

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA EM SEGURANÇA DO TRABALHO**

ASTOR JULIANO WEBER

**ANÁLISE DE RISCO DE UMA MÁQUINA TRANÇADEIRA CONFORME
REQUISITOS DA NORMA NR-12**

São Leopoldo

2024

ASTOR JULIANO WEBER

**ANÁLISE DE RISCO DE UMA MÁQUINA TRANÇADEIRA CONFORME
REQUISITOS DA NORMA NR-12**

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Segurança do Trabalho, pelo Curso de Especialização em Engenharia em Segurança do Trabalho da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS).

Orientador: Prof. Ms. Ricardo Lecke

São Leopoldo

2024

ANÁLISE DE RISCO DE UMA MÁQUINA TRANÇADEIRA CONFORME REQUISITOS DA NORMA NR-12

Astor Juliano Weber

Engenheiro Mecânico – Universidade Feevale

astor_weber@hotmail.com

Ricardo Lecke

Eng. de Segurança do Trabalho – Universidade do Vale do Rio dos Sinos

leckericardo@gmail.com

Resumo: A norma regulamentadora número 12 (NR-12), foi criada visando a segurança no trabalho e no manuseio de máquinas e equipamentos. Essa norma foi criada no ano de 1978, de lá até os dias atuais ela vem sendo atualizada ao longo dos anos, sendo que hoje além da norma em si ela conta ainda com 12 anexos; sendo 4 destes anexos de complemento a ela mesma e os outros 8 anexos sendo de equipamentos específicos. Este artigo tem por finalidade apresentar o estudo de uma análise de risco em uma máquina trançadeira (equipamento utilizado para revestimento e fabricação de tiras e cordas para indústrias de calçados e bolsas). Tendo como objetivo inicial efetuar uma análise de risco no equipamento, para isto foi empregado o uso da ferramenta HRN (Hazard Rating Number), posteriormente foram definidas medidas visando uma maior segurança para o manuseio deste equipamento tendo de base a norma regulamentadora NR12.

Palavras-chave: NR-12, trançadeira, análise de risco, segurança.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o Brasil tem avançado na área de saúde e segurança no trabalho, com constantes atualizações nas leis e normas da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). O setor de segurança de máquinas e equipamentos acompanhou esse progresso, impulsionado pelo avanço tecnológico, criação de normas técnicas e recentes alterações legislativas, resultado da colaboração entre partes interessadas e o governo.

A NR12, ou Norma Regulamentadora 12 foi criada no ano de 1978 mas vem recebendo modificações com o passar dos anos. É uma regulamentação estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, visando a segurança

no trabalho em máquinas e equipamentos em todo o território nacional. Apesar dos avanços, desafios surgiram, como a presença de máquinas obsoletas, dificuldades de crédito para empresários e carência de conhecimento e capacitação.

O processo de segurança em fábricas abrange maquinário, gestão de manutenção, treinamento e disciplina, com prioridade para medidas coletivas, seguidas por abordagens administrativas e proteção individual.

Este artigo tem como foco apresentar o estudo de caso para uma adequação de uma máquina trançadeira conforme os requisitos da NR12. Nele será apresentado a metodologia utilizada para realizar a análise de riscos do equipamento, bem como a avaliação in loco realizada conforme os critérios definidos na metodologia. Este equipamento é comum de ser encontrado nas indústrias que fabricam os artefatos que são empregados para a fabricação de calçados, bolsas e acessórios.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Norma Regulamentadora – NR 12

Estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos, definindo referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção que devem ser observados para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

2.2 Avaliação de risco – NBR 12100

A avaliação de risco tem aplicação direta nas etapas de projeto de máquinas e se apresenta como uma boa ferramenta decisória para a correção de dispositivos de segurança, para serem aplicados a equipamentos já existentes e que não a empregaram na sua construção original.

A identificação dos perigos consiste em relacionar os perigos, situações e eventos perigosos associados com a máquina avaliada, nos seus diversos pontos, sejam postos de trabalho ou não.

2.3 Estimativa do risco

A estimativa dos riscos ocorre para cada perigo relacionado, com a associação dos seguintes elementos: severidade do dano e probabilidade de ocorrência do dano.

