

## **ESTUDO PARA ADAPTAR O EQUIPAMENTO CORREIA TRANSPORTADORA AO REQUISITO DA NR-12**

Albert Alves de Araújo<sup>1</sup>, Douglas Fonseca Farias<sup>1</sup>, Hansherder Barreto Teles<sup>1</sup>

Alan Victor Ferreira Modolo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Mecânica

<sup>2</sup> Mestre – Docente Multivix – Vila Velha - ES

### **RESUMO**

Este estudo acadêmico apresenta um estudo de caso realizado em uma empresa do Estado do Espírito Santo que utiliza transportador de correias em suas operações produtivas e comerciais. O objetivo da pesquisa foi analisar através do método *Hazard Rating Number* (HRN) os riscos que o transportador de correias apresenta quando em funcionamento e expõe os trabalhadores de forma direta ou indiretamente ao equipamento, visando apresentar um projeto com base na Normativa Regulamentadora NR-12, que demonstre as adequações mais eficientes de proteção para garantir a segurança dos trabalhadores. Após a aplicação do HRN, os riscos foram classificados como muito altos, exigindo a realização de adequação do equipamento, e foi proposto uma proteção em forma de barreira física para as laterais do transportador de correias, impossibilitando que o trabalhador corra riscos garantindo sua segurança. Em seguida, foram recalculados os riscos pelo HRN e demonstrou-se que houve a redução dos riscos para a classificação aceitável.

**Palavras-chave:** NR-12; adequação do equipamento; segurança dos trabalhadores; transportador de correias; riscos.

### **1 INTRODUÇÃO**

A segurança dos trabalhadores no desempenho de suas atividades diárias em fábricas e indústrias tem sido um desafio significativo para as empresas, obrigando a realizar as devidas proteções nas máquinas e nos equipamentos, para evitar acidentes. A Norma Regulamentadora (NR-12) foi criada pelo Ministério do Trabalho e Previdência (MTP), com o objetivo de regulamentar, definir e padronizar uma legislação para a diminuição dos acidentes do trabalho. (BRAGA, 2021).

Mas segundo o site oficial das Nações Unidas Brasil entre 2012 e 2021 foi registrado 22.954 mortes de trabalhadores brasileiros em acidentes de trabalho, já no ano de 2021, o número chegou a 571,8 mil, de acidentes no trabalho, e 2.487 trabalhadores mortos, tendo um aumento de aproximadamente de trinta por cento em relação ao ano anterior, essa informação é do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho, juntamente com o Ministério Público do Trabalho (MPT), com a colaboração da Organização Internacional do Trabalho (OIT) (BRASIL, 2022). Para Luciano *et al.* (2020), os operadores industriais precisam de garantias para sua segurança física, por meio de estratégias, técnicas e formas de controle, visando à redução e, se possível, à eliminação dos casos de ferimentos, óbitos e perda parcial de membros do corpo, como dedos, que acontecem ano após ano no Brasil. Os trabalhadores são os principais agentes para identificar as verdadeiras condições de trabalho e tomar as medidas necessárias para modificar a situação e eliminar os riscos.

Segundo Lago e Oliveira (2023), existem várias técnicas para analisar o risco com direcionamento para: a prevenção, antecipação de acidentes, redução dos problemas pós-acidentes, colaboração para planejamentos emergenciais e outras; e entre essas técnicas está a *Hazard Rating Number* (HRN) e a Análise Preliminar de 2 Risco (APR). Para Ruppenthal (2013), a Análise Preliminar de Riscos (APR) trata da abordagem inicial analiticamente do foco em estudo, sendo a primeira abordagem para identificar e categorizar os riscos.

Mas para Rieder, Schimidt e Vicari (2021), o método *Hazard Rating Number* (HRN) é usado para classificar separadamente os riscos de aceitável a inaceitável. Uma avaliação é realizada antes da instalação do dispositivo de segurança e também é realizada uma avaliação após a instalação proposta. O método atribui pontuações aos riscos com base em vários fatores e parâmetros. O HRN é muito comum na avaliação de risco de máquina, podendo ter a aplicação para o processo avaliativo na análise de risco.

Para Silva (2022), a Norma Regulamentadora 01, Disposições Gerais de Riscos Ocupacionais, uma publicação da Portaria MTb nº 3214, também de 1978, a disposição no site do Guia Trabalhista, com atualização pela Portaria SEPRT 6730 de 2020, deixa bem evidente a obrigatoriedade do cumprimento das NRs, é o que diz o texto da alínea 1.2.1.1, na qual, diz que as NRs, pertencem a uma observância de obrigação das empresas e da gestão pública direta e indiretamente, e também da gestão do Poder Legislativo, do Poder Judiciário e também do Ministério Público, que tenham funcionários em seus quadros de empregados, que foram admitidos pela (CLT). Silva (2019) entende que é muito importante para toda empresa, ter segurança no ambiente de trabalho, para isto, é necessário que a empresa forneça além de EPI

(equipamento de proteção individual), condições mínimas de segurança que proporcione a proteção da integridade física, a saúde e bem-estar ao trabalhador no labutar das tarefas diárias. Como garantia, têm-se as Normas Reguladoras, que contêm direcionamentos e regulamentos obrigatórios para a segurança do trabalhador na efetivação do trabalho.

