

NR12

Apreciação de Risco



O presente trabalho trata-se de propriedade intelectual do(s) autor(es) e profissional(is) subscritor(es), estando todos os direitos reservados previstos na Constituição Federal, na Lei e em Normatizações aplicáveis. Deve ser garantida sua inalterabilidade. Sua reprodução, seja parcial ou integral, e em quaisquer circunstâncias, somente será possível com a permissão deste(s).

Incluem-se nesta projeção legal o texto, o parecer, a conclusão, abrangendo o seu conteúdo científico ou técnico, assim como desenhos, croquis, fórmulas, estatísticas, processos de aplicação, padronização, metodologia, testes, modelos, simulações, amostras, especificações e demais informações correlatas compreendidas e inseridas na presente obra, que pode ser denominada laudo.

O não atendimento desta instrução poderá acarretar responsabilidade civil e criminal do(s) infratores.

SUMÁRIO

1	Identificação	1
2	Introdução	6
3	Normas de Referência	7
4	Metodologia	8
5	Limites do Relatório	26
6	Parecer Conclusivo	27
7	Referências Bibliográficas	28
8	Análise Individual	29

1. Identificações

1.1. Solicitante

Empresa	<i>VOLMED Brasil equipamentos Ltda</i>
CNPJ	<i>20.137.275/0001-89</i>
Endereço	<i>Rua Francisco Correa Bueno, Jardim Embaré</i>
Cidade	<i>São Carlos</i>
Estado	<i>São Paulo</i>
CEP	<i>13.563-888</i>

1.2. Projeto

Número do Documento	<i>001</i>
Nome do Projeto	<i>Apreciação de Riscos – NR 12</i>
Revisão	<i>00</i>
Responsável pelo Acompanhamento	<i>Aldo Ferreira de Queiroz</i>

1.3. Responsável(is) Técnico(s)

Nome	<i>William de Souza Novas</i>
CREA	<i>5069493449</i>
Titulação	<i>Engenheiro Mecânico e Engenheiro De Segurança do Trabalho</i>
Nome	<i>Gabriel Marcos Boni</i>
CREA	<i>5070441144</i>
Titulação	<i>Engenheiro Eletricista e Engenheiro de Segurança do Trabalho</i>

Leiaute

O leiaute do documento foi desenvolvido para atender os requisitos da ISO 45001 (2018), da ABNT NBR 12100 (2013) e da NR-12 (2019), permitindo uma gestão eficaz dos riscos das máquinas e dos equipamentos, facilitando sua gestão eficaz, bem como, a análise crítica e

a tomada de decisões por partes dos gestores da empresa. Neste relatório, leva-se também em consideração o cumprimento da norma ISO 45001 (2018) e das auditorias referentes à legislação de segurança e saúde ocupacional. A Figura 1 ilustra a configuração deste documento e o Quadro 1 apresenta um breve resumo de suas partes.

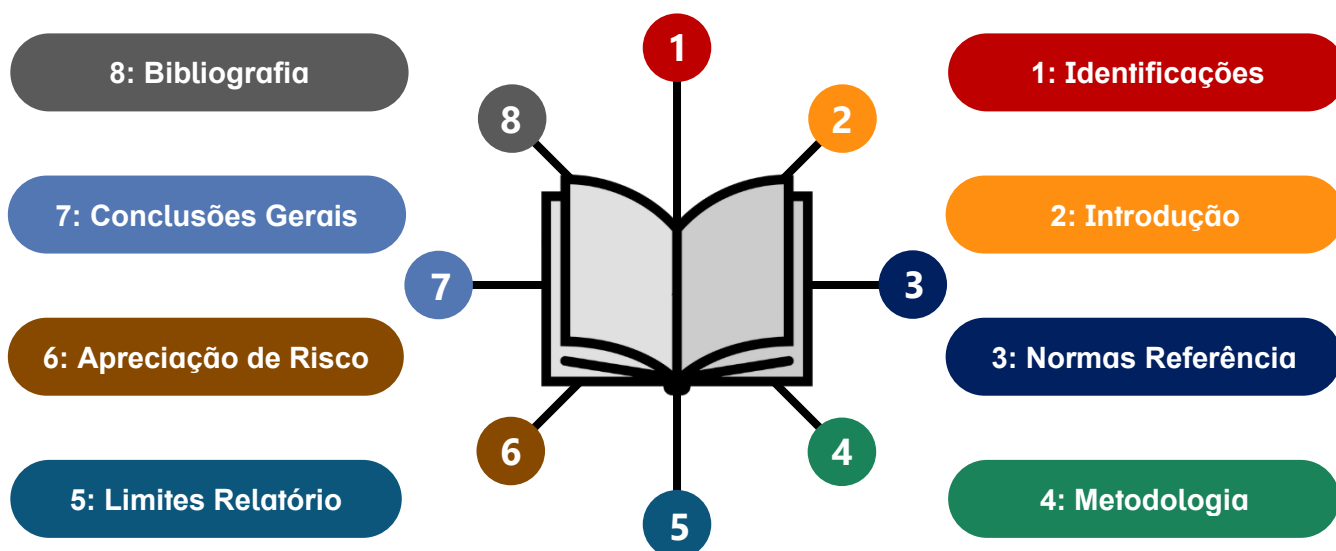


Figura 1 - Configuração do Documento

1	Identificação	Identificação da empresa, do responsável pelo acompanhamento em campo, do responsável técnico pelo laudo, do período de levantamento em campo e da rastreabilidade.
2	Introdução	Descrição das considerações iniciais e do objetivo do laudo.
3	Normativa de Referência	Descrição das principais normas observadas direta ou indiretamente para a emissão do parecer final do laudo.
4	Metodologia	Apresentação da metodologia aplicada para a elaboração da apreciação de risco que respalda as conclusões.
5	Limites do Relatório	Descrição dos limites do relatório, informando os pontos que não foram observados na vistoria.
6	Apreciação de Risco	Estudo técnico baseado na ABNT NBR ISO 12100 e NR-12 para identificar as condições atuais da máquina inspecionada.
7	Conclusões Gerais	Parecer geral sobre as condições atuais da máquina e a possibilidade ou não de redução do risco.
8	Bibliografia	Relação das referências bibliográficas utilizadas no presente estudo.

Tabela 1 - Resumo do Leiaute do Documento (Fonte: Elaborado pelo autor)

A parte 8 contempla o anexo em que a presente apreciação de risco foi desenvolvida.

Essa apreciação foi dividida conforme as partes da NR-12, visando a obter uma análise sistêmica de cada tema. Dessa forma, será facilitada a consulta aos resultados e, consequentemente,

a tomada de decisões. Nesse sentido, para organizar as informações, cada parte da norma é identificada neste documento com uma cor diferente na borda lateral direita da folha, conforme ilustra a Figura 2.

