados, assim como as variáveis que cada um representa, estão apresentados conforme pode ser visualizado nos quadros 2 a 5.

Quadro 2 – Probabilidade de Ocorrência (LO)

0,033	Quase impossível	<i>Pode ocorrer em circunstâncias extremas</i>
1	Altamente improvável	<i>Mas pode ocorrer</i>
1,5	Improvável	<i>Embora concebível</i>
2	Possível	<i>Mas não usual</i>
5	Alguma chance	<i>Pode acontecer</i>
8	Provável	<i>Sem surpresas</i>
10	Muito provável	<i>Esperado</i>
15	Certeza	<i>Sem dúvida</i>

Fonte: UTILIDADES...<sup>(8)</sup>.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Quadro 3 – Frequencia da Exposição (FE)

0,5	Anualmente
1	Mensalmente
1,5	Semanalmente
2,5	Diariamente
4	Em termo de horas
5	Constantemente

Fonte: UTILIDADES...<sup>(8)</sup>.

Quadro 4 – Grau da Possível Lesão (DPH)

0,1	Arranhão / 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

Fonte: UTILIDADES...<sup>(8)</sup>.

Quadro 5 – Número de pessoas expostas ao perigo (NP)

1	1 a 2 pessoas
2	3 a 7 pessoas
4	8 a 15 pessoas
8	16 a 50 pessoas
12	Mais do que 50 pessoas

Fonte: UTILIDADES...<sup>(8)</sup>.

De acordo com o índice de risco quantificado é indicado adotar as ações indicadas no quadro 06.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Quadro 6 – Grau de risco calculado

<b>Análise do risco</b> (nível de risco quantificado)	
<b>HRN</b>	
0 a 1	<b>Risco raro</b> – Oferece um nível de risco muito pequeno.
1 a 5	<b>Risco baixo</b> – Oferece um nível de risco a ser avaliado.
5 a 50	<b>Risco baixo, porém significativo</b> – Oferece possíveis riscos que necessitam de medidas de segurança.
50a 100	<b>Risco significativo</b> – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança.
100 a 500	<b>Risco alto</b> – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente.
> 500	<b>Risco extremo</b> – Inaceitável manter a operação do equipamento na situação em que se encontra.

Fonte: UTILIDADES...<sup>(8)</sup>.

As ações devem ser tomadas priorizando os maiores riscos encontrados, os riscos classificados até “baixo” podem ser controlados através de procedimentos, riscos classificados de “significante” até “inaceitável” devem obrigatoriamente receber proteções ou equipamentos de segurança observando a categoria necessária para buscar valores de HRN próximos a zero. Utilidades...<sup>(8)</sup>.

Mediante esta metodologia, baseada em normas e reconhecida no mundo, é que podemos chegar a um consenso lógico e eficaz quanto ao grau de risco abordado.

### 3. ANÁLISE DE RISCOS DA MÁQUINA DE DESCARNAR DC 33

Foram identificados os perigos e quantificados os riscos antes e depois da adoção das soluções propostas. O conteúdo será exposto a partir de cada perigo identificado.

#### 3.1. Perigo 1

O Perigo 1 identificado foi esmagamento de membros superiores; em condição de operação, e esmagamento do tronco e membros inferiores em caso de manutenção ou limpeza. O local da máquina é a região de posicionamento do couro na área de fechamento do rolo revestido em poliuretano ou borracha e dos rolos de transporte; abertura entre a mesa e parte inferior da máquina.





## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

O quadro 7 quantifica o risco e define a categoria do sistema de segurança para o perigo apontado.

