

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO**

THIAGO MAGIER KUSMA

**ANÁLISE DOS RISCOS E DOS CUSTOS ENVOLVIDOS NA ADEQUAÇÃO À
NR-12 DE UMA SERRA CNC**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2017

THIAGO MAGIER KUSMA

ANÁLISE DE RISCOS E DE CUSTOS NA ADEQUAÇÃO À NR-12 DE SERRA CNC

Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR.

Orientador: Prof. Dr. Adalberto Matoski

CURITIBA
2017

THIAGO MAGIER KUSMA

**ANÁLISE DOS RISCOS E DOS CUSTOS ENVOLVIDOS NA
ADEQUAÇÃO À NR-12 DE UMA SERRA CNC**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela comissão formada pelos professores:

Banca:

Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. Dr. Adalberto Matoski (orientador)

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Prof. M.Eng. Massayuki Mário Hara

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR – Câmpus Curitiba.

Curitiba

2017

“O termo de aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso”

RESUMO

KUSMA, Thiago M. **Análise de Riscos e de Custos na Adequação à NR-12 de Serra CNC.**2017. 39 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

A Norma Regulamentadora número doze passou por uma grande revisão em sua redação em 2010, gerando dúvidas na sua aplicação e uma grande preocupação com os custos financeiros para adequar equipamentos antigos. O presente trabalho tem como objetivo adequar uma serra CNC à NR-12. O primeiro passo foi o levantamento e a categorização dos riscos conforme as normas nacionais vigentes. Posteriormente foram aplicadas as exigências da NR-12 para cada risco e as medidas que deviam ser tomadas juntamente do material envolvido com o seu custo. Por fim, foi levantada a multa conforme a NR-28 envolvida pelas irregularidades atuais do equipamento com a NR-12. O resultado encontrado mostrou que, em determinadas situações, a penalidade pode ser maior do que o custo de adequação do equipamento. Conclui-se que, o custo financeiro não deve ser uma barreira para a realização ou não de uma adequação, pois em determinadas situações é viável, quando se comparado as possíveis multas que a empresa pode receber pelo não cumprimento da Norma.

Palavras chaves: Máquina. NR-12. Segurança.

ABSTRACT

KUSMA, Thiago M. **Analysis of Risks and Costs in the Suitability to NR-12 of CNC Circular Saw.**2017. 39 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

Regulatory Standard number twelve went through a major revision in its writing in 2010, generating doubts in its application and a great concern with the financial costs to adapt old equipment. The present work aims to adapt a CNC saw to the NR-12. The first step was the identification and categorization of risks in accordance with current national regulations. Subsequently, the requirements of NR-12 were applied for each risk and the measures that should be taken together of the material involved with its cost. Finally, the fine was calculated according to NR-28 involved by the current irregularities of the equipment with the NR-12. The result found showed that, in certain situations, the penalty may be greater than the cost of adequacy of the equipment. It is concluded that, although the financial cost should not be the determining factor for the realization or not of an adequacy, in certain situations it is feasible compared to the financial burden of the fines for non-compliance.

Keywords: Machine. NR-12. Safety.

LISTA0 DE FIGURAS

Figura 1 - Representação Esquemática do processo de redução de riscos.	15
Figura 2 - Seleção da categoria.	16
Figura 3 - Cortina de Luz.....	18
Figura 4 - Dispositivos de parada de emergência	19
Figura 5 - Controlador lógico programável (CLP) de segurança	20
Figura 6 - Proteções fixas.....	20
Figura 7 - Proteção móvel com intertravamento na posição fechada	21
Figura 8 - Proteção móvel com intertravamento na posição aberta.	22
Figura 9 - Distâncias de segurança para proteções mecânicas	23
Figura 10 - Dispositivos de intertravamento sem bloqueio	24
Figura 11 - Dispositivo de intertravamento com bloqueio.....	24
Figura 12 - Válvula de segurança pneumática com fluxo cruzado	25
Figura 13 - Vista da máquina de estudo, módulo de alimentação da máquina	27
Figura 14 - Módulo de corte da máquina com porta fechada.	28
Figura 15 - Módulo de corte da máquina com porta aberta.....	28
Figura 16 - Vista da mesa de alimentação da máquina.	29
Figura 17 - Vista da esteira na mesa de saída	30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise e categorização de risco da máquina	32
Quadro 2 - Plano de adequação e custos no módulo de corte	33
Quadro 3 - Plano de adequação e custos na mesa de alimentação Fonte:	34
Quadro 4 - Plano de adequação e custos na mesa de saída Fonte:.....	35
Quadro 5 - Plano de adequação e custos de outras medidas necessárias.....	36
Quadro 6 - Quantidade e custo de componentes necessários para adequação à NR-12	37
Quadro 7 - Valor de multa conforme NR-28 para itens aplicáveis no equipamento ..	37

LISTA DE SIGLAS

ABIMAQ	Associação Brasileira das indústrias de máquinas e equipamentos
ABNT	Associação Brasileira de Normas técnicas
CLP	Controlador Lógico programável
NR	Norma Regulamentadora

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVO.....	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 NORMAS DE SEGURANÇA EM MÁQUINAS.....	12
2.1.1 Normas Regulamentadoras	12
2.1.2 Normas da ABNT	13
2.2 COMPONENTES DE SEGURANÇA.....	17
2.2.1 Cortina de Luz.....	17
2.2.2 Dispositivo de Parada de Emergência	18
2.2.3 Controle Lógico Programável CLP	19
2.2.4 Proteções mecânicas.....	20
2.2.5 Dispositivos de Intertravamento	23
2.7.5 Válvula de Segurança pneumática.....	25
3. METODOLOGIA	26
3.1 Caracterizando o equipamento	26
3.2 Apreciação e categorização de riscos	30
3.3 Plano de adequação à NR-12 e custos financeiros.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1 Análise e categorização dos riscos do equipamento:.....	32
4.2 Plano de adequação à NR-12	33
4.7 Análise dos resultados	38
5. CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

A atualização da redação da Norma Regulamentadora de número doze, dada pela Portaria SIT 197 em 17 de dezembro de 2010, gerou uma grande revolução nos requisitos de segurança em máquinas no país (BRASIL, 2017).

Da mesma forma que houve um grande avanço na condição de segurança, surgiram diversos desafios para o atendimento da norma. Esses desafios vão desde a interpretação da norma, passando pelos problemas de grande parte do parque fabril brasileiro ser muito antigo e necessitar de muitas melhorias e assim chegando aos altos custos envolvidos no processo de adequação, custos que muitas vezes chegam a passar o próprio valor do equipamento (SANTOS, 2016).

Um estudo de caso de uma situação real, tratando de um equipamento operando em uma grande indústria do ramo automotivo é apresentado de forma a ilustrar essa dificuldade, esperando que o mesmo seja de grande valia para quem necessite adequar seus equipamentos.

A máquina tratada nesse trabalho é uma serra circular com controle numérico (CNC). É esperado de muitas pessoas que equipamentos CNC por serem mais modernos, mais enclausurados e precisarem de menos intervenção do operador que os mesmos já obedeçam as normas vigentes e não necessitem das adequações. Nesse trabalho esse mito é desmascarado, mostrando que na realidade da indústria brasileira ainda há muito maquinário que, apesar de possuírem controle numérico, são antiquados e sua concepção de projeto não prevê uma operação segura.

Esse trabalho é composto por cinco capítulos. No capítulo um é feita a introdução e apresentação do conteúdo desse trabalho, juntamente com seus objetivos gerais e específicos.

No capítulo dois foi feita uma revisão bibliográfica na qual foram levadas em conta as principais normas de segurança em máquinas e os principais componentes de segurança necessários em um equipamento.

O capítulo três apresenta a metodologia utilizada nesse trabalho. O equipamento em análise é caracterizado detalhadamente. Também foi apresentada a metodologia da análise e apreciação de riscos conforme as normas da ABNT e o procedimento para cálculo de multa conforme a norma regulamentadora de número vinte e oito.

No capítulo quatro os resultados foram apresentados, mostrando a análise e a categorização de riscos do equipamento, as medidas que devem ser tomadas para a adequação do mesmo à NR-12, e os custos envolvidos na adequação e penalidades.