A severidade do dano é estimada, levando-se em consideração a natureza do que deve ser protegido (pessoas, propriedade, meio ambiente), se os ferimentos dele decorrentes serão leves (normalmente reversíveis), se serão graves (normalmente irreversíveis), se é passível de morte, se o dano se estende a uma pessoa ou se estende a várias pessoas.

Para a estimativa da exposição ao perigo é levado em conta todas as pessoas expostas aos perigos, podendo estes ser, além do operador, outras mais que possam vir a serem afetadas pela máquina. Já para a probabilidade de ocorrência do dano considera-se a frequência e duração da exposição necessária no acesso à zona de perigo.

A avaliação da probabilidade inclui a verificação da confiabilidade das funções de segurança da máquina, dados estatísticos da máquina, como o seu histórico de acidentes. Da mesma forma, para efetuar a determinação da probabilidade de ocorrência do dano, verifica-se a possibilidade de evitar ou limitar o dano.

Para verificar a possibilidade de evitar o dano, é observado se a máquina é operada por pessoas habilitadas, por pessoas desabilitadas, ou se a máquina opera sozinha, se a velocidade de aparecimento do evento perigoso é repentino, ou rápido, ou se este é lento, se existe possibilidade humana de evitar o perigo, bem como se a instalação e a máquina permitem possibilidade de escape devido a reflexos e a agilidade do operador.

A estimativa do risco considera a confiabilidade dos sistemas de segurança, considerando que as medidas de segurança sejam projetadas de maneira a serem mantidas nas condições necessárias para proporcionar o necessário nível de proteção, não permitindo que o operador burle ou anule as medidas e dispositivos de segurança.

2.4 Ferramenta de análise de risco HRN

Juntamente com o procedimento estabelecido por norma, também é usado como ferramenta para quantificação e graduação do risco o método HRN (Hazard Rating Number), 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 utilizado na análise de riscos de máquinas. Os parâmetros utilizados por este método são:

Tabela 1 – Valores para a probabilidade de exposição

Probabilidade de Exposição (PE)		
0,03	Quase impossível	Pode ocorrer em circunstâncias extremas
1	Improvável	Mas pode ocorrer
2	Possível	Mas não usual
5	Alguma chance	Pode acontecer
8	Provável	Sem surpresas
10	Muito provável	Esperado
15	Certeza	Sem dúvida

Fonte: Metodologia HRN.

Tabela 2 – Valores para a frequência da exposição

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

Fonte: Metodologia HRN.

Tabela 3 – Valores para a probabilidade máxima de perda lesão

Probabilidade máxima de perda lesão (MPL)	
0,1	Aranhão / escoriações / contusão leve
0,5	Dilaceração / doenças moderadas
1	Fratura / enfermidade leve (temporária)
2	Fratura / enfermidade grave (permanente)
4	Perda de 1 membro / olho ou doença séria (temporária)
8	Perda de 2 membros / olho ou doença séria (permanente)
15	Fatalidade

Fonte: Metodologia HRN

Tabela 4 – Valores para o número de pessoas expostas

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 que 50 pessoas

Fonte: Metodologia HRN

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:

$$\text{HRN} = \text{LO} \times \text{FE} \times \text{DPH} \times \text{NP}$$

O resultado obtido no cálculo da fórmula acima é comparado com a tabela abaixo, que por sua vez determina o grau de risco de cada descrição do perigo no equipamento analisado.

Tabela 5 – Valores do HRN com classificação do risco e sua descrição

Resultado da análise do risco quantitativo		
HRN	Risco	Comentário
0 a 1	Raro	Oferece um nível de risco muito pequeno
>1 a 5	Baixo	Apresenta um nível de risco a ser avaliado
>5 a 50	Atenção	Apresenta riscos em potencial
>50 a 100	Significativo	Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança no prazo máximo de uma semana
>100 a 500	Alto	Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente
> 500	Extremo	Inaceitável manter a operação do equipamento na situação em que se encontra

Fonte: Metodologia HRN

2.5 Sistema de comando – NBR 14153

Da NBR 14.153 que trata das partes de sistemas de comando relacionadas à segurança, são estabelecidos os conceitos relacionados às categorias de segurança de comandos (categorias B, 1, 2, 3 e 4. As categorias de segurança estabelecidas nesta norma determinam o comportamento requerido das partes relacionadas à segurança de sistemas de comando, com relação a sua resistência a falhas.