Sobre a necessidade de segurança para o operador de máquinas e equipamentos, diante de dados sobre acidentes e mortes, trazidos pelo Observatório de Segurança e Saúde do Trabalho (LUCIANO *et al.*, 2020), este estudo objetivou aplicar os princípios da NR-12, e apresentar como é usado o método HRN, para desenvolver um sistema de proteção adequado a ser implementado no transportador de correias com parâmetro a NR- 12, com o propósito de garantir a conformidade com as regras de segurança e proporcionar uma proteção eficaz para os operadores do equipamento, bem como demonstrar os riscos eminentes do transportador de correias por meio dos parâmetros da NR-12 conforme suas características e funcionalidades.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 SEGURANÇA NO TRABALHO E NR 12**

A Norma Regulamentadora de número 12 (NR-12), em 1978 a NR teve sua edição original pela Portaria do Ministério do Trabalho MTb nº 3214, com a árdua missão de apresentar todas as normas e regras para que as fábricas, indústrias e qualquer empresa possa regulamentar de forma adequada o maquinário de produção, para proporcionar segurança aos operadores que nelas trabalham (BRASIL, 2023).

Esta norma regulamentadora, juntamente com os artigos anexados, faz a definição do referencial técnico e premissas básicas quanto às medidas para a proteção adequada dos indivíduos e prevenção de acidentes e lesões durante as fases de construção e utilização da máquina e do equipamento. Sem prejuízo do cumprimento das demais disposições da normativa editada pela portaria Mtb nº 3.214, ou em qualquer forma e atividade econômica desta, ao fabricar, importar, comercializar, expor e transferir. Também estão disponíveis padrões internacionais e, se não existirem, padrões europeus, tipo C opcionalmente harmonizados (BRASIL, 2023).

Consoante os estudos de Lemos (2021), em 2019 houve uma atualização das normas regulamentadoras, passando a ter vigência em 2021. Tiveram os textos e os anexos reformulados e publicados mediante conversas entre a comissão tripartite paritária permanente, representação das empresas, as centrais sindicais – representação dos empregados e pelo

Governo Federal.

Para Jesus (2018), a NR-12, a segurança das máquinas e equipamentos, por instituir as normativas de prevenção usando as operações e manutenções referentes a máquinas e equipamentos, para alertar as organizações sobre os possíveis acidentes. A fundamentação da NR-12 está impressa entre os parágrafos 12.1 a 12.5, abrangendo desde a manutenção até a classificação do operador. Mais além, a NR-12 exemplifica o processo de proteção, operado simplesmente, mediante as características expressas no projeto, e a relevância da realização. Ao fortalecer os alicerces e intender os padrões regulatórios, evidencia-se preventivamente a segurança. Em outras palavras, o objetivo é desenvolver um mercado de trabalho saudável e seguro e antecipar medidas de contenção com base em pesquisas sobre o assunto, riscos e doenças ocupacionais (BRISTOT, 2019).

Observa-se que a segurança dos trabalhadores é um direito estatutário, por este fato, torna-se relevante que as organizações forneçam meios legais para mitigar os riscos potenciais. Acidentes ocorrem no exercício de atividades diárias, por isso os empresários precisam dedicar recursos para promover ao local de trabalho, condições que atendam aos padrões mínimos de segurança (CUNHA, 2022).

## 2.2 ANÁLISE DE RISCO

Conforme definido pelo manual de aplicação da NR-12, a análise de riscos é o processo que contém vários estágios que possibilitam num formato sistemático, apreciar e avaliar quais riscos estão ligados ao equipamento ou a máquina; mas sempre existem riscos potenciais ao meio ambiente em qualquer processo de produção industrial (BRASIL, 2023).

Nesse seguimento, Melo, Neiva e Santos (2020) relatam que com a deterioração da natureza que atinge trabalhadores e moradores do entorno da usina, seja relacionado a acidentes e doenças de todos os envolvidos direta ou indiretamente, as coisas acontecem. Pensando nisso, a identificação e análise desses riscos potenciais dependem da observação do meio ambiente, do entendimento e cumprimento das normas vigentes e do fornecimento dos fatores de segurança disponíveis.

Nos estudos de Ferreira *et al.* (2013), os acidentes ocorrem como resultado de interações inadequadas entre as pessoas, o trabalho e o meio ambiente; os acidentes podem ser causados por fatores ambientais, como comportamento inseguro do operador, deficiências no local de trabalho, falhas de máquinas ou produtos mal projetados e buracos na estrada, no entanto, os acidentes são geralmente causados por uma combinação de vários fatores negativos.

Para Niclotti (2018), o mapeamento analítico dos riscos deve ser realizado pelo setor de análise de risco, onde a realização avaliativa de todo o sistema que envolve a produção: controle da automação, parte elétrica, hidráulica, manual de procedimentos e outros, também passa pelo diálogo com os trabalhadores que operam o maquinário, sendo de suma relevância para conhecer a realidade e obtenção de êxito nas medidas definidas de eliminação de riscos.

De acordo com o autor Jesus (2018) quanto às considerações aos fatores de risco, e apresenta procedimentos a fim de mapear amplamente os riscos, através de estágios; podendo ser os seguintes estágios: compreensão das ameaças, do local e da potencialidade; administração e redução do perigo; conhecer, compreender e informar o risco.

A intenção é observar todas as regulamentações impostas pela NR12, averiguando todos os riscos possíveis, para eliminar ou reduzi-los com segurança por meio de técnicas vigentes, evitando os danos à saúde dos indivíduos.

### **2.2.1 Medidas de adaptação à Correia Transportadora – NR-12**

As medidas elaboradas e adotadas para a proteção das máquinas e equipamentos, conforme o item 12.14.1 da NR-12, de forma específica de padronizada, com referência da análise de riscos proporciona segurança ao trabalho, também não devem ser somente elas, utilizadas para prevenção de acidentes, e devem ser complementares as medidas protetivas coletivas, fundamentais para que garanta a segurança, a saúde e integridade do trabalhador (PORTARIA..., 2019).