Quadro 7 – Quantificação perigo 1

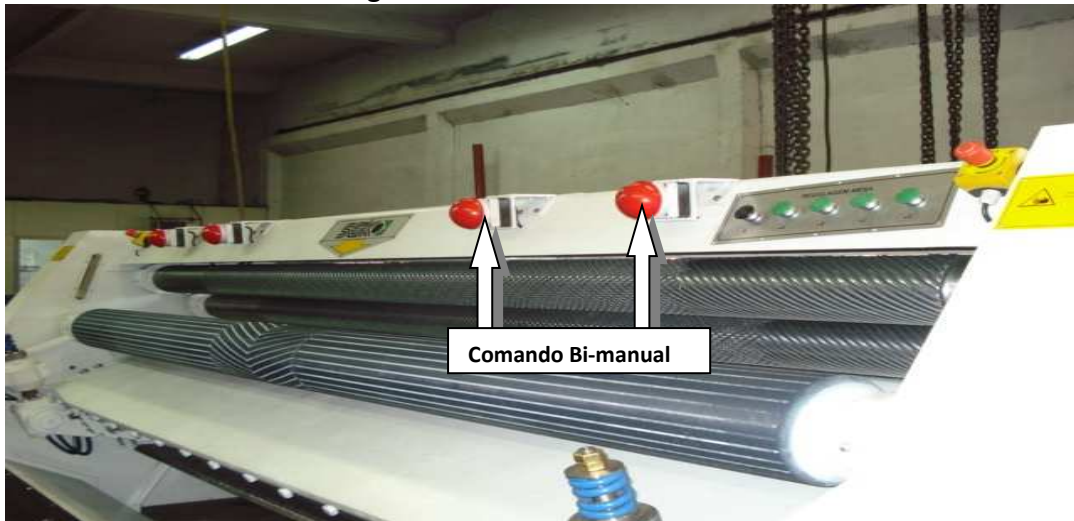
Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)			
Probabilidade de Ocorrência (LO)		8	Possível
Frequência da Exposição (FE)		5	Constantemente
Grau da Possível Lesão (DPH)		15	Fatalidade
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)		1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>600</b>	<b>Risco Extremo</b> – Inaceitável manter a operação do equipamento na situação em que se encontra.	
Definição da categoria do sistema de segurança para o perigo apontado (NBR 14153)			
Severidade do dano	Frequência	Possibilidade de evitar	<b>Categoria</b>
S2	F2	P2	<b>4</b>
Princípios e componentes de segurança devem ser implantados de acordo com as normas relevantes para resistir às influências esperadas e devem ser verificados em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina, de tal forma que um defeito isolado não leve à perda da função de segurança, e sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.			

Fonte: elaborado pelo autor.

A solução proposta é a colocação de comando bimanual do tipo IIIC, monitorados por relé de segurança, segundo NBR 14152 ABNT <sup>(1)</sup>, formado por 04 botões dispostos dois a dois de cada lado da máquina, sendo que a distância entre os pares de botões é tal que obriga a utilização das duas mãos de cada operador. Também a instalação de cortina de luz infravermelha tipo emissor/receptor que interrompe o fluxo de óleo da máquina e corta o sinal elétrico do solenóide das válvulas de comando do cilindro cremalheira que faz o fechamento dos rolos de transporte. Esta cortina de luz é formada por uma barreira de 150 mm de altura com resolução de 30 mm de distância entre os feixes. Possui controlador embutido na barreira receptora, saída floating de dois feixes, alimentação a 24 VCC e duas saídas a relé de segurança. A barreira é classe de segurança categoria 4 e atende a norma EN954-1. A barreira comanda dois contactores de segurança que realizam os bloqueios dos comandos do abre-fecha. Na figura 3 pode ser visualizado o comando bi-manual.



Figura 3 – Comando Bi-manual



Fonte: registrado pelo autor.

Para o início do movimento de fechamento da máquina, os 4 botões do comando bi-manual devem ser acionados simultaneamente (defasagem máxima de 0,5 s), e mantidos acionados durante todo o movimento de fechamento da máquina (ação continuada). Para que o fechamento seja completado, estes botões devem permanecer pressionados até que a máquina esteja completamente fechada e tenha iniciado o movimento dos rolos de transporte. Somente então os operadores poderão tirar as mãos dos botões e a máquina permanecerá fechada com o transporte em movimento para fora. Se durante o movimento de fechamento qualquer uma das quatro mãos for retirada dos botões, a máquina abrirá imediatamente.

A máquina aberta, com o couro já posicionado, se qualquer membro do corpo ou objeto estranho estiver interrompendo a cortina de luz, não será permitido o fechamento da máquina até que a cortina seja liberada. Se depois de iniciado o movimento de fechamento qualquer membro do corpo ou objeto estranho interromper a cortina de luz, a máquina abrirá imediatamente. Depois que a máquina estiver completamente fechada e iniciar o movimento dos rolos, a barreira perde sua função de abrir a máquina. Toda vez que a barreira estiver sendo interrompida, acenderá indicador luminoso no painel de comando: “cortina de luz bloqueada”.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