Assim, a Categoria B é a categoria básica, onde a ocorrência de um defeito pode levar a perda da função de segurança.

Na Categoria 1, uma maior resistência a defeitos é alcançada predominantemente pela seleção e aplicação dos componentes.

Nas categorias 2, 3 e 4 o desempenho melhorado em relação à segurança é alcançada, predominantemente, pela melhoria da estrutura da parte relacionada à segurança do sistema de comando.

Por exemplo, na Categoria 2 isso é conseguido pela checagem periódica de que a função de segurança especificada está sendo cumprida.

Finalmente nas categorias 3 e 4, além da checagem periódica de que a função de segurança especificada está sendo cumprida, a ocorrência de um defeito isolado não levará a perda desta função.

Na categoria 4, as partes dos sistemas de comando relacionadas à segurança devem garantir que uma falha isolada em qualquer destas partes, não leve à perda das funções de segurança.

Esta falha deve ser detectada antes ou durante a próxima atuação sobre a função de segurança, por exemplo, no exato momento em que uma chave de comando entra em colapso ou no final do ciclo que ela deu início ao entrar em colapso.

A norma admite, entretanto, que se essa falha não for detectável, o acúmulo dos defeitos não deve levar à perda das funções de segurança.

O comportamento da máquina, cujas partes dos sistemas de comando relacionados à segurança permite que os defeitos sejam detectados a tempo de impedir a perda da função de segurança e mesmo quando estes defeitos ocorram, a função de segurança é preservada.

2.6 Seleção da categoria de risco

A seleção da categoria para dimensionamento dos dispositivos de segurança e sistemas de comando tem ponto de partida na estimativa conforme segue.

Severidade do ferimento

S1: Ferimento leve (normalmente reversível)

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

F2: Frequente a contínuo e/ou tempo de exposição longo

Possibilidade de evitar o perigo

P1: Possível sob condições específicas

P2: Quase nunca possível

Tabela 6 – Análise do risco HRN para o perigo apontado

Probabilidade de exposição (PE)	8	Provável
Frequência da Exposição (FE)	4	Em termo de horas
Probabilidade máxima de perda lesão (MPL)	8	Perda de 2 membros / olho ou doença séria (permanente)
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
HRN = (PE x FE x MPL x NP)	256	Risco alto – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente

Fonte: Metodologia HRN aplicada

Definição da CATEGORIA DO SISTEMA DE SEGURANÇA (NBR 14153), parte integrante do sistema de comando, para o perigo apontado:

Severidade do dano: S2 (grave)

Frequência/exposição: F1 (relativamente frequente)

Possibilidade de evitar: P1 (possível)

Sistema de segurança: CATEGORIA 2

Recomendação de melhoria para área de perigo 1:

- Devem ser instalados os anteparos de proteção necessários para impedir o acesso à área de perigo (NR 12, item 12.5.1).
- A implantação de anteparo móvel de proteção requer o uso de dispositivo de intertravamento certificado, não burlável, monitorado por comando elétrico de segurança, com rearme (“reset”) manual (NR 12, itens 12.5.2 a 12.5.7).

Área de perigo 2: Elementos móveis, decorrente do movimento da transmissão de força (motor principal da máquina).

Figura 3 – A máquina possui carcaça descontínua, com abertura que permite acesso ao movimento da transmissão de força.



Fonte: Registrado pelo autor

Tabela 7 – Análise do risco HRN para o perigo apontado

Probabilidade de exposição (PE)	5	Pode acontecer
Frequência da Exposição (FE)	4	Em termo de horas
Probabilidade máxima de perda lesão (MPL)	8	Perda de 2 membros / olho ou doença séria (permanente)
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
HRN = (PE x FE x MPL x NP)	160	Risco alto – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente

Fonte: Metodologia HRN aplicada

Definição da CATEGORIA DO SISTEMA DE SEGURANÇA (NBR 14153), parte integrante do sistema de comando, para o perigo apontado:

Severidade do dano: S2 (grave)

Frequência/exposição: F1 (relativamente frequente)

Possibilidade de evitar: P1 (possível)