Apreciação de Riscos **NR12**

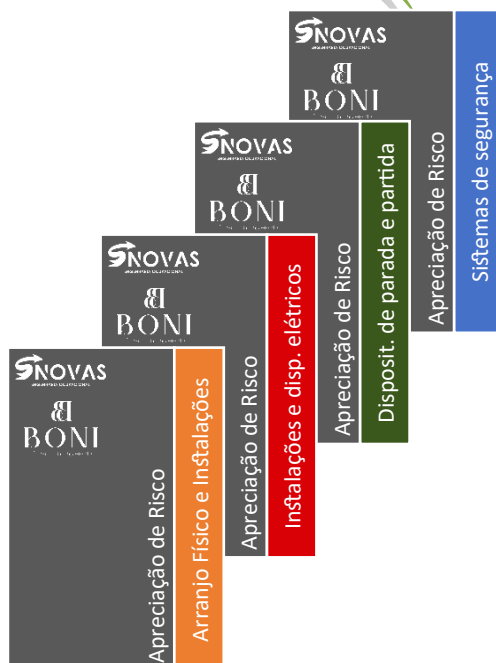


Figura 2 - Apreciação de Risco

Por fim, para a compreensão correta do laudo, ressalta-se a importância da leitura de todas as partes deste documento, em especial, a parte metodológica.

2. Introdução

A apreciação de risco, como apontado, é baseada nas exigências da **NR-12** (2022) e segue as normas da **ABNT NBR ISO 12100** (2013) (Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto - Apreciação e redução de riscos) e **ABNT NBR ISO/IEC 31010** (Gestão de riscos – técnicas para o processo de avaliação de riscos).

Por sua vez, a determinação da categoria de risco (B,1,2,3 ou 4) se dá conforme a ABNT NBR 14153 (2013) (Segurança de Máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projetos), em atendimento ao item 12.34(a) da NR-12 (2019).

Ainda, a Classificação de prioridade de adequação é feita através do método HRN (Hazard Rating Number).

Em tempo, aponta-se que, de acordo com **ABNT NBR ISO 31000** (2009), a análise de risco fornece subsídios para decisões sobre a necessidade de intervenção ou não no maquinário, envolvendo a apreciação das causas e as fontes de riscos, bem como suas consequências positivas e negativas e a probabilidade de essas consequências ocorrerem. Este documento, então, tem como finalidade auxiliar na tomada de decisões com base nos resultados.

Em algumas circunstâncias, a avaliação pode levar à decisão de se proceder uma análise mais aprofundada, ou mesmo de, analisado o risco, não o tratar de outra forma que não seja manter os controles já existentes. Essa decisão será influenciada pela atitude da organização perante o risco, considerando também suas possibilidades técnicas e operacionais.

3. Normas de Referência

A tabela 02 apresenta as principais normas observadas para elaboração da apreciação de risco.

1	Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto - Apreciação e redução de riscos	ABNT NBR ISO 12100	9	Segurança de máquinas - Proteções - Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis	ABNT NBR 272
2	Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos	ABNT NBR ISO/IEC 31010	10	Segurança de máquinas - Dispositivos de intertravamento associados a proteções - Princípios para projeto e seleção	ABNT NBR ISO 14119
3	Segurança de Máquinas - Partes de sistemas de comando relacionados à segurança - Princípios gerais para projetos	ABNT NBR 14153	11	Segurança de máquinas - Posicionamento dos equipamentos de proteção com referência à aproximação de partes do corpo humano	ABNT NBR ISO 13855
4	Segurança de máquinas - Dispositivos de comando bimanuais - Aspectos funcionais e princípios para projeto	ABNT NBR 14152	12	Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando associados à segurança Parte 1 - Princípios	ABNT NBR ISO 13849-1
5	Segurança de máquinas - Distância de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros inferiores e superiores	ABNT NBR 13850	13	Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando associados à segurança Parte 2 - Validação	EN IEC 62061
6	Segurança de máquinas - Distância de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros inferiores e superiores	ABNT NBR ISO 13857	14	Segurança de máquinas - Máquinas injetoras de plásticos e borracha	ABNT NBR 13536
7	Segurança de máquinas - Manual de Instrução - Princípios gerais de elaboração	ABNT NBR 16746	15	Segurança de máquinas - Equipamentos Elétricos de máquinas - Parte 1: Requisitos gerais	ABNT NBR IEC 60204
8	Segurança de máquinas e equipamentos	NR-12	16	Occupational Safety and Health Administration	OSHA 29 CFR

Tabela 2 - Normas de Referência

Além da relação de normas descrita na Tabela 02, outras normas técnicas ou normativos e legislações serão utilizadas em função das características específicas das máquinas analisadas e do setor econômico da empresa (farmacêutica, automobilística, alimentos, mineração, etc), além de normas regulamentadoras correlatas (NR-10; NR-13; NR-18, etc).

4. Metodologia

4.1. Considerações Gerais

O estudo apresentado neste documento levou em consideração os requisitos e as boas práticas de gerenciamento de risco, conforme a norma ABNT NBR ISO/IEC 31010 (Gestão de riscos – Técnicas para o processo de avaliação de riscos), observando as etapas da norma ABNT NBR ISO 12100 (Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Apreciação e redução de riscos) e as considerações e métodos das normas ABNT NBR 14153 (Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projetos), ABNT NBR ISO 13849 – parte 1 e 2 (Segurança de máquinas Partes de sistemas de comando relacionados à segurança), ABNT ISO/TR 14121-2 (2018) (Segurança de máquinas – Apreciação de risco – Parte 2: Guia práticos e exemplos e métodos), além de normas correlatas e do método HRN.