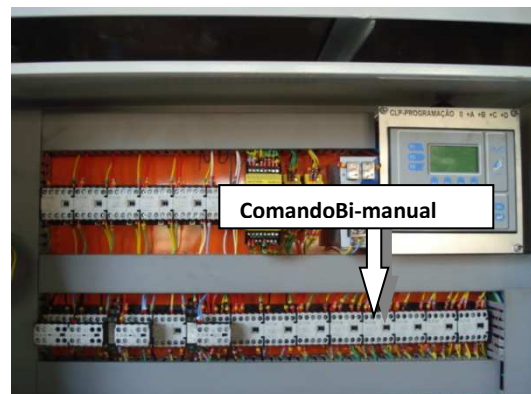
Existem duas maneiras de abrir a máquina: acionando o pedal que fica próximo dos pés do operador do lado direito da máquina ou acionando simultaneamente dois botões do comando bi-manual (ou os dois botões do lado direito da máquina, ou os dois do lado esquerdo). As figuras 4, 5, 6 e 7 mostram o sistema descrito acima.

Figura 4 – Comando bi-manual



Fonte: registrado pelo autor.

Figura 5 – Contadores e Temporizador



Fonte: registrado pelo autor.

Figura 6 – Cortina de Luz



Fonte: registrado pelo autor.

Figura 7 – CLP de segurança



Fonte: registrado pelo autor.

Após a implementação das medidas propostas o grau de risco de 600 diminuiu para 20 conforme pode ser visualizado no quadro 8.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Quadro 8 – Determinação do HRN após a adoção das medidas de proteção

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	1	Altamente improvável
Frequência da Exposição (FE)	5	Constantemente
Grau da Possível Lesão (DPH)	4	Perda de 1 ou 2 dedos das mãos
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>20</b>	<b>Risco baixo, porém significativo</b> – Oferece possível risco que necessita de medidas de segurança.

Fonte: elaborado pelo autor.

### 3.2. Perigo 2

O perigo 2 identificado foi esmagamento, cortes e lesões de membros superiores. Atendimento às emergências. O local da máquina é a região de operação, do posicionamento do couro na área de trabalho.

O quadro 9 quantifica o risco e define a categoria do sistema de segurança para o perigo apontado.

Quadro 9 – Quantificação Perigo 2

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)			
Probabilidade de Ocorrência (LO)	10	Muito provável	
Frequência da Exposição (FE)	5	Constantemente	
Grau da Possível Lesão (DPH)	8	Amputação perna/mão	
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas	
<b>HRN</b>	<b>400</b>	<b>Risco Alto</b> – Oferece possível risco que necessita de medidas de segurança.	
Definição da categoria do sistema de segurança para o perigo apontado (NBR 14153)			
Severidade do dano	Frequência	Possibilidade de evitar	<b>Categoria</b>
S2	F2	P2	<b>4</b>
Princípios e componentes de segurança devem ser implantados de acordo com as normas relevantes para resistir às influências esperadas e devem ser verificados em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina, de tal forma que um defeito isolado não leve à perda da função de segurança, e sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.			

Fonte: elaborado pelo autor.

A solução proposta é a instalação de botões de parada de emergência de fácil acesso aos operadores (na travessa frontal superior da máquina) conforme itens 12.56 à 12.60.1 da NR-12. Estes botões de emergência são do tipo soco com trava,



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

monitorados por relé de segurança. Se acionado qualquer um dos botões, todos os acionamentos são desligados: parada do transporte, abertura da máquina e parada do cilindro de navalhas. Para liberar a máquina, deve ser verificado e solucionado o que causou o acionamento, conforme item 12.40 da NR-12. Depois disso deve ser destravado o botão que havia sido acionado e feito o desbloqueio no botão frontal no painel de comando, desta forma a máquina estará liberada para ser utilizada novamente. A figura 8 mostra um dos botões de segurança e na figura 9 o relé de segurança de monitoramento.

Figura 8 – Botão de emergência



Fonte: registrado pelo autor.

Figura 9 – Relé de segurança



Fonte: registrado pelo autor.

Quando um dos botões de parada for acionado acenderá um sinal luminoso no painel indicando que só irá desligar após o desbloqueio do botão acionado.