No capítulo cinco estão as recomendações e sugestões para trabalhos futuros.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo de caso foi analisar os riscos em uma serra circular CNC conforme as normas vigentes no país, sugerir as modificações necessárias para que o mesmo atenda à NR-12 levantando seu custo.

1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos foram:

- Proceder com análise de risco conforme ABNT ISO 12100 e ABNT NBR 14153.
- Levantar o custo financeiro de adequação à NR-12 do equipamento
- Levantamento valor da multa conforme NR-28

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 NORMAS DE SEGURANÇA EM MÁQUINAS

2.1.1 Normas Regulamentadoras

As normas regulamentadoras referentes à segurança e saúde no trabalho, aprovadas pela Portaria de número 3.214 em 08 de junho de 1978, são de prática obrigatória em todas as empresas privadas ou públicas, órgãos públicos da administração direta ou indireta e também órgãos públicos que empregue seus colaboradores pelo regime da Consolidação das Leis Trabalhistas (BRASIL, 1978).

O não cumprimento das Normas Regulamentadoras implicará em penalidade conforme legislação vigente ao empregador.

A Norma Regulamentadora NR-12, que trata das medidas para segurança com trabalho em máquinas e equipamentos, teve seu texto amplamente revisado e atualizado por comissão tripartite envolvendo o governo, os trabalhadores (representados pelas centrais sindicais) e os empregadores (representados pelas Confederações das Empresas) (BRASIL, 2017).

O texto da norma dos temas de arranjo físico e instalações, dispositivos elétricos; dispositivos de partida, acionamento e parada; sistemas de segurança, sistemas de segurança, dispositivos de parada de emergência, meios de acesso permanente, componentes pressurizados, transportadores manuais, aspectos ergonômicos, riscos adicionais, manutenção inspeção, preparação, ajustes e reparos; sobre os manuais das máquinas, procedimentos de trabalho e segurança, projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão; capacitação e outros requisitos específicos de segurança. A norma possui 12 anexos, sendo o anexo I referente à distâncias seguras e requisitos para utilização de detectores de presença. O anexo II trata sobre capacitação, o Anexo III trata sobre os acessos permanentes. O anexo IV é o glossário com os termos técnicos utilizados na norma. Do anexo V ao anexo XII são tratados itens particulares para tipos específicos de equipamentos.

Apesar da ampla discussão na revisão da norma NR-12, quando houve um avanço na fiscalização da mesma, houve grande ofensiva em tentar sustar a mesma (BRASIL, 2017).

A Norma Regulamentadora de número dez (NR-10) institui as condições básicas e necessárias para a segurança e saúde do trabalhador em serviços de eletricidade. Tal norma se aplica desde a fase de geração, passando pelas fases de projeto, construção, montagem, operação, manutenção das instalações elétricas até o consumo. A norma estabelece os procedimentos para medidas de controle, segurança em projeto, segurança na construção, montagem, operação e manutenção; segurança em instalações elétricas desenergizadas, segurança em instalações elétricas energizadas, trabalhos envolvendo alta tensão, habilitação, qualificação, capacitação e autorização dos trabalhadores; proteção contra incêndio e explosão, sinalização de segurança, procedimento de trabalho e responsabilidades. Seu primeiro anexo versa sobre zona de risco e zona controlada, enquanto o anexo II versa sobre o treinamento e capacitação (MTE, 2004).

A Norma Regulamentadora de número vinte e oito (NR-28) versa sobre a fiscalização e as penalidades. Seu corpo apresenta os seguintes assuntos: fiscalização, Embargo ou interdição e penalidades. Seus anexos I e II apresentam tabelas para cálculo do valor de multa.

2.1.2 Normas da ABNT

A Associação Brasileira de Normas Técnicas, uma entidade privada e sem fins lucrativos, é o foro nacional de normatização desde 1940, sendo responsável pela elaboração das normas brasileiras (ABNT).

A ABNT ISO NBR 12100 particulariza a nomenclatura básica, fundamentos e uma metodologia para obtenção da segurança em projetos de máquinas. Ela particulariza rudimentos para apreciação e redução de riscos que ajudam projetistas a alcançar tal objetivo. Estes fundamentos são baseados no conhecimento e experiência de projetos, uso, incidentes, acidentes e riscos associados a máquinas. (ABNT, 2013).

A ABNT NBR ISO 12100 é uma norma dividida em sete capítulos que tem como objetivo caracterizar a terminologia, princípios básicos e uma metodologia para obtenção de segurança em projetos de máquinas.

O processo para avaliação e redução do risco é percorrido em uma sequência de passos lógicos que permitem a análise dos riscos associados com as máquinas.

A figura 1 ilustra em forma de diagrama o processo iterativo para a apreciação de riscos conforme a norma.

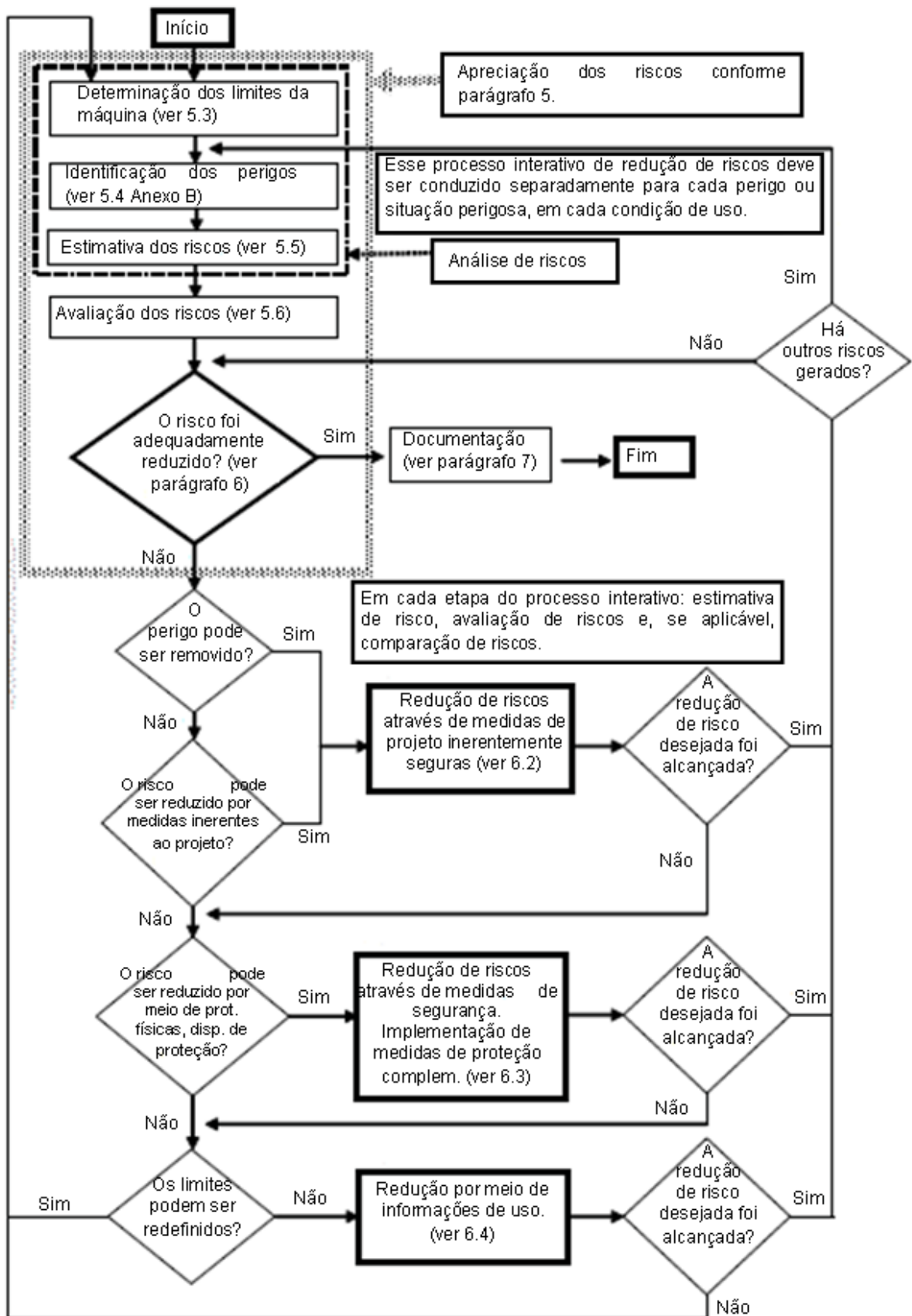


Figura 1 - Representação Esquemática do processo de redução de riscos
 Fonte: NBR ISO 12100 (2010).