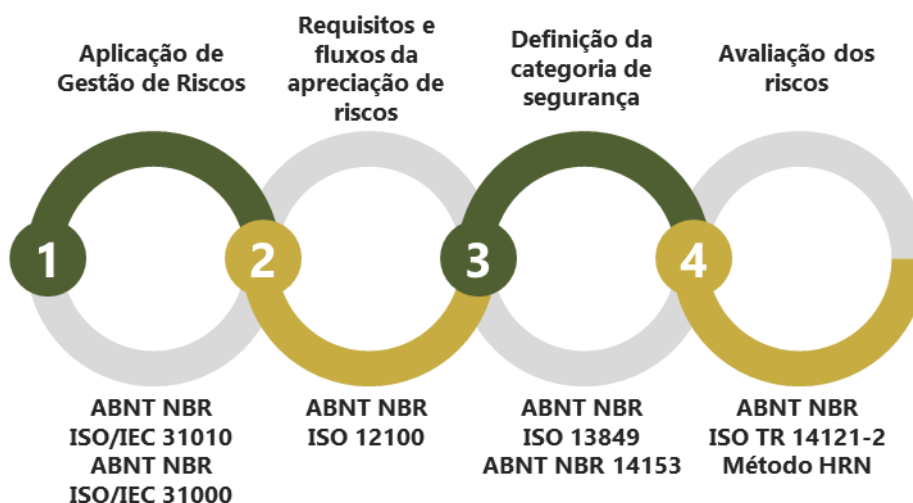


Figura 3 - Fluxo de Normas de Referência Utilizadas no Estudo

4.2. Método da Análise de Risco

A análise do risco foi realizada após levantamento em campo de informações prestadas pelos responsáveis da empresa contratante, seguindo como roteiro as considerações da norma ABNT NBR ISO 12100 (Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Apreciação e redução de riscos), respeitando integralmente o fluxo representado pela

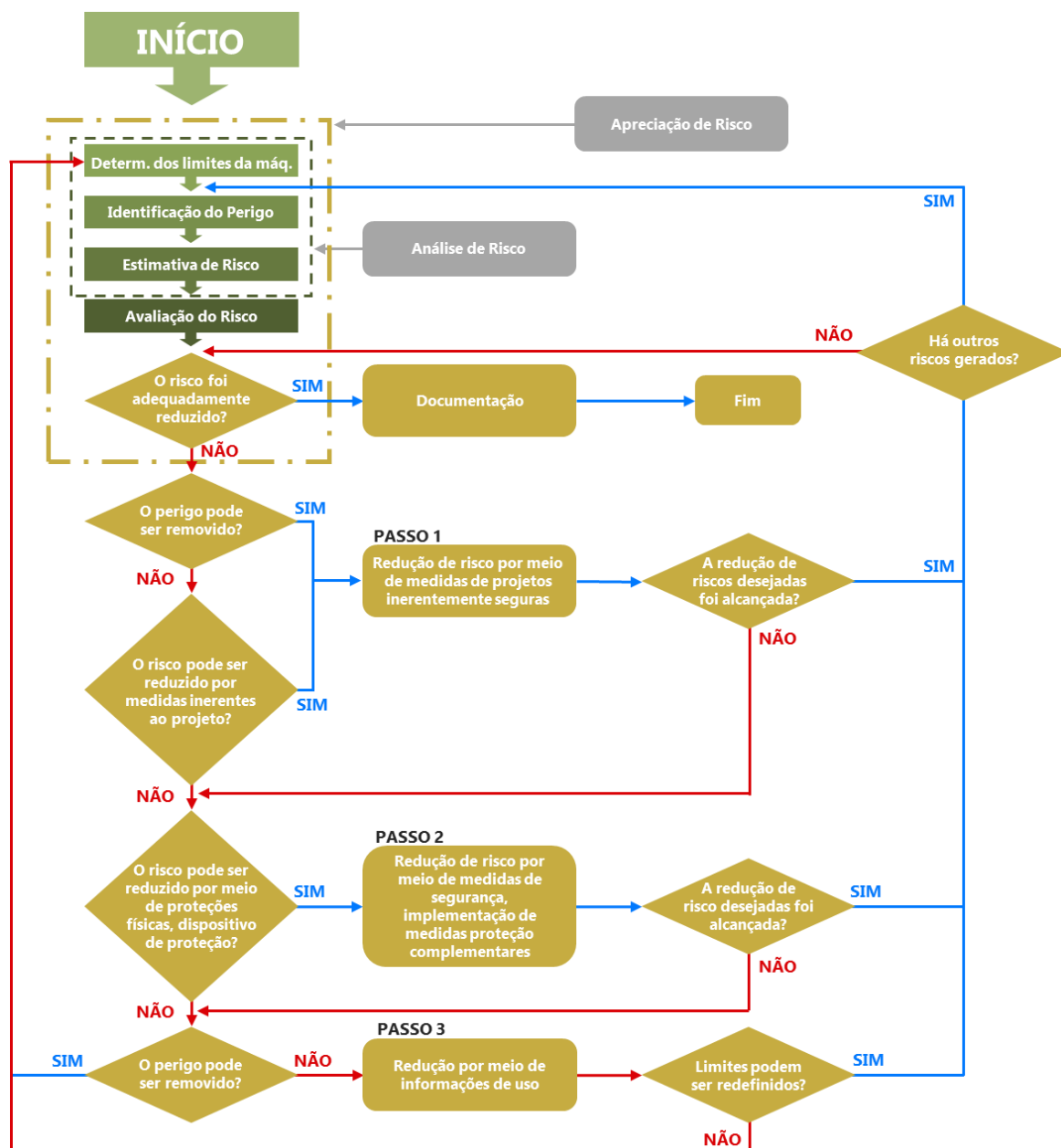


Figura 4 - Fluxo da Metodologia de Apreciação de Risco

Apreciação de Riscos

NR12

Para cumprimento dos requisitos estabelecidos pela ABNT NBR ISO 12100 (2013), a apreciação de riscos seguiu as seguintes etapas representadas pela Figura 5:

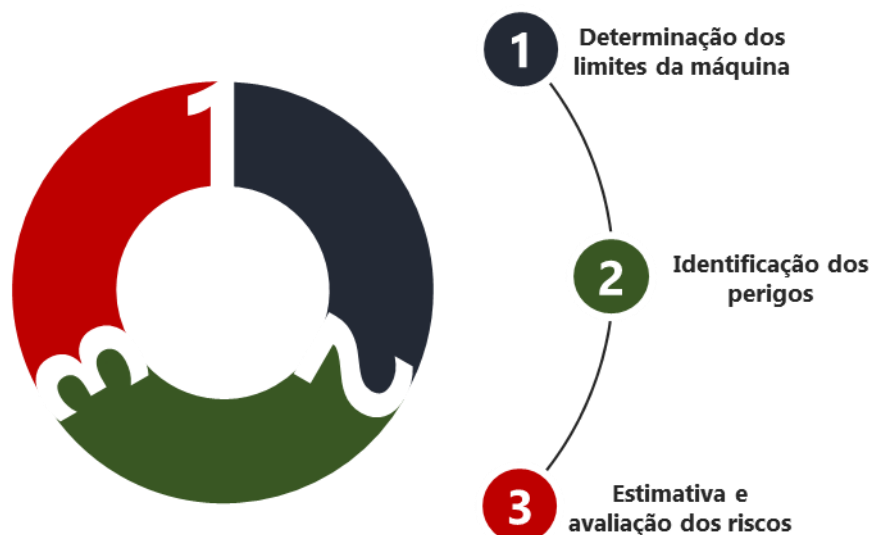


Figura 5 - Etapas de Avaliação Conforme ABNT NBR ISO 12100

Inicialmente foram determinados os limites da máquina levando em consideração todas as fases de seu ciclo de vida. Em seguida, foram verificados os limites de uso, incluindo o uso devido, bem como as formas de mau uso previsíveis, os limites de espaço, os limites de tempo, além de outros limites que podem interferir na avaliação, conforme as tabelas a seguir:

Limites de Uso	
A	Os diferentes modos de operação e diferentes procedimentos de intervenção para os usuários, incluindo intervenções exigidas pela má utilização da máquina.
B	O uso da máquina (por exemplo, industrial, não industrial e doméstico) por pessoas identificadas por gênero, idade, mão de uso dominante, ou habilidades físicas limitadas.
C	Níveis antecipados de treinamentos, experiência ou habilidade do usuário, incluindo: operadores, equipe manutenção ou técnicos, aprendizes e treinandos e público em geral
D	Exposição de outras pessoas aos perigos associados à máquina, quando podem ser razoavelmente previstos: >Pessoas que provavelmente possuem uma boa noção dos perigos específicos, como operadores de máquinas adjacentes. >Pessoas, como o pessoal de administração, que provavelmente possuem pouca noção dos perigos específicos, mas que provavelmente têm conhecimento dos procedimentos de segurança do local, rotas autorizadas etc. >Pessoas que possuem uma noção muito pequena dos perigos da máquina ou dos procedimentos de segurança, como visitantes, ou pessoas do público em geral, incluindo crianças.

Tabela 3 – Limites de Uso (Fonte: Item 5.3 da ABNT NBR ISO 12100)

Limites de Espaço

A	Cursos de movimento.
B	Espaços destinados a pessoas que interagem com máquina, tanto em operação como em manutenção.
C	Interação humana tal como interface homem-máquina.
D	Conexão da máquina com as fontes de suprimento de energia.

Tabela 4 – Limites de Espaço (Item 5.3 da ABNT NBR ISO 12100)

Limites de Tempo

A	A vida útil da máquina e/ou de alguns de seus componentes (ferramental, partes que podem se desgastar, componentes eletromecânicos etc.) levando-se em consideração o uso devido da máquina e mau uso razoavelmente previsível.
B	Intervalos de serviços recomendados.

Tabela 5 - Limites de Tempo (Item 5.3 da ABNT NBR ISO 12100)

Outros Limites

A	Propriedade dos materiais a serem processados.
B	Limpeza e organização - o nível de limpeza exigido.
C	Meio ambiente - as condições máximas e mínimas de temperatura recomendadas, possibilidade de operação da máquina em ambientes externos ou internos, clima seco, úmido, incidência direta da luz solar, tolerância à poeira e líquidos etc.

Tabela 6 - Outros Limites (Item 5.3 da ABNT NBR ISO 12100)

Apreciação de Riscos

NR12

Em seguida, foram identificados, a partir dos perigos previsíveis, situações e eventos perigosos que podem ocorrer durante o ciclo de vida máquina, levando em consideração as fases de transporte, montagem, instalação, preparação para uso, utilização, desmontagem e descarte, conforme determina o item 5.4 a ABNT NBR ISO 12100 (2013) e conforme descrevem as tabelas 7, 8 e 9.

Interação Humana Durante Todo o Ciclo da Máquina

A	Ajustes	J	Troca de ferramenta
B	Testes	K	Partida da máquina
C	Programação, instrução	L	Todos os modos de operação
D	Alimentações da máquina	M	Retirado dos produtos da máquina
E	Parada da máquina	N	Detecção de defeitos e interven. do operador
F	Parada em caso de emergência	O	Limpeza e organização
G	Retomada da operação	P	Manutenção preventiva
H	Nova partida após parada inesperada	Q	Manutenção corretiva

Tabela 7 - Identificação dos Perigos - Interação Humana (Item 5.4 da ABNT NBR ISO 12100)

Possível Estado da Máquina

A	A máquina executando sua função prevista (operando normalmente).
B	A máquina não executando sua função prevista, devido a diversas razões, incluindo: Variação de propriedades, bem como dimensões do material ou peça que está sendo processada; > Falha em um ou mais de seus componentes, partes ou serviços; > Distúrbios externos (por exemplo, choques, vibração ou interferência eletromagnética); > Distúrbio no seu suprimento de energia > Condições no entorno da máquina (por exemplo, imperfeições na superfície do piso).

Tabela 8 - Identificação dos Perigos – Estado da Máquina (Item 5.4 da ABNT NBR ISO 12100)

Comportamento Não Intencional do Operador ou Formas de Mau uso da Máquina Previsíveis

A	Perda do controle da máquina por parte do operador.
B	Comportamento instintivo de uma pessoa em caso de mau funcionamento, incidentes ou durante o uso da máquina.
C	Comportamento resultante de falha de atenção, concentração ou descuido.
D	Comportamento resultante de adoção "caminho mais fácil" para se realizar uma tarefa.
E	Comportamento resultante de pressões para manter a máquina operando em quaisquer circunstâncias.
F	Comportamento resultante de determinadas pessoas (pessoal desabilitado).

Tabela 9 - Identificação dos Perigos – Comportamento do Operador (Item 5.4 da ABNT NBR ISO 12100)

4.3. Método para Avaliação do Risco

A avaliação (estimativa) do risco é determinada pelo método HRN, que foi escolhido por trazer como resultado um valor em número. Com este valor, é possível estimar o risco atual e prever o risco futuro após as adequações necessárias na máquina, ou seja, o método atende integralmente as diretrizes da ABNT NBR ISO 12100, visto que com ele é possível determinar o percentual de redução do risco. Os riscos associados à máquina são estimados em função da combinação dos parâmetros apresentados na Figura 6.