Após a implementação das medidas propostas o grau de risco de 400 diminuiu para 40 conforme pode ser visualizado no quadro 10

Quadro 10 – Determinação do HRN após a adoção das medidas de proteção

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	1	Altamente improvável
Frequência da Exposição (FE)	5	Constantemente
Grau da Possível Lesão (DPH)	8	Perda de 1 ou 2 dedos das mãos
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>40</b>	<b>Risco baixo, porém significativo</b> – Oferece possível risco que necessita de medidas de segurança.

Fonte: elaborado pelo autor.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

O perigo 3 identificado é esmagamento, cortes e lesões de membros superiores. O local é o sistema mecânico e hidráulico de comando de fechamento e abertura da máquina

O quadro 11 quantifica o risco e define a categoria do sistema de segurança para o perigo apontado.

Quadro 11 - Quantificação Perigo 3

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)			
Probabilidade de Ocorrência (LO)		8	Possível
Frequência da Exposição (FE)		5	Constantemente
Grau da Possível Lesão (DPH)		15	Fatalidade
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)		1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>600</b>	<b>Risco Extremo</b> – Inaceitável manter a operação do equipamento na situação em que se encontra.	
Definição da categoria do sistema de segurança para o perigo apontado (NBR 14153)			
Severidade do dano	Frequência	Possibilidade de evitar	<b>Categoria</b>
S2	F2	P2	<b>4</b>
Princípios e componentes de segurança devem ser implantados de acordo com as normas relevantes para resistir às influências esperadas e devem ser verificados em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina, de tal forma que um defeito isolado não leve à perda da função de segurança, e sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.			

Fonte: elaborado pelo autor.

A solução proposta é a instalação no bloco hidráulico de válvulas de segurança monitoradas por CLP de segurança. São duas válvulas de mesma função para garantir a redundância do sistema. Estas válvulas possuem sensores de posição do carretel interno. Toda vez que ocorre o deslocamento do carretel, seja por comando elétrico, ou retorno por mola, os sensores da válvula enviam um sinal para o CLP de segurança, informando que ocorreu a comutação da válvula. Quando acionado o comando de acionamento das válvulas se o CLP não receber o sinal do deslocamento do carretel de pelo menos uma delas, o CLP entra em modo de segurança, desligando o motor do rolo de navalhas, do afiador, do motor da bomba hidráulica e acionando a abertura da máquina. No modo de segurança as duas válvulas de segurança comandam a abertura da máquina, como existe redundância, qualquer uma das duas, sozinha já garante a abertura da máquina.





## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Para ocorrer o fechamento da máquina é necessário acionar a válvula de comando e mais as duas válvulas de segurança. Caso haja acionamento involuntário da válvula de comando, ou sobre pressão do sistema, as válvulas de segurança irão garantir que a máquina não feche.

Caso a máquina entre em modo de segurança em função das válvulas monitoradas, acenderá a sinaleira “válvula Segurança bloqueada”. Para voltar a utilizar a máquina deverá ser verificado o motivo da entrada em modo de segurança e feito o desbloqueio no botão frontal na tampa do quadro de comando. A figura 10 mostra as válvulas de segurança monitoradas e a figura 11 mostra o CLP de monitoramento das mesmas.

Figura 10 – Válvulas de segurança



Fonte: registrado pelo autor.

Figura 11 – CLP de segurança



Fonte: registrado pelo autor.

Após a implementação das medidas propostas o grau de risco de 600 diminuiu para 40 conforme pode ser visualizado no quadro 12.

Quadro 12 - Determinação do HRN após a adoção das medidas de proteção

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	1	Altamente improvável
Frequência da Exposição (FE)	5	Constantemente
Grau da Possível Lesão (DPH)	8	Perda de 1 ou 2 dedos das mãos
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>40</b>	<b>Risco baixo, porém significativo</b> – Oferece possível risco que necessita de medidas de segurança.

Fonte: elaborado pelo autor.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

O perigo 4 identificado é esmagamento e corte de membros superiores na afiação do rolo de navalhas ou substituição da pedra do afiador e o local na máquina é o sistema de vai e vem do carro de afiação sobre o barramento próximo ao rolo de navalhas na parte de trás da máquina.

O quadro 13 quantifica o risco e define a categoria do sistema de segurança para o perigo apontado.