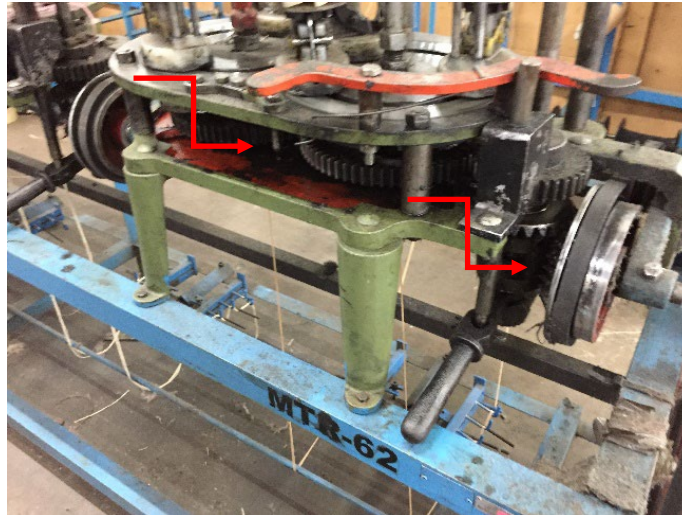
Sistema de segurança: CATEGORIA 2

Recomendação de melhoria para área de perigo 2:

- Instalar proteções nas transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, que impeçam o acesso por todos os lados (NR 12, item 12.5.9).

Área de perigo 3: Partes em movimento rotativo, decorrente do movimento das engrenagens e correias (parte inferior).

Figura 4 – Engrenagens expostas e em movimento rotativo sem proteção.



Fonte: Registrado pelo autor

Tabela 8 – Análise do risco HRN para o perigo apontado

Probabilidade de exposição (PE)	5	Pode acontecer
Frequência da Exposição (FE)	4	Em termo de horas
Probabilidade máxima de perda lesão (MPL)	8	Perda de 2 membros / olho ou doença séria (permanente)
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
HRN = (PE x FE x MPL x NP)	160	Risco alto – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente

Fonte: Metodologia HRN aplicada

Definição da CATEGORIA DO SISTEMA DE SEGURANÇA (NBR 14153), parte integrante do sistema de comando, para o perigo apontado:

Severidade do dano: S2 (grave)

Frequência/exposição: F1 (relativamente frequente)

Possibilidade de evitar: P1 (possível)

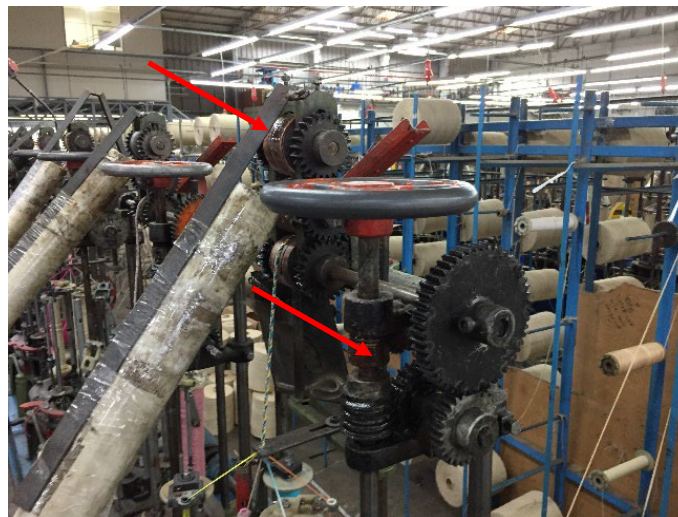
Sistema de segurança: CATEGORIA 2

Recomendação de melhoria para área de perigo 3:

- Devem ser instalados os anteparos de proteção necessários para impedir o acesso à área de perigo (NR 12, item 12.5.1).
- A implantação de anteparo móvel de proteção requer o uso de dispositivo de intertravamento certificado, não burlável, monitorado por comando elétrico de segurança, com rearme (“reset”) manual (NR 12, itens 12.5.2 a 12.5.7).

Área de perigo 4: Partes em movimento rotativo, decorrente do movimento das engrenagens e correias (parte inferior).

Figura 5 – Engrenagens expostas e em movimento rotativo sem proteção.