A ABNT NBR 14153 lista as condições necessárias de segurança e determina um itinerário sobre os rudimentos para o desenvolvimento de partes de sistemas de comando relacionadas à segurança. Para esses componentes, individualiza categorias e descreve as particularidades de suas funções de segurança. Isso inclui sistemas programáveis para todos os tipos de máquinas e dispositivos de proteção relacionados. A Norma independe do tipo de energia aplicado (elétrica, hidráulica, pneumática, mecânica, etc), se aplicando a todas as partes de sistemas de comando relacionadas à segurança (ABNT, 1998).

Em seu anexo B a norma apresenta a metodologia para a categorização de risco do equipamento. Tal metodologia pode ser resumida pela figura 2.

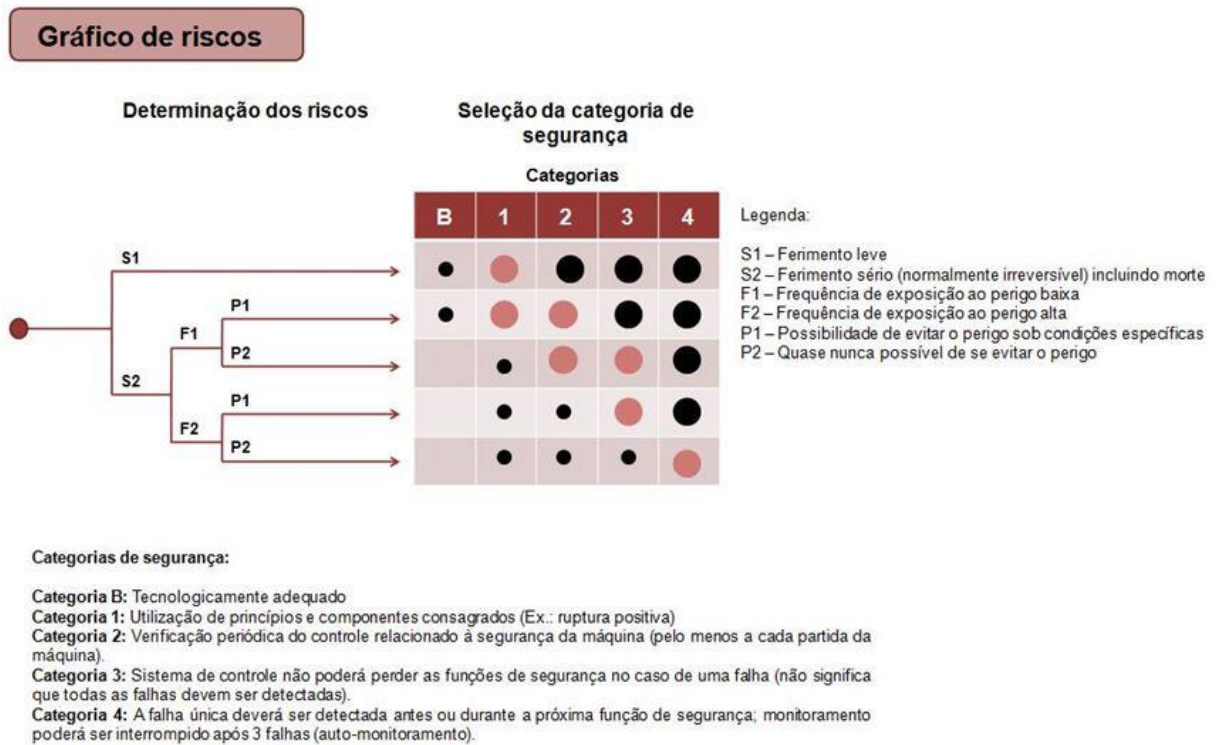


Figura 2-Seleção da categoria de segurança
 Fonte: Adaptado de ABNT NBR 14153 (1998).

2.2 COMPONENTES DE SEGURANÇA

2.2.1 Cortina de Luz

Segundo a ABIMAQ (2010), o método cortina de luz funda de um transmissor, um receptor e um sistema de controle. O campo de atuação dos sensores é formado por múltiplos transmissores e receptores individuais. Se ao menos um dos receptores do conjunto não recebe o sinal luminoso emitido pelo transmissor infravermelho, é gerado um sinal de falha. Possuem redundância e autoteste e atendem a categoria 4. Sua função é cortar a alimentação elétrica nos dispositivos de acionamento do movimento perigoso no equipamento enquanto a parte do corpo ou objeto estiver obstruindo um ou mais feixes de luz da mesma. O monitoramento da mesma deve ser feito através de um relé, interface ou CLP de segurança.

A cortina de luz é um tipo de aparelho com a finalidade de detectar a presença de um corpo ou objeto em sua área de detecção. Existem muitas condições estabelecidas por normas nacionais e internacionais que guiam o funcionamento da cortina de luz (MANUFACTURING-SAFETY, 2015).

A Norma regulamentadora 12, em seu anexo I, item B, chama a ISO 13855 para apresentar o cálculo de distância mínima de segurança para a instalação de segurança para a instalação de cortina de luz. Tal cálculo é dado pela seguinte equação 01.

$$S = (K \times T) + C \quad \text{Eq.01}$$

Onde:

S: é a mínima distância em milímetros, da zona de perigo até o ponto, linha ou plano de detecção;

K: é um parâmetro em milímetros por segundo, derivado dos dados de velocidade de aproximação do corpo ou partes do corpo;

T: é a performance de parada de todo o sistema - tempo de resposta total em segundos;

C: é a distância adicional em milímetros, baseada na intrusão contra a zona de perigo antes da atuação do dispositivo de proteção.



Figura 3 - Cortina de Luz
Fonte: Manufacturing-Safety (2015).

2.2.2 Dispositivo de Parada de Emergência

Os dispositivos de parada de emergência são compostos por botão tipo cogumelo, na cor vermelha, que ao serem acionados têm o propósito de impedir a ocorrência do movimento de risco. Qualquer ação no acionador (botão) que resulte na geração do comando parada de emergência deve também resultar na retenção do dispositivo de controle. O desacionamento do dispositivo de controle não deve, por si só, gerar o comando de movimento da máquina. O monitoramento da mesma deve ser feito através de um relé, interface ou CLP de segurança. (ABIMAQ 2012).

Segundo a NBR 13759, o botão de emergência deve evitar a ampliação ou diminuir o risco presente às pessoas e danos à máquina ou ao trabalho em andamento. O seu acionamento deve ser por uma simples ação humana, quando a função de parada normal não for adequada para este fim (ABNT, 1996).



Figura 4 - Dispositivos de parada de emergência
Fonte: adaptado de ABIMAQ, 2012

2.2.3 Controle Lógico Programável CLP

Segundo a NR-12, o CLP, assim como relés de segurança e controladores configuráveis, é definido como uma interface de segurança, que é o dispositivo responsável por realizar a monitoração, conferindo a interligação, posição e funcionamento de outros dispositivos do sistema, evitando a ocorrência de falha que provoque a perda da função de segurança

O CLP é um equipamento (*hardware*) eletrônico computadorizado que usa uma memória programável para armazenar internamente instruções (*software*) e para implementar funções específicas, tais como lógica, sequenciamento, temporização, contagem e aritmética, controlando, por meio de módulos de entradas e saídas, a segurança de vários tipos de máquinas ou processos (BRASIL, 2010).

Segundo a ABIMAQ, o CLP de segurança trabalha com os sinais de modo redundante e o software nele instalado deverá ser eficaz, de modo a diminuir o máximo possível a chance de erros devido à falha do trabalhados em seu projeto (ABIMAQ, 2012).