Quadro 13 - Quantificação perigo 4

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)			
Probabilidade de Ocorrência (LO)	10	Muito provável	
Frequência da Exposição (FE)	2,5	Constantemente	
Grau da Possível Lesão (DPH)	4	Perda 1 ou 2 dedos das mãos/dedos dos pés	
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas	
<b>HRN</b>	<b>100</b>	<b>Risco Alto</b> – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente	
Definição da categoria do sistema de segurança para o perigo apontado (NBR 14153)			
Severidade do dano	Frequência	Possibilidade de evitar	<b>Categoria</b>
S2	F2	P2	<b>4</b>
Princípios e componentes de segurança devem ser implantados de acordo com as normas relevantes para resistir às influências esperadas e devem ser verificados em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina, de tal forma que um defeito isolado não leve à perda da função de segurança, e sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.			

Fonte: elaborado pelo autor.

A solução proposta é restringir o acesso ao local através da colocação de uma proteção fixa com 1,5 m de altura com uma porta intertravada com monitoramento de presença e da instalação na parte interna de uma cortina de luz infravermelho do tipo emissor/receptor. Esta cortina é formada por uma barreira de 300 mm de largura com resolução de 30 mm de distância entre os feixes, instalada no plano horizontal a uma altura de 40 mm para evitar a presença de pessoas nessa área da máquina, evitando a formação de área cinza. Possui controlador embutido na barreira receptora, saída floating de dois feixes, alimentação a 24 VCC e duas saídas a relé de segurança. A barreira é classe de segurança categoria 4 e atende a norma EN954-1. A barreira comanda dois contadores de segurança que realizam os bloqueios dos comandos do motor do sistema de afiação. O sistema de avanço automático do carro da pedra





## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

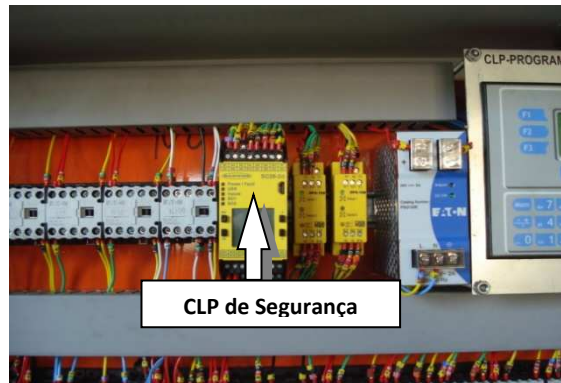
afiadora faz com que o operador necessite acessar o local apenas quando for substituir a pedra ou fazer alguma manutenção. Caso seja aberta a porta da proteção, o sensor magnético monitorado por CLP de segurança e a cortina de luz seja interrompida, desligam a bomba, o cilindro de navalhas e o afiador. Neste momento irá ligar a sinaleira do estado de segurança correspondente ao “sensor magnético aberto” e cortina de luz acionada. Para religar a máquina a porta deve ser fechada, reposicionando o sensor no local correto, e feito o desbloqueio do sensor no botão na parte de trás da máquina, acima do quadro de comando e no botão de desbloqueio no painel de comando. A figura 12 – Proteção com sensor monitorado e área monitorada pela barreira de luz, na figura 13 – o CLP de segurança da porta da proteção e da barreira de luz .

Figura 12 –  
Proteção com sensor monitorado



Fonte: registrado pelo autor.

Figura 13 - CLP de segurança



Fonte: registrado pelo autor.

Após a implementação das medidas propostas o grau de risco de 100 diminuiu para 2,5 conforme pode ser visualizado no quadro 14.

Quadro 14 - Determinação do HRN após a adoção das medidas de proteção

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	1	Altamente improvável
Frequência da Exposição (FE)	2,5	Diariamente
Grau da Possível Lesão (DPH)	1	Fratura leve de ossos dedos das mãos
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>2,5</b>	<b>Risco baixo – Oferece um nível de risco a ser avaliado.</b>

Fonte: elaborado pelo autor.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

O perigo 5 identificado é o esmagamento de membros superiores e o local da máquina é o desacoplamento e acoplamento do rolo de navalhas para remoção do rolo quando da necessidade de substituição das mesmas.

O quadro 15 quantifica o risco e define a categoria do sistema de segurança para o perigo apontado.

Quadro 15 - Quantificação perigo 5

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)			
Probabilidade de Ocorrência (LO)		10	Muito provável
Frequência da Exposição (FE)		1	Mensalmente
Grau da Possível Lesão (DPH)		8	Amputação perna/mão
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)		1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>100</b>	<b>Risco Alto</b> – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente	
Definição da categoria do sistema de segurança para o perigo apontado (NBR 14153)			
Severidade do dano	Frequência	Possibilidade de evitar	<b>Categoria</b>
S2	F2	P2	<b>4</b>
Princípios e componentes de segurança devem ser implantados de acordo com as normas relevantes para resistir às influências esperadas e devem ser verificados em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina, de tal forma que um defeito isolado não leve à perda da função de segurança, e sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.			