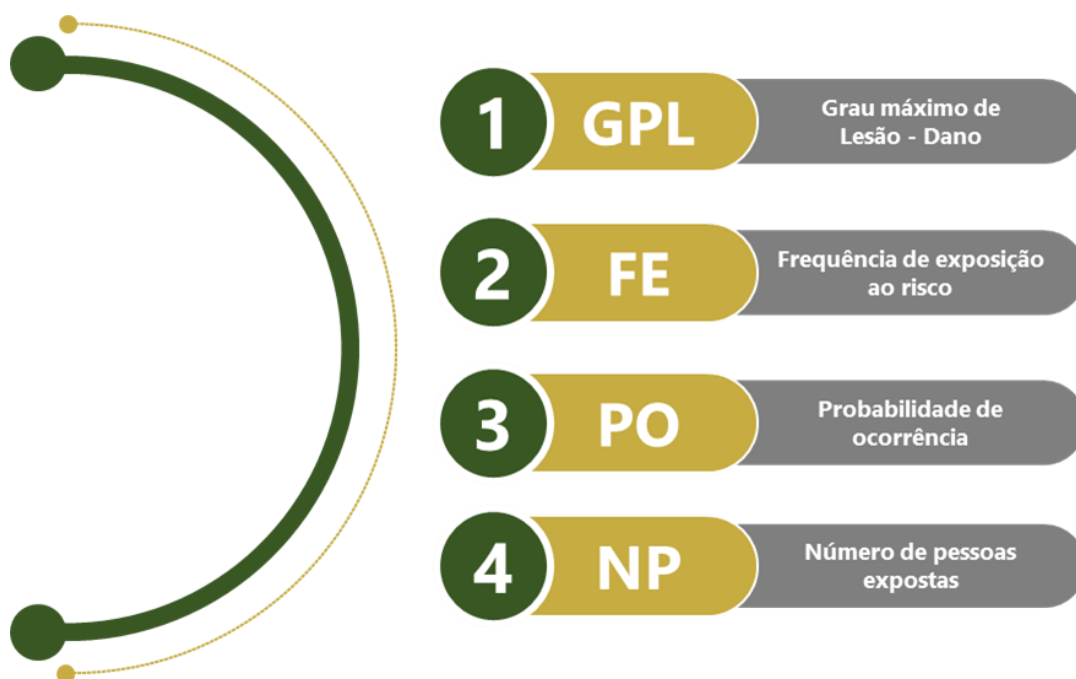


Figura 6 - Parâmetros Método HRN

4.3.1. Grau Máximo da Lesão (Severidade)

O índice GPL refere-se às consequências em caso de acidente, ou seja, se um evento vier a ser confirmado, qual será a gravidade da lesão ocasionada. No caso aqui apresentado, foi pontuada a lesão mais grave (SANTOS JÚNIOR; ZANGIROLAMI, 2020). A Tabela 10 apresenta os valores padronizados para o índice GPL.

GPL	Severidade - Dano
0,1	Contusão / Arranhão Leve
0,5	Dilaceração / corte / enfermidade leve
1	Fratura - ossos menores ou doença leve (temporária)
2	Fratura - ossos importantes ou doença leve (permanente)
4	Perda de 1 membro/olho ou doença grave (temporária)
8	Perda de 2 membros/olhos ou doença grave (permanente)
15	Fatalidade

Tabela 10 - Índice GPL - Grau Máximo de Lesão (Fonte: Adaptado de Stell et al. (1990, p.20))

4.3.2. Frequência de Exposição

O índice de frequência de exposição (FE) se refere à frequência em que a pessoa está sendo exposta ao perigo identificado (SANTOS JUNIOR; ZANGIROLAMI, 2020). A Tabela 11 apresenta os valores padronizados para esse índice.

FE	Frequência de Exposição
0,1	Raramente
0,2	Anual
1	Mensal
1,5	Semanal
2,5	Diário
4	Horário
5	Constantemente

Tabela 11 - Índice FE - Frequência de Exposição (Fonte: Adaptado de Stell et al. (1990, p.20))

4.3.3. Probabilidade de Ocorrência

O índice de probabilidade de ocorrência (PO) se refere à probabilidade de uma pessoa ficar exposta ao perigo em função dos riscos apresentados pela máquina (SANTOS JUNIOR; ZANGIROLAMI, 2020). A Tabela 12 apresenta os valores padronizados para esse índice.

PO	Probabilidade de Ocorrência do Dano
0,1	Quase impossível
0,5	Altamente improvável
1	Improvável
2	Possível
5	Alguma chance
8	Provável
10	Muito Provável
15	Certamente

Tabela 12 - Índice PO - Probabilidade de Ocorrência (Fonte: Adaptado de Stell et al. (1990, p.20))

4.3.4. Número de Pessoas Expostas ao Risco

O índice de número de pessoas (NP) refere-se ao número de pessoas envolvidas no evento que estão expostas aos riscos da máquina (SANTOS JUNIOR; ZANGIROLAMI, 2020). A Tabela 13 apresenta os valores padronizados para esse índice.

NP	Número de Pessoas Expostas ao Risco
1	1 a 2
2	3 a 7
4	8 a 15
8	Acima de 15

Tabela 13 - Índice NP - Número de Pessoas Expostas ao Risco (Fonte: Adaptado de Stell et al. (1990, p.20))

4.3.5. Definição do Grau de Risco

Feita a análise da máquina e determinados os índices GLP, FE, PO e NP, o próximo passo foi determinar o valor do HRN, ou seja, o grau de risco dos perigos identificados. O HRN é determinado pela expressão.

$$\text{HRN} = \text{GLP} \times \text{FE} \times \text{PO} \times \text{NP}$$

Com o valor obtido pelo HRN, basta determinar o risco da máquina utilizando a classificação apresentada na Figura 7.



Figura 7 - Tabela de Classificação Geral

4.4. Definição da Categoria de Risco

A categorização de risco da máquina foi realizada com o objetivo principal de determinar se os dispositivos de segurança nela instalados atendem aos requisitos normativos de segurança. Além disso, também houve o objetivo de especificar corretamente os futuros dispositivos que deverão ser instalados.

Em tempo, observa-se que a categoria de segurança é a classificação das partes relacionadas à segurança de um sistema de comando, no que diz respeito à resistência a defeitos e ao subsequente comportamento na condição de defeito – condição essa alcançada pelos arranjos estruturais das partes e/ou por sua confiabilidade (MTE, 2015).

O estudo levou em consideração as normas ABNT NBR 14153 e ABNT NBR ISO 13849-1.

4.4.1. Conforme ABNT NBR 14153

A categorização do risco da máquina foi realizada com o objetivo principal de determinar se os dispositivos de segurança instalados na máquina atendem os requisitos normativos de segurança. Além disso, também objetivamos especificar corretamente os futuros dispositivos que deverão ser instalados.

A norma ABNT NBR 14153 (Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projeto), estabelece a classificação das categorias de proteção, especificando o princípio de funcionamento necessário para o cumprimento dos requisitos de segurança estabelecidos.

O desempenho de uma parte de um sistema de comando relacionado à segurança, com relação à ocorrência de defeitos, é dividido em cinco categorias (B, 1, 2, 3 e 4) pela ABNT NBR 14153. Essas categorias são usadas como pontos de referência (MTE, 2015), conforme ilustra a Figura 8.