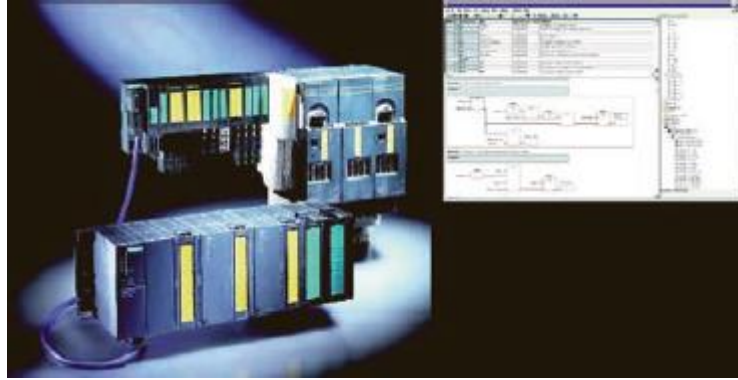


Figura 5 - Controlador lógico programável (CLP) de segurança
Fonte: ABIMAQ 2012

2.2.4 Proteções mecânicas

A Norma ABNT NBR NM 272 define proteção como parte do equipamento com a finalidade de fornecer proteção na forma de obstáculo físico.

A proteção fixa é a proteção que sempre é mandita na mesma posição, seja por meio de solda ou outros meios de torná-la permanente, ou também fixa através de fixadores, como porcas ou parafusos ou outro meio que não permita sua desmontagem sem o uso de ferramentas.

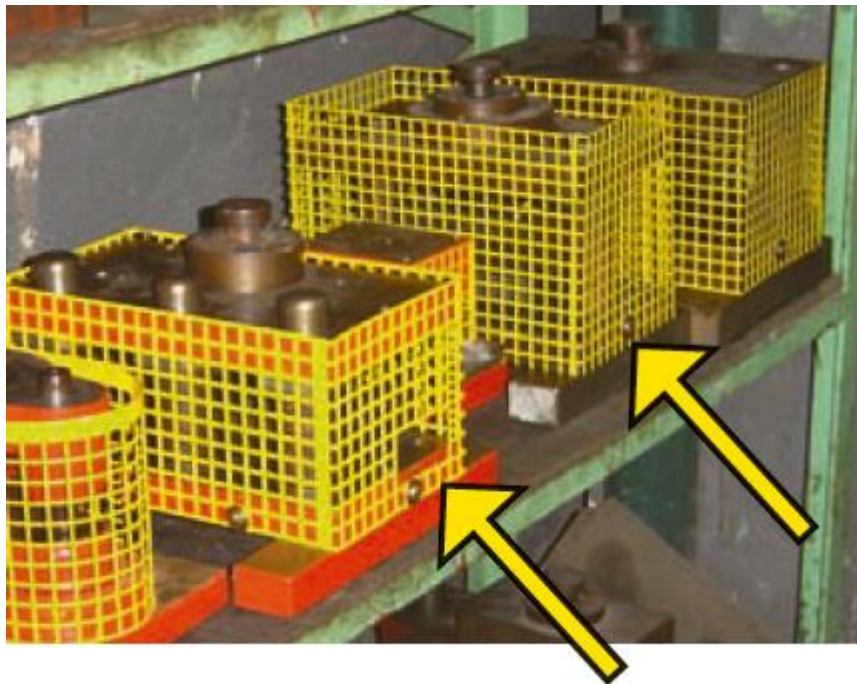


Figura 6 - Proteções fixas
Fonte: ABIMAQ 2012.

A proteção móvel é uma proteção que pode ser aberta e/ou movida sem a utilização de ferramentas especiais, e normalmente está ligada à máquina por meios mecânicos como dobradiças ou trilhos. (ABNT,2001).

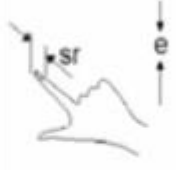
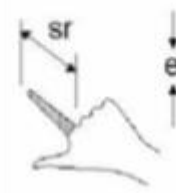
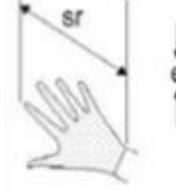



Figura 7 - Proteção móvel com intertravamento na posição fechada
Fonte: ABIMAQ 2012.



Figura 8 - Proteção móvel com intertravamento na posição aberta
Fonte: ABIMAQ 2012.

A NR-12, em seu anexo I, estabelece distâncias seguras para proteções não contínuas, como grades e telas. A figura 9 apresenta essas distâncias. A norma também exige que toda proteção

PARTE DO CORPO	ILUSTRACAO	ABERTURA	DISTANCIA DE SEGURANCA sr		
			FENDA	QUADRADO	CIRCULAR
PONTA DO DEDO		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
DEDO ATE ARTICULACAO COM A MAO		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
OU MAO		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	≥ 850 1	≥ 120	≥ 120
BRACO ATE JUNCAO COM O OMBRO		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

1) Se o comprimento de abertura em forma de fenda e menor que 65mm, o polegar atuara como um limitador e a distancia de segurancia podera ser reduzida para 200mm.

Figura 9 - Distâncias de segurança para proteções mecânicas
Fonte: BRASIL, 2010

2.2.5 Dispositivos de Intertravamento

A NR-12 determina dispositivo de intertravamento como chaves de segurança eletromecânicas, magnéticas e eletrônicas codificadas, optoeletrônicas, sensores indutivos de segurança e outros dispositivos de segurança que tem como função de abster o funcionamento de componentes do equipamento sob circunstâncias especiais (BRASIL, 2015).

A NR-12 exige que toda proteção móvel da máquina deve ser combinada com um dispositivo de intertravamento. A máquina deve operar somente com as proteções

fechadas e o fechamento das mesmas não deve ser suficiente para que se inicie os movimentos perigosos.



Figura 10 - Dispositivos de intertravamento sem bloqueio
 Fonte: Adaptado de ABIMAQ, 2012

Quando a abertura da proteção permitir acesso à área de perigo antes da eliminação do risco, devem ser utilizados dispositivos de intertravamento com bloqueio.

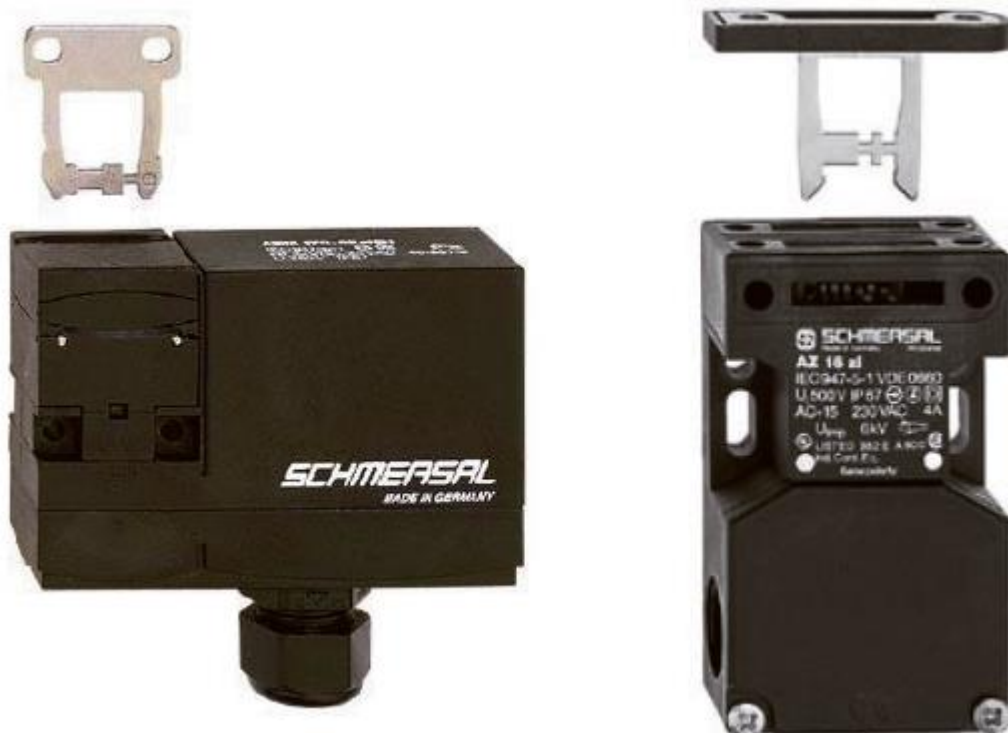


Figura 11 - Dispositivo de intertravamento com bloqueio
 Fonte: ABIMAQ, 2012

2.7.5 Válvula de Segurança pneumática

Conforme Ross (2015), grande fabricante de válvulas pneumáticas, a válvula de segurança com memória dinâmica faz com que o processo interno de monitoramento impeça acionamentos adicionais, bloqueando a válvula. Na operação da válvula o ar comprimido é controlado internamente pela posição dos êmbolos que na posição normal estão mantidos contra os assentos de vedação, desta forma as entradas são mantidas pressurizadas. Se durante a operação da válvula um dos êmbolos não funcionar corretamente a válvula ficará bloqueada devido à alimentação do piloto que permanece conectada a atmosfera causar este bloqueio.