Fonte: Registrado pelo autor

Tabela 9 – Análise do risco HRN para o perigo apontado

Probabilidade de exposição (PE)	5	Pode acontecer
Frequência da Exposição (FE)	4	Em termo de horas
Probabilidade máxima de perda lesão (MPL)	8	Perda de 2 membros / olho ou doença séria (permanente)
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
HRN = (PE x FE x MPL x NP)	160	Risco alto – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente

Fonte: Metodologia HRN aplicada

Definição da CATEGORIA DO SISTEMA DE SEGURANÇA (NBR 14153), parte integrante do sistema de comando, para o perigo apontado:

Severidade do dano: S2 (grave)

Frequência/exposição: F1 (relativamente frequente)

Possibilidade de evitar: P1 (possível)

Sistema de segurança: CATEGORIA 2

Recomendação de melhoria para área de perigo 4:

- Devem ser instalados os anteparos de proteção necessários para impedir o acesso à área de perigo (NR 12, item 12.5.1).
- A implantação de anteparo móvel de proteção requer o uso de dispositivo de intertravamento certificado, não burlável, monitorado por comando elétrico de segurança, com rearme (“reset”) manual (NR 12, itens 12.5.2 a 12.5.7).

3.2 Perigos elétricos

Área de perigo 5: Não existe a instalação de um quadro elétrico (painel de comando) nem dispositivo de parada de emergência no equipamento.

Figura 6 – Caixa elétrica constante no equipamento.



Fonte: Registrado pelo autor

Tabela 10 – Análise do risco HRN para o perigo apontado

Probabilidade de exposição (PE)	5	Pode acontecer
Frequência da Exposição (FE)	4	Em termo de horas
Probabilidade máxima de perda lesão (MPL)	15	Fatalidade
Número de pessoas expostas ao perigo (NP)	1	1 a 2 pessoas
HRN = (PE x FE x MPL x NP)	300	Risco alto – Oferece riscos que necessitam de medidas de segurança urgente

Fonte: Metodologia HRN aplicada

Recomendação de melhoria para área de perigo 5:

- Manter aterramento elétrico da máquina (quadro elétrico, carcaça e motor), com verificação da eficiência do aterramento (NR 12, item 12.3.2);
- Implantar identificação de alerta para perigo de descarga elétrica no quadro elétrico da máquina (NR 12, item 12.3.5);
- Instalar tranca com chave no quadro elétrico da máquina para manter o quadro permanentemente fechado e impedir o acesso de pessoas não autorizadas (NR 12, item 12.3.5);
- Implantar proteção e identificação dos circuitos do quadro elétrico (NR 12, item 12.3.5);
- A máquina deve dispor de dispositivo protetor contra sobre corrente (disjuntor) dimensionado conforme a demanda de consumo do circuito (em atenção a NR 12, item 12.3.7);
- Adequar os componentes de partida, parada, acionamento e outros controles que compõem a interface de operação da máquina, para operar em extrabaixa tensão de até 25 V (vinte e cinco volts) em corrente alternada ou de até 60 V (sessenta volts) em corrente contínua (NR 12, item 12.4.13);
- Instalar chave geral elétrica externa ao quadro elétrico que possibilite o bloqueio mecânico da chave na posição “desligado”, que não seja usado como comando liga/desliga (NR 12, item 12.11.3, letra b).

4 CONCLUSÃO

O estudo de caso apresentado neste trabalho, demonstrou resultados satisfatórios em relação a forma de aplicação da metodologia proposta para a análise qualitativa dos perigos presentes em máquinas e equipamentos que estão em operação nas empresas em nosso país. A norma NR 12 demonstrou ser um importante norteador nos mais diversos pontos envolvendo a segurança na operação de equipamentos.

O equipamento analisado, segundo o método HRN demonstrou não estar adequado em relação as proteções e demais dispositivos de segurança que a norma NR 12 solicita, visto que segundo os dados analisados nem mesmo um botão de emergência consta no equipamento, para uma parada rápida em uma eventual necessidade.

Por fim, deve-se observar e seguir o dimensionamento correto de todos os dispositivos de segurança solicitados pela norma, mas sempre atendo para que o projeto se torne viável; e evitando assim um superdimensionado que por muitas vezes pode postergar a implantação da adequação ou até mesmo que a mesma nem ocorra no equipamento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 12100: Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto – Apreciação e redução de riscos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR ISO 14153: Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança – Classificação por categorias de segurança. Rio de Janeiro, 2022.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 12. Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022-1.pdf>. Acesso em: 15/01/2024.

Fusotec Máquinas Têxteis: www.fusotec.com.br