Fonte: elaborado pelo autor.

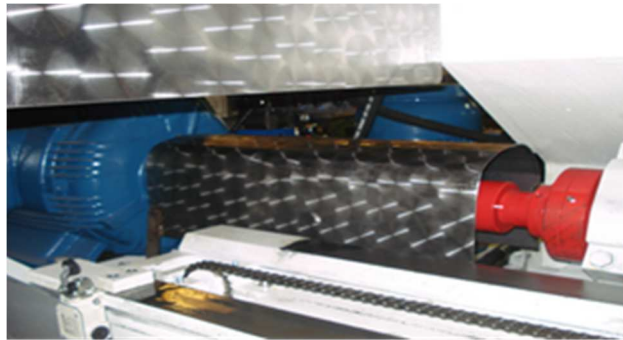
A solução proposta é a colocação de proteção fixa em volta do acoplamento impedindo o acesso, além das proteções fixas que impedem o acesso ao interior da máquina.

Esse procedimento somente poderá ser executado por técnico capacitado e treinado, com a chave geral do quadro de força na posição desligada (Off) e com um cadeado de segurança impedindo que seja ligada, com a chave do mesmo com o responsável pela intervenção. A figura 14 mostra a proteção fixa que impede o acesso ao acoplamento do rolo de navalhas.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Figura 14 - Proteção fixa acoplamento



Fonte: registrado pelo autor.

Após a implementação das medidas propostas o grau de risco de 100 diminuiu para 2,5 conforme pode ser visualizado no quadro 16.

Quadro 16 - Determinação do HRN após a adoção das medidas de proteção

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	2	Altamente improvável
Frequência da Exposição (FE)	1	Mensalmente
Grau da Possível Lesão (DPH)	4	Perda de 1 ou 2 dedos das mãos
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>2,5</b>	<b>Risco baixo</b> – Oferece um nível de risco a ser avaliado.

Fonte: elaborado pelo autor.

O perigo 6 identificado é de choque elétrico e o local da máquina é o quadro de comando e os motores elétricos.

O quadro 17 quantifica o risco e define a categoria do sistema de segurança para o perigo apontado.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Quadro 17 - Quantificação perigo 6

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)			
Probabilidade de Ocorrência (LO)		10	Muito provável
Frequência da Exposição (FE)		1,5	Semanalmente
Grau da Possível Lesão (DPH)		15	Fatalidade
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)		1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>225</b>	<b>Risco Alto</b> – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente	
Definição da categoria do sistema de segurança para o perigo apontado (NBR 14153)			
Severidade do dano	Frequência	Possibilidade de evitar	<b>Categoria</b>
S2	F2	P2	<b>4</b>
Princípios e componentes de segurança devem ser implantados de acordo com as normas relevantes para resistir às influências esperadas e devem ser verificados em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina, de tal forma que um defeito isolado não leve à perda da função de segurança, e sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.			

Fonte: elaborado pelo autor.

A solução proposta é a utilização de aterramento apropriado para os motores elétricos e chave disjuntora com travamento por cadeado.

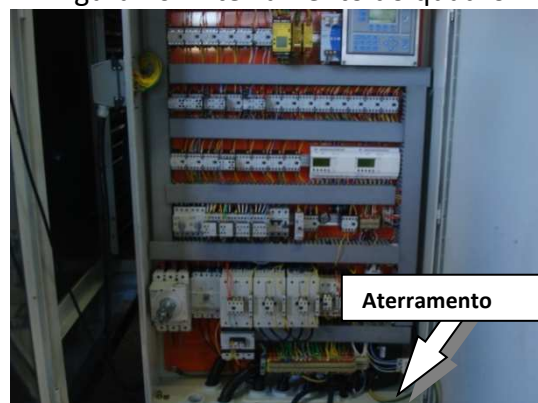
O quadro é energizado através de uma chave disjuntora com bloqueio na porta do quadro de comando. Quando a porta do quadro for aberta para qualquer tipo de manutenção, o mesmo é completamente desenergizado. Assim como, para realizar qualquer tipo de manutenção elétrica, mecânica ou hidráulica em qualquer parte da máquina onde não possa haver qualquer tipo de acionamento, esta chave deve ser desligada e travada com um cadeado, impossibilitando a energização da máquina. A figura 15 mostra a chave com bloqueio por cadeado e na figura 16 o aterramento do quadro elétrico da máquina.