O processo interno de monitoramento dinâmico faz com que a válvula não permita ser atuada uma segunda vez sempre que houver uma discrepância no acionamento ou reposição dos componentes internos. Na figura 12 está representada a uma vista em corte da válvula de segurança, mostrando os detalhes da mesma na posição inicial de operação, onde pode-se também verificar o comando de acionamento alimentado pelo fluxo cruzado.

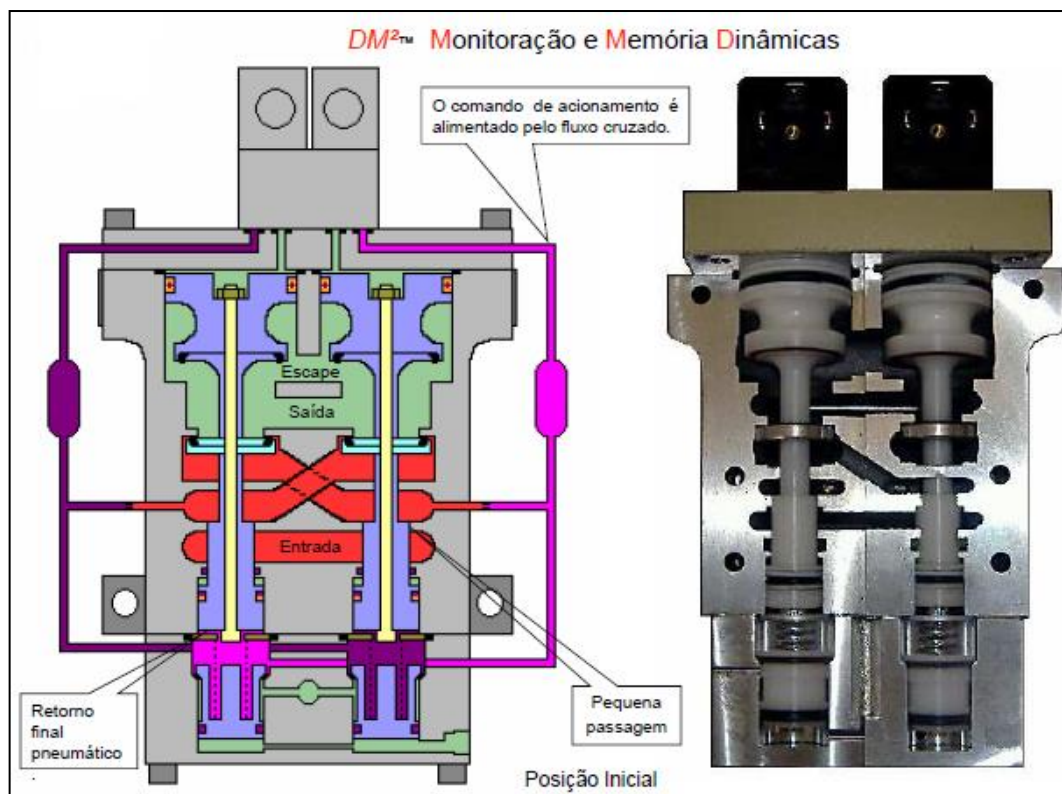


Figura 12 - Válvula de segurança pneumática com fluxo cruzado
Fonte: ROSS, 2015

3. METODOLOGIA

O capítulo 3 contempla a metodologia aplicada para a análise e adequação à NR-12 do equipamento.

3.1 Caracterizando o equipamento

O equipamento analisado é uma serra circular com comando numérico utilizada para cortar barras de aço. A dimensão das barras é programada e o equipamento trabalha automaticamente, sendo necessária apenas a alimentação com as barras inteiriças e a retirada das barras já cortadas.

A máquina pode ser dividida em três módulos: O módulo ou mesa de alimentação, que é onde as barras inteiriças são colocadas ao chegar do fornecedor, o módulo de corte, que é onde está a serra circular que realiza o corte dos materiais e o módulo ou mesa de saída, que é onde as barras cortadas saem do módulo da serra.

Na mesa de alimentação, que pode ser visto na figura 13 a inclinação da mesa para que as barras rolem até a posição da garra é controlada através de um cilindro hidráulico. A garra que prende a barra e a leva até a região de corte também é controlada por um cilindro hidráulico apresentando um alto risco de prensagem. Essa similaridade com uma prensa faz com que aspectos do Anexo VIII da NR-12 sejam aplicados nesses componentes da máquina.



Figura 13 - Vista da máquina de estudo, módulo de alimentação da máquina
Fonte: Autoria própria

O módulo de corte é enclausurado e possui um sensor de fim de curso para caso a porta seja aberta o mesmo interrompa a operação de corte, porém além desse sensor não ser duplamente monitorado, existe uma inércia do disco de corte após a abertura da porta. Nas figuras 14 e 15 está exibido o módulo de corte com sua porta fechada e aberta respectivamente.



Figura 14 - Módulo de corte da máquina com porta fechada.
Fonte: Autoria própria



Figura 15 - Módulo de corte da máquina com porta aberta.
Fonte: Autoria Própria

A mesa de saída possui uma esteira para a retirada do material. Essa esteira tem sua inclinação controlada por um cilindro pneumático, fazendo com que o material role em direção ao operador, para facilitar sua retirada. Essa parte do equipamento pode ser visualizada na figura 16.



**Figura 16 - Vista da mesa de alimentação da máquina.
Fonte: Autoria própria**

A figura 17 mostra a mesa de alimentação de outra posição, na qual é possível ver a esteira na posição inclinada.



Figura 17 - Vista da esteira na mesa de saída
Fonte: Autoria própria

3.2 Apreciação e categorização de riscos

Seguindo os princípios da ABNT ISO 12100 foram levantados os riscos presentes na utilização do equipamento e cada risco foi categorizado conforme a ABNT NBR 14153.

A categorização de riscos conforme a NBR 14153 segue o diagrama mostrado na figura 2, na qual a categoria de risco vai de B que é a que apresenta menos perigo ao trabalhador, até a categoria 4, que é a de maior perigo ao trabalhador.

Essa categorização leva em consideração o tipo de ferimento causado em caso de acidente (S1 e S2) a frequência de exposição ao perigo (F1 e F2) e a possibilidade de se evitar o perigo (P1 e P2).

3.3 Plano de adequação à NR-12 e custos financeiros

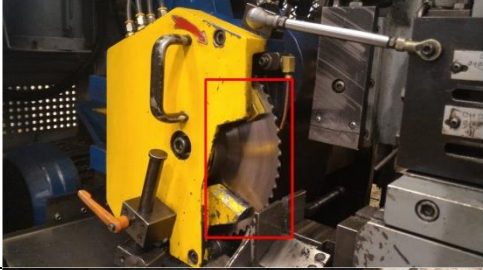
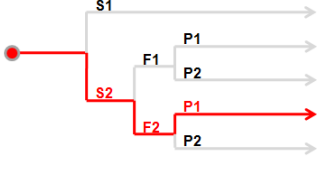
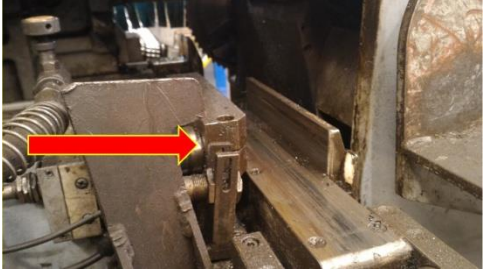
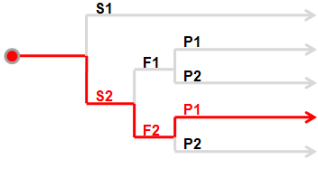