Conforme Brasil (2023), no manual de aplicação da NR-12, e conforme a NBR ISO 12100:2013, a análise de risco precede, quando preciso, da redução de riscos, visto na Figura 1 abaixo, observando que cada processo tem sua distinção, mesmo que em sequência. Na detecção da redução do risco, precisam-se de implementação, na sequência seguinte: ações no projeto inerente à segurança, ações que proporcionem segurança (que seja uma proteção como uma barreira física ou um dispositivo protetivo) com instrução de uso.

Dentro do processo de análise dos riscos que deverá ser usado, para máquinas e equipamentos da empresa, precisa utilizar a NBR ISO 12100:2013 da ABNT, que apresenta as etapas da análise de risco (BRASIL, 2023). Observa-se na (figura 1) todo o processo de riscos demonstrado nas Normas citadas anteriormente.



ser chamado também de Número de Avaliação de Perigo, pois é a forma mais usada para fazer adequadamente a análise de riscos, por ser um método quantitativo que faz a classificação e aponta se os riscos oferecidos pelo equipamento, são aceitáveis ou não, tendo como base em informações diretamente ligadas aos riscos elencados e aspectos como gravidade e probabilidade (MAKIYAMA; MITTMANN; VICARI, 2021).

Para Paulino (2019), o HRN é uma metodologia quantitativa de estimar a probabilidade de ocorrência de danos e a magnitude de seus potenciais efeitos adversos. Enfatiza a segurança ocupacional, saúde e valor financeiro. A metodologia HRN atua no âmbito da administração da segurança no ambiente de trabalho com procedimentos regulamentados pela NR 12 e é amplamente utilizada para análise de risco de máquinas para categorizar os riscos com base em diversos fatores e parâmetros.

Assim, para a confirmação conceitual do HRN, Guttman (2021) conclui em seus estudos que, entre os métodos existentes, este é o melhor e mais usado para apurar quantitativamente de forma gradual os riscos possíveis presentes nos equipamentos. O método HRN gradua o risco de forma clara para a tomada de decisão, se o risco será aceito para utilização do equipamento ou não. Reforçando o conceito do método HRN, Machado, Schimidt e Thomaz (2021) dizem que o método HRN é uma metodologia quantitativa que prioriza as ações a serem tomadas de acordo com os resultados analisados do equipamento. Esta metodologia ficou famosa pelo artigo da revista *Safety and Health Practitioner*.

Em concordância, Guttman (2021) ressalta que o HRN possui uma abordagem funcional e eficiente, pois, com base nos riscos identificados e associados ao perigo detectado em questão, fazendo uma correlação do grau de seriedade danosa a possibilidade de o mesmo dano ocorrer para um determinado número de trabalhadores expostos. A realização da quantificação do nível de perigo em uma máquina é realizada através de um relatório dos riscos/perigos, detectados no equipamento, conforme pode ser visualizado no quadro 2 abaixo, assim, estes são submetidos à seguinte fórmula:

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

Para Guttman (2021) o HRN é considerado como o grau de risco quantificado, LO a possibilidade de ocorrência, FE representa a frequência em que o indivíduo fica exposto ao risco, DPH representa a graduação do risco danoso, e finalmente, NP que esboça a quantidade de indivíduos expostos aos riscos elencados.

Frasão *et al.* (2021), complementam descrevendo a função das variáveis, a primeira

variável Probabilidade de Ocorrência, representada pelo (LO), faz a avaliação da chance de ocorrência de acidentes no período de operação do equipamento e atribui um valor numérico. A variável Frequência de Exposição (FE) diz respeito à possibilidade de acontecer o acidente num período determinado de tempo: ano, mês, semana, jornada de trabalho ou exposição constante, e também recebe um valor numérico. O Grau de Possível Lesão ou de Severidade (DPH) é a variável que analisa a gravidade das lesões: escoriação, fratura grave, perda de membros, amputação total ou parcial, perda de visão, perda de audição, enfermidade, fatalidade. E a última variável refere-se ao Número de Pessoas Expostas ao Risco (NP), expressando quantos trabalhadores estão sujeitos a lesões, que para concluir o cálculo recebe um valor numérico. Os autores finalizam relatando que a avaliação está no valor final, no qual o risco recebe a avaliação como aceitável, muito baixo, baixo, significativo, alto, muito alto, extremo e inaceitável.

Cada elemento da fórmula citada acima está descrito no quadro 1, com seus parâmetros e variáveis. O quadro de probabilidade de ocorrência (LO) mostra que podem acontecer acidentes, variando de 0,033 a 15. O quadro referente ao número de pessoas sob risco (NP) varia de 01 a mais de 50 pessoas, expostas a risco, graduando de 1 a 12. O quadro de frequência de exposição (FE) apresenta a frequência com escala de 0,5 a 5, e o quadro sobre o grau de possíveis lesões, relata as lesões e os níveis de 0,1 a 15 (GUTTMAN, 2021).