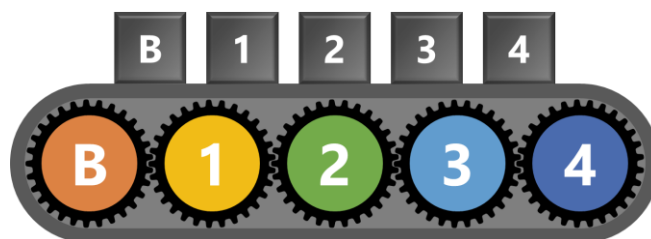


Figura 8 - Categorias de Segurança Conforme ABNT NBR 14153

4.4.1.1. Categoria B

As partes de sistemas de comando relacionadas à segurança devem ao menos ser projetadas, construídas, selecionadas, montadas e combinadas de acordo com as normas relevantes, usando os princípios básicos de segurança para a aplicação específica. Elas devem resistir:

- Fadiga operacional prevista, como, por exemplo, a confiabilidade e frequência de comutação;
- Influência do material processado ou utilizado no processo, como, por exemplo, detergentes em máquinas lavar;
- Outras influências externas relevantes, como, por exemplo, vibrações mecânicas, campos externos, distúrbios ou interrupção do fornecimento de energia;

4.4.1.2. Categoria 1

As partes de sistemas de comando relacionadas à segurança, de categoria 1, devem ser projetadas e construídas utilizando-se componentes bem ensaiados e princípios de segurança comprovados. Um componente bem ensaiado para uma aplicação relacionada à segurança é aquele que:

- Largamente empregado no passado, com resultados satisfatórios em aplicações similares, ou
- Construído e verificado utilizando-se princípios que demonstrem sua adequação e confiabilidade para aplicações relacionadas à segurança.

4.4.1.3. Categoria 2

As partes de sistemas de comando relacionadas à segurança, de categoria 2, devem ser projetadas de tal forma que sejam verificadas em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina. A verificação das funções de segurança deve ser efetuada

- Na partida da máquina e antes do início de qualquer situação de perigo, e
- Periodicamente, durante a operação, se a avaliação do risco e o tipo de operação mostrarem que isso é necessário.

O início dessa verificação pode ser automático ou manual. Qualquer verificação das funções de segurança deve:

- Permitir a operação, se nenhum defeito for constatado, ou
- Gerar um sinal de saída, que inicia uma ação apropriada do comando, se um defeito for constatado. Sempre que possível, esse sinal deve comandar um estado seguro.

Sempre que possível, esse sinal deve comandar um estado seguro. Quando não for possível comandar um estado seguro, como fusão de contatos no dispositivo final de comutação, a saída deve gerar um aviso de perigo.

A verificação por si só não deve levar a uma situação de perigo. O equipamento de verificação pode ser parte integrante, ou não, das partes relacionadas à segurança que processam a função. Após a detecção de um defeito, o estado seguro deve ser mantido até que o defeito tenha sido sanado.

O comportamento do sistema de categoria 2 permite que o sistema:

- A ocorrência de um defeito leve à perda da função de segurança entre as verificações;
- A perda da função de segurança seja detectada pela verificação.

4.4.1.4. Categoria 3

Partes relacionadas à segurança de sistemas de comando de categoria 3 devem ser projetadas de tal forma que um defeito isolado, em qualquer dessas partes, não leve à perda das funções de segurança. Defeitos de modos comuns devem ser considerados quando a probabilidade da ocorrência de tal defeito for significativa. Sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado deve ser detectado durante ou antes da próxima solicitação da função de segurança.

Esse requisito de detecção do defeito isolado não significa que todos os defeitos serão detectados. Consequentemente, o acúmulo de defeitos não detectados pode levar a um sinal de saída indesejado e a uma situação de perigo na máquina. Exemplos típicos de medidas utilizadas para a detecção de defeitos são os movimentos conectados de reles de contato ou a monitoração de saídas elétricas redundantes.

O comportamento do sistema de categoria 3 permite que:

- Quando o defeito isolado ocorre, a função de segurança sempre seja cumprida;
- Alguns, mas não todos, defeitos sejam detectados;
- O acúmulo de defeitos não detectados leva à perda da função de segurança.

Sempre que razoavelmente praticável significa que as medidas necessárias para a detecção de defeito e o âmbito em que são implementadas dependem, principalmente, da consequência de um defeito e da probabilidade da ocorrência desse defeito, dentro dessa aplicação. A tecnologia aplicada irá influenciar as possibilidades da implementação da detecção de defeitos.

4.4.1.5. Categoria 4

As partes de sistemas de comando relacionadas à segurança, de categoria 4, devem ser projetadas de tal forma que:

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

Se a detecção de certos defeitos não for possível ao menos durante a verificação seguinte à ocorrência do defeito, por razões de tecnologia ou engenharia de circuitos, a ocorrência de defeitos posteriores deve ser admitida. Nessa situação, o acúmulo de defeitos não pode levar à perda das funções de segurança. O comportamento do sistema de categoria 4 permite que:

- Quando os defeitos ocorrerem, a função de segurança seja sempre processada;
- Os defeitos sejam detectados a tempo de impedir a perda da função de segurança.

4.4.1.6. Definição dos Parâmetros

Para selecionar a categoria de risco conforme a ABNT NBR 14153, é necessário selecionar os parâmetros S1, S2, F1, F2, P1 e P2, representados na Figura 9.



Figura 9 - Parâmetros Conforme ABNT NBR 14153

Severidade dos Ferimentos (S1 e S2)

Na estimativa do risco proveniente de um defeito na parte relacionada à segurança de um sistema de comando, apenas ferimentos leves (normalmente reversíveis) e ferimentos sérios (normalmente irreversíveis) são considerados.



Figura 10 - Severidade do Ferimento

4.4.1.6.1. Frequência ou Tempo de Exposição ao Perigo (F1 e F2)

O período de exposição foi avaliado com base no valor médio observado em relação ao período total de utilização do equipamento. Observações como frequência de interação homem-máquina, intervalos de inspeção, ajustes e manutenção foram observados para seleção dos parâmetros.