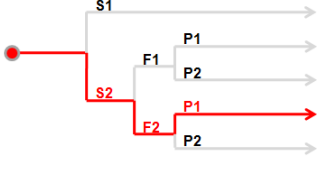
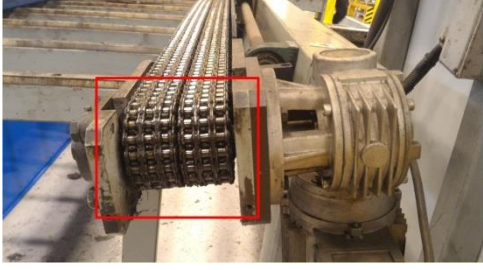
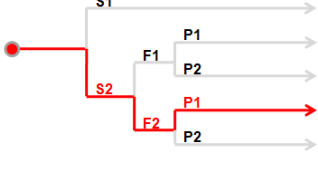
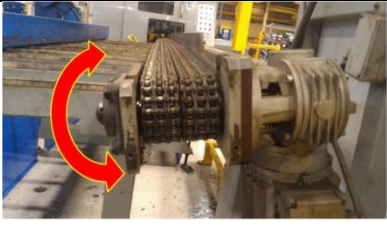
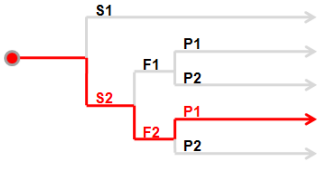
Levantados e categorizados os riscos, são descritas as medidas a serem adotadas em cada risco de forma a eliminá-los ou reduzi-los da forma exigida pela NR-12. Também são listados os componentes ou itens necessários para a realização da adequação juntamente com seu custo financeiro aproximado. Também, para cada item não respeitado da NR-12 é apresentado o valor da multa conforme NR-28.

Para o levantamento dos valores da multa conforme NR-28 foi considerada a empresa com mais de 1.000 funcionários, visto que é a situação real na qual se enquadra a empresa na qual o equipamento está instalado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise e categorização dos riscos do equipamento:

O quadro 1 ilustra os riscos levantados conforme NBR 12100 e a categorização dos mesmos conforme NBR 14153.

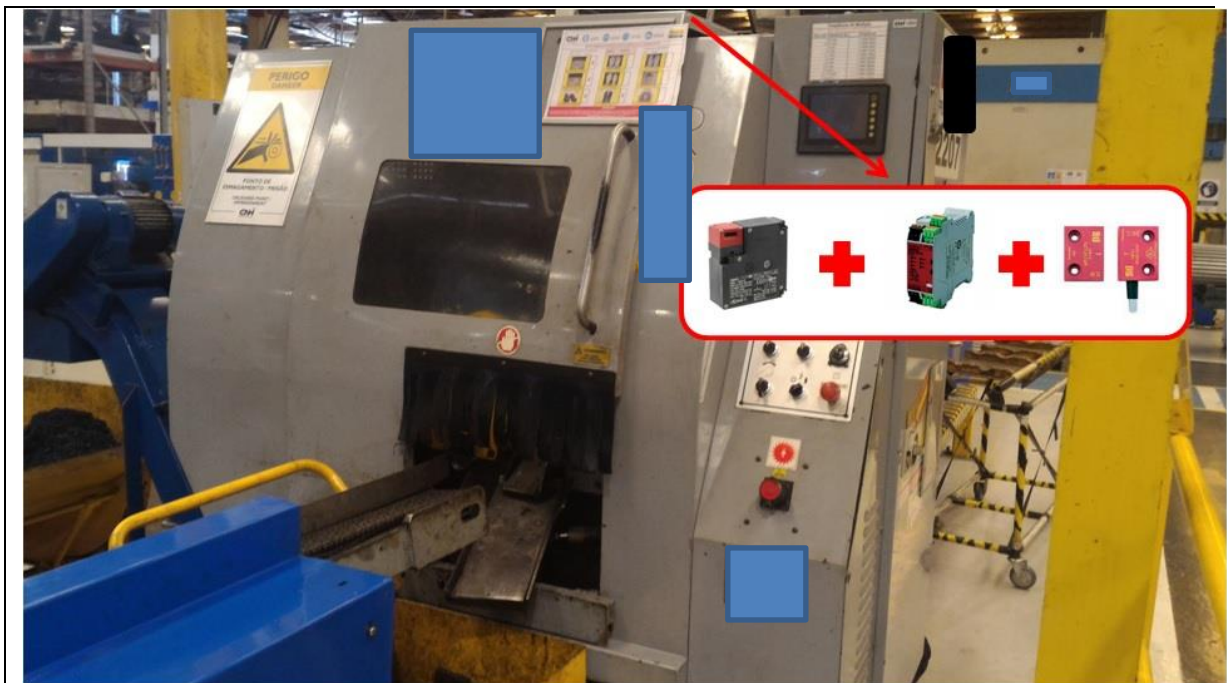
Foto/Imagem	Risco	Categorização do risco																														
	Laceração ou mutilação: o contato com a serra de corte pode causar danos irreversíveis, principalmente em membros superiores.	 <table border="1" data-bbox="1359 495 1576 705"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	B	1	2	3	4		○					○	○					○	○					●						○
B	1	2	3	4																												
	○																															
	○	○																														
		○	○																													
			●																													
				○																												
	Esmagamento: Ao se mover, o mecanismo hidráulico que segura a peça a ser usinada, pode prensar os dedos do trabalhador contra a estrutura da máquina, causando lesão grave.	 <table border="1" data-bbox="1359 763 1576 974"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	B	1	2	3	4		○					○	○					○	○					●						○
B	1	2	3	4																												
	○																															
	○	○																														
		○	○																													
			●																													
				○																												
	Esmagamento: Ao se mover, o mecanismo que segura a peça a ser usinada, pode prensar os dedos do trabalhador contra a estrutura da máquina, causando lesão grave.	 <table border="1" data-bbox="1359 1099 1576 1310"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	B	1	2	3	4		○					○	○					○	○					●						○
B	1	2	3	4																												
	○																															
	○	○																														
		○	○																													
			●																													
				○																												
	Partes móveis expostas: Na movimentação da esteira para deslocamento da peça, pode haver o enrosco de vestimentas do trabalhador e/ou prensar seus dedos contra a estrutura da máquina, causando lesão grave.	 <table border="1" data-bbox="1359 1435 1576 1646"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	B	1	2	3	4		○					○	○					○	○					●						○
B	1	2	3	4																												
	○																															
	○	○																														
		○	○																													
			●																													
				○																												
	Esmagamento/prensagem mecanismo pneumático de movimentação da mesa.	 <table border="1" data-bbox="1359 1794 1576 2004"> <thead> <tr> <th>B</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>○</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>●</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>○</td> </tr> </tbody> </table>	B	1	2	3	4		○					○	○					○	○					●						○
B	1	2	3	4																												
	○																															
	○	○																														
		○	○																													
			●																													
				○																												

Quadro 1 - Análise e categorização de risco da máquina
Fonte: Autoria Própria

O quadro 1 pode se visualizar os riscos envolvidos na operação do equipamento e a categorização dos mesmos conforme a ABNT NBR 14153. A categoria de risco adotada para o equipamento é 3.