Figura 15 - Chave com bloqueio



Fonte: registrado pelo autor.

Figura 16 - Aterramento do quadro



Fonte: registrado pelo autor.



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

Após a implementação das medidas propostas o grau de risco de 225 diminuiu para 12 conforme pode ser visualizado no quadro 18.

Quadro 18 - Determinação do HRN após a adoção das medidas de proteção

Análise do risco HRN (Hazard Rating Number)		
Probabilidade de Ocorrência (LO)	1	Altamente improvável
Frequência da Exposição (FE)	1,5	Semanalmente
Grau da Possível Lesão (DPH)	8	Amputação de perna/mão, perda parcial da audição ou visão
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
<b>HRN</b>	<b>12</b>	<b>Risco baixo, porém significativo</b> – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança.

Fonte: elaborado pelo autor.

Na elaboração deste trabalho fica evidenciada que a utilização de uma metodologia qualitativa para a avaliação de riscos nos permite quantificar os riscos antes e depois da adoção de medidas de segurança através da atribuição de valores que demonstram os graus dos riscos analisados.

#### 4. CONCLUSÃO

Analisando a avaliação da máquina pode-se concluir que quase todos os perigos identificados enquadram-se no grau de risco de categoria 4. Trata-se, portanto, de uma máquina que oferece inúmeros riscos que podem levar a danos irreversíveis, inclusive à fatalidade. No entanto, para cada perigo identificado foi proposto uma solução. Estas soluções são constituídas de proteções fixas e dispositivos eletrônicos de monitoramento, descritos neste laudo. As proteções fixas não podem ser retiradas da máquina, salvo intervenções de manutenção por técnicos treinados e capacitados, com posterior recolocação das mesmas. Os dispositivos de monitoramento eletrônico não podem ser burlados, desativados ou retirados da máquina. As informações apresentadas devem ser rigorosamente respeitadas e para as atividades de manutenção, ou intervenção de qualquer natureza, o procedimento de bloqueio deve ser utilizado. Somente o projeto de segurança da máquina não garante por si só a segurança da operação e manutenção. É importante a implantação de um sistema de



## Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho

gestão de segurança composto por procedimentos, treinamento e monitoramento das ações determinadas.

### 5. REFERÊNCIAS

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT 14.152**: Segurança de máquinas – Dispositivos de Comando Bi manuais – Aspectos funcionais e princípios para projetos. Rio de Janeiro, 1998b.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 14.153**: Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Princípios gerais para projeto. . Rio de Janeiro, 1998a.
- (3) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR ISO 12100**: Segurança de máquinas – princípios gerais de projeto – apreciação e redução de riscos. Rio de Janeiro, 2013.
- (4) BRASIL. Ministério Trabalho Emprego. **NR 12**: Segurança no Trabalho em máquinas e equipamentos. Brasília, DF, 2010. Disponível em <<http://portal.mte.gov.br/index.php/seguranca-e-saude-no-trabalho/2015-09-14-19-18-40/2015-09-14-19-23-50/2015-09-29-20-46-50>>. Acesso em: 15 ago. 2015.
- (5) HOINACKI, Eugênio. **Pele e Couros**: origens, defeitos, industrialização. Porto Alegre: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 1989.
- (6) IBGE. Centro de Documentação e Disseminação de Informações. **Brasil em números**. Rio de Janeiro, 2013. v. 21. Disponível em:<[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2/bn\\_2013\\_v21.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2/bn_2013_v21.pdf)> Acesso em: 15 ago.2015.
- (7) MANUAL Máquina de Descarnar Couros Hidráulica DC-33. **Máquinas Seiko Ltda**. Novo Hamburgo, 2014. [documento impresso].
- (8) UTILIDADES Engenharia e Consultora. **Metodologia HRN**- avaliação de riscos. 2010. [S.]. Disponível em: < <http://www.utilidades.eng.br/media/6958/Metodologia-HRN-avalia%C3%A7%C3%A3o-de-riscos.pdf> >. Acesso em: 03 ago. 2015.