Figura 11 - Tempo de Exposição ao Perigo

4.4.1.6.2. Possibilidade de Evitar o Perigo (P1 e P2)

Quando um perigo é identificado, é verificado se ele é inerente ao processo e se ele poderia ser evitado antes de levar a um acidente. Uma importante consideração é se o perigo pode ser diretamente identificado por suas características físicas ou por meios técnicos, como indicadores. Outra questão que pode influenciar na seleção do parâmetro P, inclui:

- *Operação com ou sem supervisão;*
- *Operação por especialistas ou por não profissionais;*
- *Velocidade com que o perigo aparece, por exemplo, rapidamente ou lentamente;*
- *Possibilidades de se evitar o perigo, por exemplo, por fuga ou por intervenção de terceiros;*
- *Experiências práticas de segurança relativas ao processo.*

Quando uma situação de perigo ocorre, P1 deve apenas ser selecionado se houver uma chance real de se evitar um acidente ou reduzir significativamente o seu efeito.

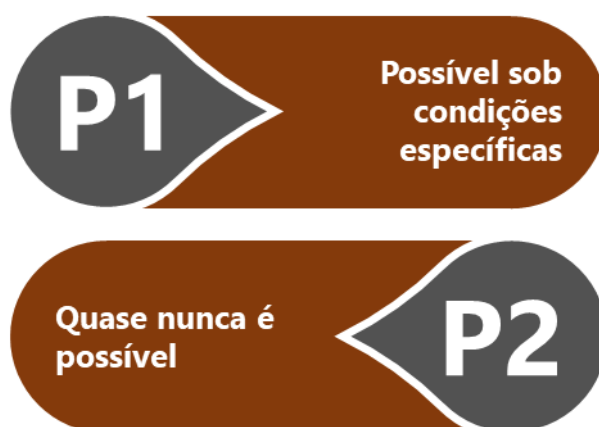


Figura 12 - Possibilidade de Evitar o Perigo

4.4.1.7. Matriz de Seleção

Uma vez definidos os parâmetros (S, F, P), o próximo passo é determinar, de forma direta, por meio da matriz de seleção, a categoria de segurança. A Figura 13 ilustra a matriz de seleção utilizada para a análise.

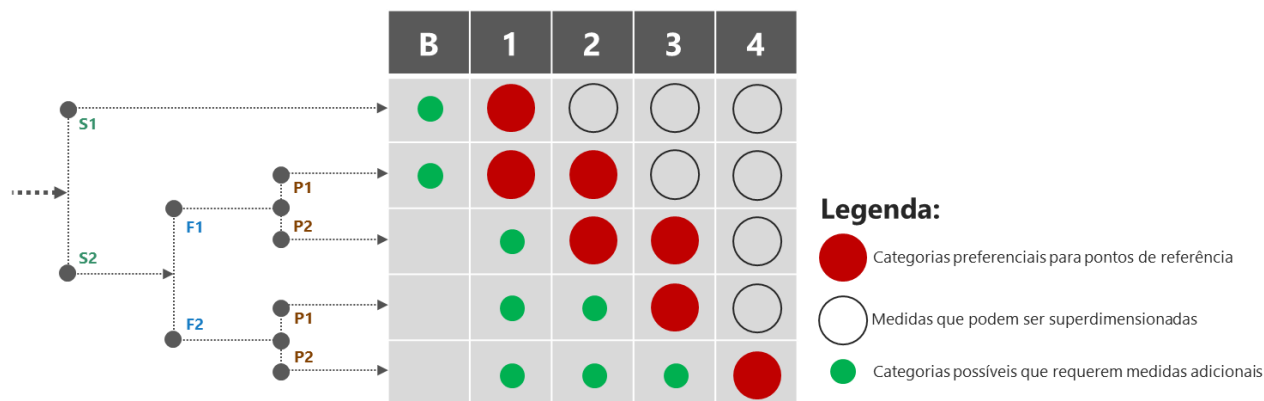


Figura 13 - Matriz de Classificação Conforme ABNT NBR 14153

4.4.2. Conforme ABNT NBR ISO 13849

A determinação do Nível de desempenho (Performance Level, PLr) tem como principal objetivo harmonizar os conceitos aplicados no Brasil com os conceitos internacionais, visto que muitas máquinas, equipamentos e dispositivos de proteção são importados.

A norma ABNT NBR ISO 13849-1 (Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Parte 1: Princípios gerais de projeto) tem seus princípios amparados na estrutura de segurança elétrica, pneumática, hidráulica e mecânica, considerando-se a pior hipótese para a probabilidade de ocorrência de um evento perigoso. O método se divide em cinco níveis de situação de perigo, conforme representa a Figura 14, sendo o nível “a” o mais baixo e o nível “e” o mais alto.

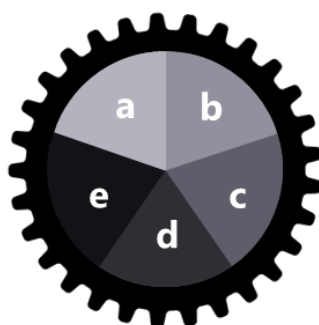


Figura 14 - Categorias de Segurança Conforme ABNT NBR ISO 13849

Assim como consta na ABNT NBR 14153, para determinar a categorização da máquina/ do equipamento, os parâmetros utilizados são S, F e P, conforme representado na Tabela 14.

(S) Gravidade da lesão	(F) Frequência e/ou duração da exposição ao perigo	(P) Possibilidade para evitar o perigo
(S1) Lesão leve (normalmente reversível)	(F1) Raramente e/ou curta duração	(P1) Possível sob determinadas condições
(S2) Lesão grave (normalmente irreversível)	(F2) Frequentemente e/ou longa duração	(P2) Difícilmente possível

Tabela 14 – Definição dos Parâmetros Conforme ABNT NBR 13849-1 (Fonte: Adaptado ABNT NBR ISO 13849-1)

4.4.2.1. Gráfico de Risco Conforme ABNT NBR ISO 13849

Também após definir os parâmetros (S, F, P), deve-se determinar de forma direta, por meio do gráfico de risco, a categoria de segurança, passo similar ao da ABNT NBR 14153. A Figura 15 ilustra a matriz de seleção utilizada para a análise.