Quadro 1 - Referências do HRN da avaliação dos fatores

Probabilidade de Ocorrências (LO)		Número de Pessoas Sob Risco (NP)	
Quase impossível	0,033	1-2 Pessoas	1
Altamente impossível	1	3-7 Pessoas	2
Improvável	1,5	8-15 Pessoas	4
Possível	2	16-50 Pessoas	8
Alguma chance	5	Mais de 50 Pessoas	12
Provável	8		
Muito provável	10		
Certeza	15		
Frequência de Exposição (FE)		Grau da Possível Lesão (DPH)	
Anualmente	0,5	Arranhão/Escoriação	0,1
Mensalmente	1	Dilaceração/Corte/Enfermidade de Leve	0,5
Semanalmente	1,5	Fratura leve de ossos(dedos: mãos e pés)	1
Diariamente	2,5	Fratura grave de ossos(mão, braço ou pema)	2
Em termos de horas	4	Perda de 1 ou 2 dedos nas mãos ou pés	4
Constante	5	Amputação pema/mão ou perda parcial audição ou visão	8
		Amputação de 2 pemas/mãos ou perda parcial audição ou visão em ambos olhos/ouvidos	10
		Enfermidade permanente ou crítica	12
		Fatalidade	15

**Fonte:** Adaptado de Guttman (2021)

O quadro 2 abaixo, sobre as referências do método HRN, apresenta os níveis de risco encontrados com a utilização da fórmula exposta acima.

Quadro 2 – Referências do método HRN da avaliação final

<i>Hazard Rating Number (HRN)</i>		
Resultado	Risco	Avaliação
0 a 1	Aceitável	Considerar possíveis ações. Manter as medidas de proteção.
>1 a 5	Muito baixo	
>5 a 10	Baixo	Garantir que as medidas atuais de proteção são eficazes. Aprimorar com ações complementares.
>10 a 50	Significante	
>50 a 100	Alto	Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.
>100 a 500	Muito alto	
>500 a 1000	Extremo	Ação imediata para reduzir ou eliminar o risco.
Acima de 1000	Inaceitável	Interromper atividade até a eliminação ou redução do risco.

**Fonte:** Adaptado de Guttman (2021)

Para Niclotti (2018), as cores: verde, amarelo e vermelho, representando os resultados do HRN, significam respectivamente: risco aceitável, baixo risco e alto risco chegando ao inaceitável. Vale ressaltar que essa variação de cor foi definida pelos autores do presente estudo. Essas cores lembram o semáforo e foram escolhidas para deixar sua gravidade mais aparente na classificação. Normalmente este quadro é utilizado para planejar estratégias a serem tomadas, com a definição de prazo e prioridades com intenções de acabar ou amenizar os riscos encontrados.

Conforme Machado, Schimidt e Thomaz (2021), o método mais utilizado, para avaliar os riscos oferecidos por máquinas e/ou equipamentos, é o HRN, consistindo em uma avaliação utilizando números para determinadas variáveis estabelecidas, com a finalidade que detectar o grau que o risco possui, indo de aceitável ao extremo.

Frasão *et al.* (2021) explicam que o resultado do HRN é usado com a finalidade de determinar qual a necessidade de intervenção para redução dos riscos, priorizando os riscos que possuem prioridade de urgência. Conforme ANAMT (Associação Nacional de Medicina do Trabalho) no ano de 2017, a associação registrou 1992 indivíduos mortos, devido aos acidentes do trabalho, e no ano seguinte 2018, foram registrados 2022 indivíduos, que segundo pesquisas feitas pelo órgão de previdência pública do Brasil, classificam as causalidades dos acidentes em: risco mecânico; risco ergonômico e risco ambiental.

### 3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento da metodologia de pesquisa e do desdobramento do estudo de

caso, foi escolhida uma empresa que utiliza o transportador de correias, situada no Estado do Espírito Santo. Seu nome não será divulgado neste trabalho de pesquisa.

O projeto de pesquisa compreende uma análise teórica que oferece diretrizes e passos essenciais relacionados à segurança e saúde ocupacional, bem como, da implementação adequada dos dispositivos para garantir a segurança dos trabalhadores que manuseiam direta e indiretamente os mecanismos industriais de transportador de correias, objetivando atender as determinações da Norma Regulamentadora NR-12.

Foi escolhido o método *Hazard Rating Number* (HRN), visando detectar os riscos que o transportador de correias apresenta aos trabalhadores da área e determinar qual a proteção necessária para mitigar os riscos encontrados.

Para iniciar a pesquisa do estudo de caso, no qual o objeto deste estudo é a adequação do transportador de correias conforme NR-12, foi fotografado o transportador de correias em funcionamento sem qualquer proteção.

Na figura abaixo, pode-se observar que o transportador de correias operava sem nenhuma grade de proteção.

Figura 2 – Transportador de correias



Fonte: O autor (2024)

Para realizar o levantamento dos riscos oferecidos pelo transportador de correias, foi realizada uma reunião com o técnico especialista, para obter-se uma análise de forma quantitativa e fazer as definições dos resultados que iriam determinar as ações a serem tomadas para reduzir ou eliminar os riscos de acidentes e oferecer mais segurança aos trabalhadores.

Foi feita uma análise criteriosa da foto e das informações do local onde está o equipamento, tomando como parâmetros as referências do quadro 1 para a atribuição dos valores das variáveis do método HRN.

Após a determinação dos valores das variáveis, aplicou-se a fórmula do HRN:

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

Com o resultado, o qual é o valor HRN, analisou-se, no quadro 2, o valor encontrado, qual o risco e a avaliação correspondentes.

A avaliação determina o que se deve fazer para resolver a questão dos riscos, mas não diz quais ações tomar para solucionar o problema, essa informação é obtida através da NR-12, e da NBR ISO 12100:2013, que irão nortear a tomada de decisão das ações que serão implementadas para reduzir ou eliminar os riscos para os trabalhadores.