4.2 Plano de adequação à NR-12

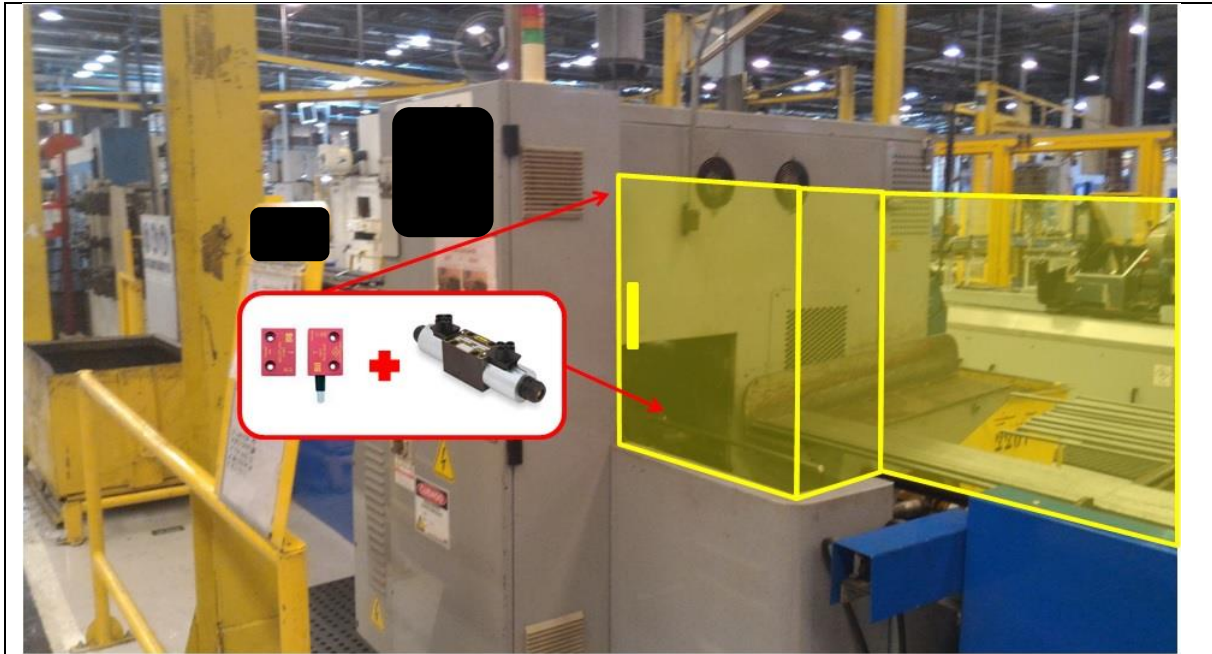
Dos quadros 2 a 5 são apresentas das medidas que devem ser adotadas para o atendimento da NR-12, quais são os itens da norma aplicáveis na situação e quais materiais devem ser adicionados junto com seus respectivos custos. O quadro 2 apresenta os dados referentes ao módulo de corte da máquina.



Itens aplicáveis:	12.44 12.45 12.46
Medida de proteção	Associação de uma chave de bloqueio magnética com um relé de velocidade zero, que irá monitorar a velocidade dos motores e só quando todos (eixos e ferramentas) estiverem parados, liberará a abertura da porta. Chave de bloqueio e relé de velocidade zero serão monitorados por uma interface lógica de segurança.
Custo médio dos itens envolvidos na adequação	Relé de velocidade zero: R\$ 700,00 Chave Magnética: R\$ 300,00 Chave de bloqueio: R\$ 400,00

Quadro 2 - Plano de adequação e custos no módulo de corte
Fonte: Autoria Própria

O quadro 3 apresenta as medidas de adequação, itens da NR-12 envolvidos e material envolvido com seu custo médio para a mesa de alimentação do equipamento.

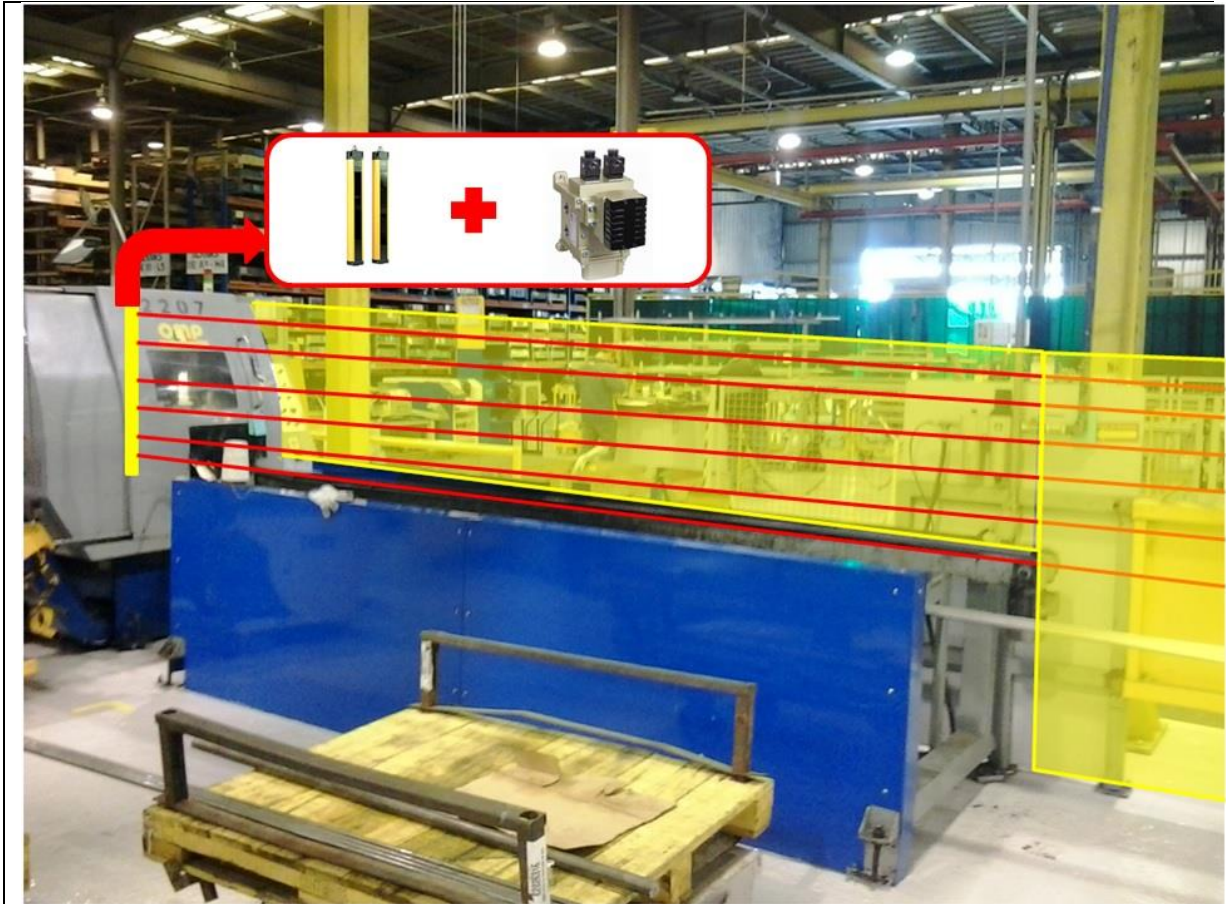


Itens aplicáveis:	12.44 12.45 12.46 Anexo VIII item 2.1 Anexo VIII item 3.1
Medida de proteção	Instalação de proteções mecânicas fixas e proteções mecânicas móveis monitoradas por chave de bloqueio magnética. Instalação de bloco hidráulico de segurança para prevenir acidentes com componentes hidráulicos.
Custo médio dos itens envolvidos na adequação	Chave magnética: R\$ 300,00 Bloco hidráulico de segurança: R\$ 10.000,00 Proteções mecânicas mesa de alimentação: R\$ 3.500,00

Quadro 3 - Plano de adequação e custos na mesa de alimentação

Fonte: Autoria própria

O quadro 4 apresenta os mesmos itens do quadro 2 e 3, porém referentes à mesa de saída do equipamento.



Itens aplicáveis:	Anexo VIII item 2.1 Anexo VIII item 4.1 Anexo VIII item 4.1.1
Medida de proteção	Instalação de cortina de luz em associação com bloco de segurança pneumático responsável pela despressurização do sistema evitando a movimentação da mesa de saída. Instalação de proteção fixa na parte traseira/acesso ao corredor da máquina.
Custo médio dos itens envolvidos na adequação	Cortina de luz 750 mm: R\$ 2.000,00 Bloco pneumático de segurança: R\$ 3.500,00 Proteção mecânica mesa de saída: R\$ 3.500,00

Quadro 4 - Plano de adequação e custos na mesa de saída
Fonte: Autoria própria

O quadro 5 apresenta as medidas de globais, que envolvem todo o equipamento e também devem ser adotadas para que se realize a adequação.