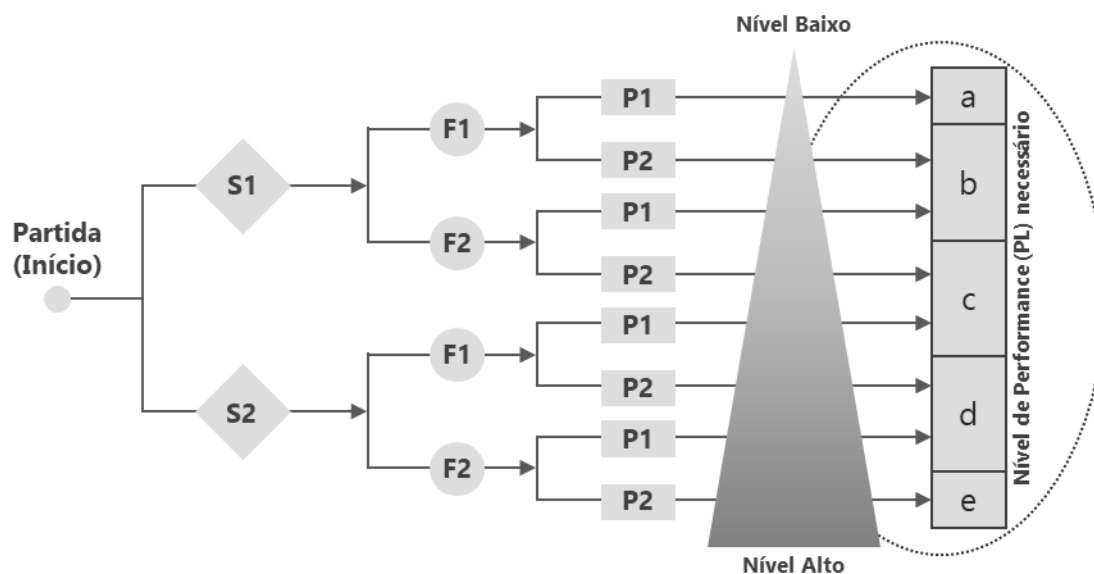


Figura 15 - Gráfico de Risco Conforme ABNT NBR ISO 13849 (Fonte: Adaptado de ABNT NBR ISO 13849)

4.5. Definição do Risco Geral da Máquina

A norma ABNT NBR ISO 12100 determina que a análise e a avaliação dos riscos deverão ser individuais por perigo identificado, ou seja, em uma máquina poderá existir mais de um perigo, portanto, os mesmos deverão ser analisados individualmente através de metodologia específica.

Para facilitar a gestão e definir a ordem de prioridade de intervenção nas máquinas e equipamentos, é utilizado o método para classificar a máquina em função do risco geral, ou seja, cada máquina irá possuir uma classificação de risco.

A definição do risco da máquina é calculada através da média de cada risco avaliado individualmente. Onde cada risco individual é pontuado conforme Tabela 15 abaixo:

Aceitável
Baixo
Significativo
Alto
Extremo

Tabela 15 - Definição do Risco Geral da Máquina

A definição do risco da máquina é calculada através da média dos HRN de cada perigo identificado, sem contabilizar os riscos classificados como "aceitáveis" na análise da máquina.

Calculado a média dos HRN, aplica-se os indicadores da Figura 16 abaixo:



Figura 16 - Tabela de Classificação Geral

5. Limites do Relatório

Para este estudo não foram consideradas as etapas de montagem, construção, transporte, comissionamento, descomissionamento e desativação.

Os riscos adicionais foram observados de forma qualitativa, o que ressalta a importância de a empresa manter os programas de segurança determinados pela portaria MTE nº 3.214, como: Programa de prevenção de riscos ambientais - PPRA, Programa de controle médico de saúde ocupacional - PCMSO, Gerenciamento de riscos ocupacionais - GRO, entre outros, previstos nas regulamentações de segurança e saúde ocupacional em vigor no país. As questões ergonômicas ficaram limitadas apenas no que se refere a observação das atividades no momento da vistoria e não foram verificadas as medidas antropométricas.

Dessa forma, esta apreciação de risco não desobriga a empresa de realizar as avaliações ergonômicas conforme os requisitos estabelecidos pela NR-17.

O resultado das avaliações se refere ao período das inspeções em campo. Logo, qualquer alteração nas máquinas, nos equipamentos, nos processos e nos procedimentos operacionais posteriormente à data de inspeção em campo, requer nova avaliação.

6. Parecer Conclusivo

De acordo com as avaliações realizadas, ficou evidenciado que, após as adequações recomendadas na apreciação, é possível reduzir o risco da máquina/do equipamento atendendo, desta forma, a norma ABNT NBR ISO 12100 e a NR-12.

É importante ressaltar que as adequações físicas, quando necessárias, devem ser antecedidas por projetos elaborados por profissionais habilitados em atendimento a boas práticas e ao cumprimento das legislações dos respectivos Conselhos de Classe.

Os projetos são etapas importantes na redução do risco, visto que é através deles que é possível evidenciar se as soluções foram dimensionadas de forma correta. Para todas as adequações, a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) deverá ser emitida.

As adequações deverão levar em consideração as etapas de operação, manutenção, ajustes e limpeza. No geral, a máquina/o equipamento encontra-se em bom estado de conservação e operacionalidade, porém, existe a necessidade de ações para atendimento da NR-12.

As considerações técnicas descritas nesta análise retratam a situação do momento em que foram feitas as vistorias, devendo ser feita uma reavaliação sempre que houver mudanças significativas.


Todas as ações descritas são fruto das observações feitas pelo subscritor deste documento durante a visita e por meio de informações obtidas junto aos representantes da empresa



William de Souza Novas

CREA: 5069493449

*Engenheiro Mecânico e Engenheiro de
Segurança do Trabalho*



Gabriel Marcos Boni

CREA: 5070441144

*Engenheiro Eletricista e Engenheiro de
Segurança do Trabalho*

7. Refêrencias Bibliográficas

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2022. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-12.pdf>. Acesso em 01 jan. 2023.

CAMPBELL, Jennifer Mary. SMITH, Simon. Safety Hazard and Risk Identification and Management In Infrastructure Management: A Project Overview. 2007. School of Engineering and Electronics. The University of Edinburgh. Edinburgh. Scotland

CAMISASSA, Mara Queiroga. Segurança e Saúde no Trabalho: NRs 1 a 38 comentadas e descomplicadas. 9. ed. São Paulo: Gen, 2023

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. NBR ISO 45001 - Sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional - Requisitos (Tradução ABNT), 2018.

OIT - International Labour Office. Training Package on Workplace Risk Assessment and Management for Small and Medium-Sized Enterprises. 2013. Programme on Safety and Health at Work and the Environment (SafeWork). Genova. Itália.

PMI – Project Management Institute. PMBOOK Guide – A guide to the Project Management Body of Knowledge. 2021 - 7ª edição – Global Standard – São Paulo. SP.

SANTOS JÚNIOR, Joubert Rodrigues dos; ZANGIROLAMI, Márcio José. NR-12 Segurança em Máquinas e Equipamentos: conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Érica, 2020

SANTOS JR, J.R. NR-10: Segurança em eletricidade: uma visão prática. 2 ed. São Paulo: Érica, 2016.

STEEL, Chris et al. Hazard Rating Number. The Safety & Health Practitioner, Londres, p. 20-21, jun. 1990