O quadro 3 abaixo ilustra a avaliação realizada através da ferramenta HRN, com a classificação de risco muito alto. Segue a descrição dos pontos levantados que propiciaram o alcance dessa classificação, segundo os perigos encontrados e as potenciais consequências. Segue:

- Perigos encontrados: aceleração, desaceleração, superfície áspera, escorregadia, cantos vivos, energia cinética, energia armazenada, elementos elásticos, arestas cortantes, elementos móveis, queda de objetos, gravidade, aproximação de um elemento móvel a uma parte fixa e elementos rotativos;
- Potenciais consequências: fricção e abrasão, arremesso, impacto, segurar e prender, esmagamento, enroscar, corte e mutilação e raspagem.

Quadro 3 – Demonstração da avaliação HRN

<b>Análise HRN do Transportador de Correia</b>			
Probabilidade de ocorrência (LO)	8	Frequência de Exposição (FE)	2,5
Grau de severidade (DPH)	15	Nº pessoas expostas ao risco (NP)	1
<b>Hazard Rating Number - HRN</b>	<b>300</b>	Classificação do risco	<b>MUITO ALTO</b>

Fonte: O autor (2024)

No quadro 3 acima as variáveis receberam os devidos valores conforme a graduação de referência do quadro 2 do método HRN, que ao multiplicá-las obteve-se o resultado numérico 300, como classificação de risco, e ao verificar a classificação no quadro 2, este valor está na faixa vermelha (> 100 a 500), representando um risco muito alto e avaliado como um risco que deve sofrer ações para redução ou eliminação do risco, para garantir a implementação de dispositivos de proteção para a segurança.

Quanto aos valores correspondentes de cada variável do quadro 1, a Probabilidade de

Ocorrência (LO), o transportador de correia recebeu o valor numérico 8, que representa a “provável” probabilidade de ocorrência de acidentes.

Para a Frequência de Exposição (FE), o equipamento foi avaliado como 2,5, que representa que “diariamente” existe a frequência de exposição dos trabalhadores da empresa.

Em seguida, a variável (DPH) que representa o Grau de Possível Lesão ou de severidade (DPH), na avaliação do transportador de correias, foi classificada como grau 15, que significa que existe a provável probabilidade, diariamente, de ocorrer acidentes com “fatalidade”.

Quanto ao Número de Pessoas Sob Risco (NP), o transportador de correias recebeu o valor 1, que significa que o número de pessoas que estão expostas diariamente ao risco de provável ocorrência de acidentes com fatalidade é de uma ou duas pessoas.

Após multiplicar todas as variáveis encontrou-se o valor total numérico 300, que no quadro 2 que referencia o método HRN, representa a classificação (>100 a 500), risco muito alto, devendo ser realizadas ações para diminuir do extirpar os riscos; também deve-se garantir a implementações de proteção e segurança.

Torna-se importante listar alguns riscos encontrados no relatório avaliativo de riscos oferecidos pelo transportador de correias, inclusive o relato de acidentes devido à falta de proteção do transportador de correias, como lesão pelo movimento combinado de correias e roletes. Diante da avaliação da ferramenta HRN, é emitido o parecer técnico para as devidas adequações.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para aprimoramento das informações necessárias no levantamento e organização de dados para os resultados e discussão, foram adotadas estratégias baseadas em fotos reais da empresa no Espírito Santo. Com a aplicação da ferramenta HRN, após foi realizado o projeto de proteção do transportador de correias.

Uma alternativa apresentada para atender a necessidade do transportador de correias por proteção para evitar acidentes dos trabalhadores, conforme o resultado do HRN, foi instalar uma barreira física ao longo da lateral do transportador de correias, figura 3 abaixo, a qual evitou que o trabalhador tivesse acesso a qualquer parte da lateral do transportador de correias. Com a presença de uma malha de tela nessa área, fica impedido o contato direto com o perigo, garantindo assim a distância segura de até 120 mm, figura 4 abaixo.

Figura 3 – Tela de alambrado especial metálica – barreira física nas laterais



Fonte: O autor (2024)

Figura 4 – Tela de proteção termoplástica resistente – barreira física nas laterais



Fonte: Autoria própria (2024)

Uma placa de advertência foi colocada no local, figura 5, junto ao dispositivo indicando perigo eminente, conforme a imagem apresentada abaixo. Essa placa é confeccionada no tamanho de 25 x 18 cm, com espessura mínima de 2 mm, na cor amarela e com letras pretas; o material é de PVC (policloreto de vinilo) com aditivo resistente a raios UV (ultravioleta) (NR-12. ISS0 12100:2013).

Figura 5 – Placa de advertência de perigo



Fonte: Internet (2024)

No que concerne à segurança do trabalho, a NR-12 representa como alternativa às medidas de proteção coletiva, além de distâncias de segurança e barreiras físicas que impeçam o acesso intencional, dispositivos de controle de processo, intertravamentos, botões de emergência, cortinas de luz, sensores ópticos e outros aspectos tecnológicos que minimizem a probabilidade de ocorrência de falhas associados a ações intencionais e não intencionais. A NR-12 especifica que, em todas as máquinas ou equipamentos em que haja risco de projeção de partes ou lascas, as partes móveis, rotativas ou cambiáveis devem ser fechadas, ou protegidas (MORAES, 2013). Sendo assim, o cumprimento das regulamentações é um fator importante, pois confirma a legalidade das empresas com regulamentações atualizadas e mostra sua preocupação com a segurança do trabalho. Os demais requisitos da norma são atendidos na área de estudo de caso deste trabalho e de forma legalmente compatível, o que significa que todo o processo é executado de forma confiável (ALVES, 2015).