Itens aplicáveis:	12.36.1 12.37 12.40 12.56 12.63
Medida de proteção	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de CLP de segurança para monitoramento dos dispositivos de segurança. • Instalação de Botão de rearme manual (Reset) em três posições; • Instalação de botão de emergência com duplo canal em três posições; • Instalação de fonte 24 Volts corrente contínua; • Instalação de dupla contatora nos circuitos de acionamento dos motores da bomba hidráulica e do disco de corte;
Custo médio dos itens envolvidos na adequação	CLP de segurança: R\$ 2.000,00 Contatores elétricos: R\$ 120,00 Fonte 24VCA-10A: R\$ 400,00 Botão emergência: R\$ 50,00 Botão azul iluminado (reset): R\$ 150,00

Quadro 5 - Plano de adequação e custos de outras medidas necessárias
Fonte: Autoria Própria

No quadro 6 é apresentada a listagem dos materiais necessários para a adequação à NR-12, a quantidade e o respectivo custo. Também é apresentada a soma total do custo dos materiais para a adequação

Item	Custo Médio	Qtd	Total
CLP de segurança	R\$ 2.000,00	1	R\$ 2.000,00
Chave magnética	R\$ 300,00	2	R\$ 600,00
Chave de bloqueio	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
Bloco de válvulas pneumáticas de segurança 3/8"	R\$ 3.500,00	1	R\$ 3.500,00
Bloco de válvulas hidráulicas de segurança TN6	R\$ 10.000,00	1	R\$ 10.000,00
Proteções físicas	R\$ 7.000,00	1	R\$ 7.000,00
Botões azul iluminado	R\$ 30,00	3	R\$ 90,00
Botões de emergência duplo canal	R\$ 50,00	3	R\$ 150,00
Contadoras 9 A	R\$ 120,00	4	R\$ 480,00
Relé de velocidade zero	R\$ 950,00	1	R\$ 950,00
Fonte 24 VCA – 10A	R\$ 400,00	1	R\$ 400,00
Cortina de luz 750mm	R\$ 2000,00	1	R\$ 2000,00
TOTAL			R\$ 27.570,00

Quadro 6 - Quantidade e custo de componentes necessários para adequação à NR-12
Fonte: Autoria própria

O quadro 7 apresenta os já citados itens não conformes com a NR-12, e os respectivos valores da multa conforme a NR-28. Também é exibido o valor total da multa mínima a ser aplicada.

Item	Multa Mínima
12.36.1	R\$ 4.816,12
12.37	R\$ 3.214,65
12.40	R\$ 6.420,78
12.44	R\$ 4.816,12
12.45	R\$ 4.816,12
12.46	R\$ 4.816,12
12.56	R\$ 6.420,78
12.63	R\$ 4.816,12
Anexo VIII 2.1	R\$ 6.420,78
Anexo VIII 3.1	R\$ 6.420,78
Anexo VIII 3.1.1	R\$ 6.420,78
Anexo VIII 4.1	R\$ 6.420,78
Anexo VIII 4.1.1	R\$ 4.816,12
Total	R\$ 70.636,05

Quadro 7 - Valor de multa conforme NR-28 para itens aplicáveis no equipamento
Fonte: Autoria própria

4.7 Análise dos resultados

Apesar dos valores financeiros aqui apresentados, seria equivocado acreditar que comumente o custo de uma multa custa quase três vezes o custo despendido com a adequação, pelos seguintes motivos:

- A empresa na qual o equipamento está instalado é uma multinacional de grande porte com cerca de 1.600 funcionários e como a NR-28 computa a quantidade de funcionários o valor da multa fica elevado. Esse valor de multa não seria a realidade nas pequenas e médias indústrias do país.
- Ao realizar a autuação é comum o fiscal do trabalho se atentar aos itens mais evidentemente não cumpridos visto que nem todos os fiscais são especialistas em máquinas. Dessa forma nem todos os itens observados na apreciação de riscos seriam observados na autuação, resultando em uma multa menor.
- O custo levantado para a adequação foi apenas dos materiais diretamente envolvidos com o processo. Não foram computados custos com mão de obra especializada para a execução da adequação, que vai de custos com projetos de engenharia desde mão de obra de mecânicos e eletricitas para a instalação.

Ainda na comparação de custos, vale lembrar que em caso de um equipamento interditado por irregularidades, além da multa e da necessidade de adequação, também haverá o prejuízo devido à máquina não estar produzindo.

Também é importante ressaltar a dificuldade encontrada em aplicar certos itens da NR-12 no equipamento. À primeira vista esse equipamento nada tem em comum com uma prensa, porém os itens do anexo VIII da NR-12 que trata de prensas foram aplicados devido ao risco de prensagem, assim foi considerada uma similaridade, o que é comum acontecer na visão do fiscal durante uma autuação. Talvez isso evidencie uma deficiência da NR-12 que é muito bem escrita para prensas e deixa a desejar para máquinas especiais que devem ser aproximadas por similaridade.

Por fim, o presente trabalho ilustra a possibilidade de uma multa por atuação do Ministério do Trabalho e Previdência Social (MTPS) ser maior que o custo de adequação, servindo como justificativa financeira para que a empresa despenda os custos financeiros envolvidos na adequação, porém jamais a questão

financeira deve servir de justificativa para deixar de tomar as medidas necessárias para a proteção do trabalhador, pois uma vida não tem preço.

5 Conclusões

Pela análise de riscos realizada conforme as normas vigentes o equipamento necessita que sejam tomadas medidas para a contenção de grandes riscos que resultaram em um equipamento categoria 3.

O custo de adequação do equipamento em R\$ 27.570,00. Tal custo não contempla a mão de obra com projetos de engenharia e instalações eletromecânicas, porém serve como base para o custo de uma adequação.

O valor da multa mínima por não conformidade estimada conforme à NR-28 é de R\$ 70.636,05. Esse valor seria aplicado se fossem consideradas todas as irregularidades do equipamento, porém é provável que não fosse aplicado em sua totalidade, pois o fiscal normalmente faz a autuação pelos itens mais graves e não observa todos os detalhes.

Seguindo o raciocínio desse trabalho, justificando a questão financeira na adequação à NR-12, é possível que sejam elaborados alguns trabalhos na mesma linha.

Um trabalho que, com os riscos do equipamento levantados considere também a indenização gasta com um funcionário em caso de acidentes, assim o comparando com os custos de adequação. A elaboração desse trabalho foge um pouco da área de engenharia, sendo necessária a verificação jurisprudência sobre o assunto.

Outra sugestão seria, além de computar os custos dos materiais, sejam considerados os custos com a mão de obra especializada para a realização da adequação.

A última sugestão é a comparação de custo de adequação com as perdas por máquina parada em caso de uma interdição do equipamento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, ABIMAQ: **NR-12/2010 Princípios Básicos de sua Aplicação na Segurança do Trabalho em Prensas e Similares**. 1ed; Porto Alegre, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14153**: Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Princípios gerais para projeto. jul.1998.

_____. **NBR 13759**: Segurança de máquinas - Equipamentos de parada de emergência - Aspectos funcionais - Princípios para projeto. dez. 1996.

_____. **NBR ISO 12100**: Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Apreciação e redução de riscos. dez. 2013.

_____. **NBR NM 272**: Segurança de máquinas – Proteções – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis. Julho de 2002

BRASIL. **NR-10**: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, 2004

_____. **NR-12**: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos, 2010

_____. **NR-28**: Fiscalização e Penalidades. 1992.

_____. **Nota Técnica 02** Proposta de publicação de Instrução Normativa que instaura Procedimento Especial para as fiscalizações da Norma Regulamentadora nº 12 — NR-12 — Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos — e dá outras providências. 2017

MANUFACTURING-SAFETY.COM. Disponível em: <http://www.manufacturing-safety.com/Light_Curtains.html>. Acesso em: 17 março. 2017.

MENDES, René. Máquinas e Acidentes de Trabalho. Brasília. 2001. Disponível em: <https://www.cintegrado.com.br/curitiba/site/documentos/maquinas_acidentes_trabalho.pdf>, acesso em 17 março. 2017.

ROSS CONTROLS: **Pressure Switch Feedback in a Control Reliable System** .
Disponível em: <http://commerce.rosscontrols.com/webapp/wcs/stores/servlet/Ross.com/webapp/wcs/stores/servlet/RossControlsWebSiteArea/IndustrySolutions/pdfs/RPA006_Pressure_Switch_Feedback_in_a_Control_Reliable_System.pdf>
acesso em 17 de março de 2017.

SANTOS, Emanuel. **Adequação a NR-12 de uma prensa desempenadeira: um estudo de caso**. 2016