Finalmente, a probabilidade de lesão é analisada com base na frequência e duração da exposição e na probabilidade de lesão. As duas análises precisam ser realizadas em todos os riscos encontrados na máquina ou equipamento, portanto, devem ser analisados e categorizados separadamente (COSTA, 2020).

Quadro 4 – Resultado após aplicação das proteções conforme HRN

<b>Análise HRN do Transportador de Correia</b>			
Probabilidade de ocorrência (LO)	0,033	Frequência de Exposição (FE)	2,5
Grau de severidade (DPH)	15	Nº pessoas expostas ao risco (NP)	1
<b>Hazard Rating Number - HRN</b>	<b>1,237</b>	Classificação do risco	<b>ACEITÁVEL</b>

Fonte: Autoria própria (2024)

Após apresentar todas as adequações técnicas ao transportador de correias, mediante as proteções planejadas dentro do projeto de pesquisa, considerando a NR-12 e todos os riscos levantados com a ferramenta HRN, faz-se necessário uma nova avaliação da HRN, como forma de constatação de redução dos riscos anteriormente apresentados.

Na variável de Probabilidade de Ocorrência (LO), que antes havia sido avaliada como provável (8), isto é, o transportador de correias apresentava riscos prováveis de acidentes, depois recebeu a avaliação de 0,033, passando a ser avaliada como quase impossível, porque as ações implementadas quase eliminaram os riscos de acidentes.

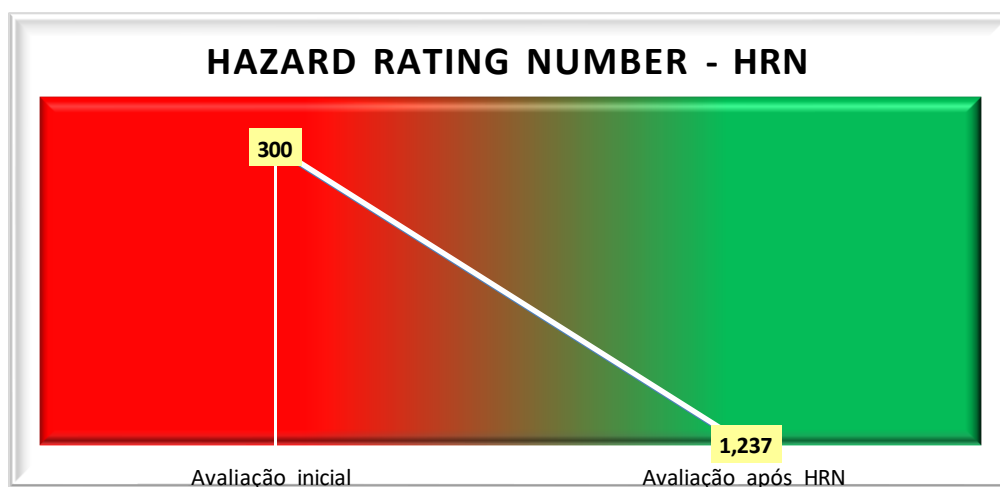
A variável de Frequência de Exposição (FE) manteve-se com a mesma avaliação de 2,5, que representa uma exposição diária, isso porque o transportador de correias, devido à sua estrutura e funcionamento, sempre vai apresentar os mesmos riscos diariamente, com as ações de implementação ou não. Quanto à variável do Número de Pessoas Sob Risco (NP), também não se altera porque a avaliação considera a quantidade de pessoas que estão expostas ao risco, que no caso do transportador de correias é de uma ou duas pessoas. O transportador de correias está instalado num local onde poucos trabalhadores transitam próximo a ele, apenas duas pessoas verificam visualmente o seu funcionamento.

O Grau da Possível Lesão (DPH) é a variável que estipula qual o tipo de lesão os trabalhadores estão podendo sofrer, que nesta avaliação do transportador de correias, antes do método HRN, havia alcançado o grau 15, que representa o risco de fatalidade. Então, os riscos que os dois trabalhadores estavam correndo diariamente eram de um acidente que poderia ocasionar o óbito deles. Depois de aplicação do HRN, o grau de possível lesão reduziu de 15 para 4, que representa a perda de 1 ou 2 dedos das mãos, ou dos pés, porque mesmo com a implementação adotada, existe a possibilidade de acidente.

Após a implementação das ações determinadas pela NR-12, encontrou-se o resultado do HRN igual a “0,33”, que representa, no quadro 2, um valor aceitável, porque houve uma redução drástica no risco de acidentes, mas ainda existe algum grau de risco.

A comparação dos resultados antes e depois da aplicação do método HRN é extremamente importante para dimensionar a gravidade dos riscos apresentados pelo transportador de correias e a segurança que as ações implementadas proporcionaram aos trabalhadores. Segue abaixo um gráfico representativo dos resultados.

Gráfico 1 – Antes e depois do HRN



## 5 CONCLUSÃO

Este projeto de pesquisa consistiu em um estudo de caso que objetivou analisar um transportador de correias de uma empresa no Espírito Santo, detectar os riscos através da ferramenta HRN, e planejar todas as adequações necessárias para atender aos requisitos da NR-12. Verificou-se, com a realização desse trabalho em relação ao tema, a importância de se ter um equipamento em conformidade com a NR-12.

Assim, os objetivos propostos, foram alcançados, uma vez que foram demonstrados, por meio das pesquisas literárias e um simples estudo de caso, a aplicação e adequação com os parâmetros da NR-12 no desenvolvimento de um sistema de proteção adequado a ser implementado no equipamento transportador de correias, com o propósito de garantir a conformidade das regras de segurança e proporcionar uma proteção eficaz para os operadores do equipamento, bem como demonstrar os riscos eminentes do transportador de correias por meio dos parâmetros da NR 12 conforme suas características e funcionalidades.

Embora o risco de acidentes esteja sempre presente e seja preciso ter cuidado para determinar até que ponto deve ser tolerável, ao final de todo o trabalho realizado pode dizer que o dispositivo de transportadora de correias da empresa estudada conseguiu cumprir as normas vigentes em matéria da proteção fornecida.

O resultado da pesquisa foi satisfatório, visto que fazer mudanças e investimentos na empresa, quanto à segurança do trabalhador, é viável e o retorno financeiro obtido pela empresa será maior. Dessa forma, mesmo estando expostas no trabalho, existem soluções que evitem acidentes com o transportador de correias, mas vale ressaltar que, um local com pouco fluxo de pessoas e acesso restrito diminui a demanda de acidentes. Vale a pena ressaltar a importância de as empresas estarem atentas ao que a norma regulamentadora NR-12 exige, tendo em vista que, conforme foram destacadas, as empresas podem ser penalizadas caso não cumpram os requisitos; o papel da NR12 é proteger o empregado de forma clara. Portanto, o estudo realizado neste trabalho de conclusão de curso atingiu o objetivo esperado, resultando na apresentação de um estudo de caso onde foi possível atender a NR- 12 e o dispositivo de segurança com uma melhor qualidade de trabalho para o operador e em consequência reduzir consideravelmente os riscos de acidentes de trabalho.

Sugere-se, no futuro, para os leitores acadêmicos, investir mais pesquisas que englobem à temática que foi tratada neste trabalho e se fazem necessários novos e melhores conhecimentos na contribuição da segurança e com qualidade esperada pelos operadores do mecanismo transportador de correias, evitando assim, o aumento de acidentes.

## 6 REFERÊNCIAS

ALVES, Luiz Ferreira. Trabalho de Conclusão de Curso – **Aplicação da norma NR 12 paracircuitos de segurança utilizando controladores lógicos programáveis e atuadores pneumáticos**. São Carlos/SP, 2015. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/182500/tce-16022016-180748/?&lang=br>. Acesso em: 06 jun. 2023.

ANDRADE, Roneide Martins de. **Riscos de operação de máquinas e equipamentos em laboratórios da construção civil de uma instituição de ensino**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Cajazeiras, PB, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/bitstream/177683/1441/1/TCC%20-%20Roneide%20Martins%20de%20Andrade.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2023.

BRAGA, Fabio Brasil. **Adequação de segurança NR-12 em impressora de rótulos em latas de alumínio**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Unisinos, São Leopoldo, 2021. Disponível em: <http://repositorio.jesuita.org.br/bitstream/handle/UNISINOS/11713/Fabio%20Brasil%20Braga.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mai. 2023.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Manual de Aplicação da NR-12: partes de sistemas de comando de máquinas relacionadas à segurança**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/manuais-e-publicacoes/manual-de-aplicacao-da-nr-12.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2023.

BRASIL. Nações Unidas Brasil. **Acidentes de trabalho e mortes acidentárias voltam a crescer no Brasil em 2021**. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/178950-acidentes-de-trabalho-e-mortes-acident%C3%A1rias-voltam-crescer-no-brasil-em-2021>. Acesso em: 10 mai. 2023.

BRISTOT, Vilson Menegon. **Introdução à engenharia de segurança do trabalho**. Criciúma, SC: UNESC, 2019. E-book. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/6948/1/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20Engenharia%20de%20seguran%C3%A7a%20do%20trabalho.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2023.

COSTA, Marcos Otávio. **Proposta de adequação em uma máquina de corte de tubos à norma regulamentadora NR-12**. Repositório Institucional SATC. 2020. Disponível em: <http://repositorio.satc.edu.br/bitstream/satc/410/2/PROPOSTA%20DE%20ADEQUA%C3%87%C3%83O%20EM%20UMA%20M%C3%81QUINA%20DE%20CORTE%20DE%20TUBOS%20%C3%80%20NORMA%20REGULAMENTADORA%20NR-12.pdf>. Acesso em: 04 jun. 2023.

CUNHA, Gabriel Pereira. **Segurança do trabalho aplicada à mineração: uma revisão bibliográfica das normas vigentes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia de Minas) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2022. Disponível em: [https://monografias.ufop.br/handle/35400000/72/browse?type=title&sort\\_by=1&order=ASC&rpp=20&etal=-1&null=&starts\\_with=S](https://monografias.ufop.br/handle/35400000/72/browse?type=title&sort_by=1&order=ASC&rpp=20&etal=-1&null=&starts_with=S). Acesso em: 06 jun. 2023.

FERREIRA, Marcos de Moura; SOUZA, Carlos E. dos S.; RIBEIRO, Cléber A.; GALDINO, Daniel B.; RICCI, Gysele L. Avaliação sobre a prevenção de riscos na atividade de trabalho em prensas. **Iberoamerican Journal of Industrial Engineering**, v. 4, n. 8, p. 48-68, 2013. Disponível em: <https://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/2084>. Acesso em: 06 jun. 2023.

FRASÃO, Rhyhan Domigues Damasceno; LIMA, Karla K.; ARÃO, Isabelle R.; SANTOS, Luana M.; CORREA, Amanda M. D. **Utilização do método HRN (Hazard Rating Number) para realizar análise de risco e projeto de adequação à Nr-12 no setor de usinagem de uma grande indústria**. Revista Uniaraguaia, v. 16, n. 3, p. 32- 53, 2021.

Disponível em: <https://sipe.uniaraguaia.edu.br/index.php/REVISTAUNIARAGUAIA/article/view/1016/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

GUTTMAN, Misael. **Método HRN (Hazard Rating Number) a principal ferramenta para a avaliação de riscos em máquinas**. Julho de 2021. Disponível em: <https://www.zielengenharia.com/single-post/2017/03/02/m%C3%A9todo-hrn-hazard-rating-number-a-principal-ferramenta-para-a-avalia%C3%A7%C3%A3o-de-riscos-em-m%C3%A1qu>. Acesso em: 06 jun. 2023

JESUS, Dalton D. **Estudo para adequação de torno mecânico a norma NR-12**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia Mecânica) – Universidade de Taubaté, Taubaté, SP, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br/jspui/handle/20.500.11874/4820>. Acesso em: 05 jun. 2023.

LAGO, Eliane Maria Gorga; OLIVEIRA, Jaqueline Mata de. Gerenciamento de Risco de Acidente do Trabalho na Execução de Rede Externa de Gás Natural – Estudo de Caso.

**Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, 8(2), 50-64, 2023. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/rep/article/view/2484>.

Acesso em: 05 abr. 2024.

LEMOS, Ranna Raniely de Souza. **A evolução das NRs de segurança do trabalho no Brasil**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Mossoró, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/items/58942058-4a93-4f6c-a3e4-ada64934d450>.

Acesso em: 05 jun. 2023.

LUCIANO, Érik Leonel; ROHM, Daniel G.; ROSA, Jorge L.; TIRELLI, Marcelo A.; OKANO, Marcelo T.; RIBEIRO, Rosinei B. Gerenciamento de riscos ocupacionais: uma nova proposta de segurança do trabalho. **South American Development Society Journal**, v. 6, n. 17, p. 156, 2020. Disponível em: <https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/319>. Acesso em: 05 mai. 2024.

MACHADO, Andressa Carla Pereira; SCHMIDT, Igor; THOMAZ, Maria Regina. Apreciação de risco de uma máquina de corte a plasma e oxicorte. **Anais da Engenharia Mecânica/ISSN 2594-4649**, v. 6, n. 1, p. 49-67, 2022. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engmec/article/view/410>. Acesso em: 06 jun. 2023.

MAKIYAMA, Marcelo Kenzi; MITTMANN, Junior Gustavo; VICARI, Paulo. Implantação de um sistema de segurança em uma envasadora de requeijão. **Anais da Engenharia**

**Mecânica/ISSN 2594-4649**, v. 6, n. 1, p. 348-368, 2022. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engmec/article/view/423>. Acesso em: 05 jun. 2023.

MELO, Adriano Teixeira; NEIVA, Clênio Silva; SANTOS, Daniel José. Adequação de máquina Modeladora segundo NR 12: Um artigo relato de caso científico. **Anais do 3º Simpósio de TCC das faculdades: FINOM e Tecsoma**, 1032-1045, 2020. Disponível em: <https://www.finom.edu.br/public/assets/uploads/cursos/tcc/2021021515022124.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2023.

MORAES, Giovanni. **Legislação de Segurança e Saúde no Trabalho**: normas regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego. 10 ed. [s.l.]: Editora e Livraria Virtual LTDA, 2013.

NICLOTTI, Rogério Luiz. **Implementação da NR-12 em uma prensa hidráulica de modelo calende usando método HRN**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Engenharia Mecânica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2018. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15252>. Acesso em: 06 jun. 2023.

PAULINO, Maykon Douglas Martins. **Avaliação de risco pelo método Hazard Rating Number em setor de indústria produtora de biodiesel em Porto Nacional/TO**. Inventionis, v. 1, n. 2, p. 9-18, 2019. Disponível em: <http://www.cognitionis.inf.br/index.php/inventionis/article/view/CBPC2674-6395.2019.002.0002>. Acesso em: 06 jun. 2023

PORTARIA. **Portaria SEPRT nº 916 de 30/07/2019**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=381122>. Acesso em: 20 de mar 2024.

RIEDER, Jampier Romerito; SCHIMIDT, Igor; VICARI, Paulo. Apreciação de riscos em uma máquina moedora de carnes em um frigorífico de aves no Oeste de Santa Catarina. **Anais da Engenharia Mecânica/ISSN 2594-4649**, v. 6, n. 1, p. 68-86, 2022. Disponível em: <https://uceff.edu.br/anais/index.php/engmec/article/view/411>. Acesso em: 04 abr. 2024.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Gerenciamento de riscos**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2013. Disponível em: <https://site.educacao.go.gov.br/files/SESMT/GerenciamentodeRiscosOcupacionais.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2023.

SILVA, Dione Carlos S. **Adequação de máquinas e equipamentos antigos à NR-12 visando o baixo custo**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, MG, 2019. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1921>. Acesso em: 05 jun. 2023.

SILVA, Lucas Calazans. **Proposta de adequação de máquina embrulhadeira à norma NR-12 para uso em indústria de balas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Minas Gerais, Formiga, MG, 2022. Disponível em: [https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2022/Biblioteca/TCC\\_Lucas%20Calazans\\_Versao\\_20\\_11\\_2022%20CORRECAO%20081222.pdf](https://www.formiga.ifmg.edu.br/documents/2022/Biblioteca/TCC_Lucas%20Calazans_Versao_20_11_2022%20CORRECAO%20081222.pdf). Acesso em: 05 jun. 2023.