

APRECIACÃO DE RISCO DE UMA EMBALADORA DE MIÚDOS PARA USO EM AMBIENTE FRIGORÍFICO¹

Jean Carlo Niemeyer²
Igor Schmidt³
Maria Regina Thomaz⁴
Bruno Turmina Guedes⁵

RESUMO

Este artigo tem como objetivo realizar a apreciação de riscos de uma embaladora de miúdos para o seu uso em ambientes frigorífico para sua posterior determinação da categoria de segurança. Sendo considerado as atualizações das normas de segurança, em especial para NR-12, relacionando máquinas e equipamentos é primordial assegurar a saúde e a integridade física dos trabalhadores durante todas as fases de utilização da máquina. Assim a apreciação de riscos se dá pela análise do projeto 3D da máquina, onde inicialmente foi realizado a identificação de todos os perigos e seus eventuais riscos, sendo posteriormente avaliado de maneira quantitativa cada risco separadamente, estimando e avaliando os mesmos, chegando a um nível baixo e aceitável para os riscos avaliados, sendo considerando satisfatório para o uso da máquina e da mesma forma para a categoria de segurança determinada chegou-se a um nível em que em caso ocorra algum defeito isolado, o mesmo não leve a perda de função da máquina.

Palavras-chave: Apreciação de riscos. Categoria de segurança. NR-12.

1 INTRODUÇÃO

Quando relacionamos máquinas e equipamentos, em especial para atender às necessidades das indústrias no ramo frigorífico, torna-se necessário priorizar a segurança e a operacionalidade da máquina durante todas as fases de ciclo da sua vida, da mesma forma mantendo a saúde e a integridade física dos trabalhadores. Pensando nesse motivo de produzir equipamentos e analisando as atualizações das legislações brasileiras no quesito segurança no trabalho, a importância de se produzir máquinas devidamente adequadas para o trabalho se torna cada vez maior.

Associando os acidentes de trabalho no país, na maior parte das vezes ocorrem em determinadas situações de trabalho. Sendo que a causa desses acidentes em máquinas e equipamentos ocorrem por não possuir sistema de segurança adequado, assim como a falta de atenção ou de treinamento, ainda como a falta de verificação e a escolha incorreta dos

¹ Artigo Científico apresentado com requisito para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

² UCEFF Faculdades. Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica. E-mail niemeyerjean@gmail.com.

³ UCEFF Faculdades. Esp em Engenharia Mecânica. E-mail igor@uceff.edu.br.

⁴ Docente da Eng. Mecânica UCEFF. E-mail: maria@uceff.edu.br.

⁵ Docente do curso de Eng. Mecânica. E-mail: brunoguedes@uceff.edu.br.

componentes de segurança, que quando sendo de baixa confiabilidade estão mais sucessíveis a falha ainda mais considerando ambientes severos como frigoríficos que estão sujeitos as condições adversas de temperatura com trabalho em ambientes úmidos juntamente com a utilização de produtos químicos, tornando a inspeção desses itens crucial para o bom funcionamento da máquina.

Analisando os fatores apresentados, a pesquisa realizada sobre a embaladora de miúdos foi desenvolvida para seu uso em ambiente frigorífico de modo a atender as diversas situações encontradas nesse ambiente, considerando aspectos como as tarefas de operação, ajustes, testes, partida e parada, onde para as máquinas e equipamentos é imprescindível a determinação da categoria do sistema de segurança de modo que não coloque em risco a saúde dos trabalhadores. Associando as informações propostas é realizado o seguinte questionamento, **é possível determinar uma categoria de segurança para o trabalho da embaladora de miúdos para uso em ambiente frigorífico?**

Para isso, buscou-se organizar algumas ferramentas de acordo com um conjunto de normativas para elaboração da apreciação de riscos, aonde será analisado o projeto 3D da embaladora de miúdos e assim aplicar as principais normas técnicas vigentes no Brasil para a realização da apreciação de riscos podendo realizar a identificação dos perigos, e ao final da apreciação estimar os riscos e avaliar cada um separadamente para assim propor um método de solução, onde espera-se determinar sua categoria de segurança.

Para que seja realizado a apreciação de riscos com relação aos princípios descritos na NR-12, será seguindo a metodologia da norma NBR ISO 12100 – Segurança em máquinas – Princípios gerais de projeto – Apreciação e redução de riscos (2013), seguindo pelo uso da norma ISO TR 14121-2 – *Safety of machinery – Risk assessment – Part2: Practical guidance and examples of methods* (2012) juntamente com os conceitos da ferramenta *Hazard Rating Number* (HRN) com princípio de identificar e estimar os riscos avaliados, logo após determinar sua categoria de acordo norma NBR 14153 Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projeto (2013).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SEGURANÇA EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS

Entende-se que quando um perigo está associado a uma máquina ou equipamento, ele irá cedo ou tarde trazer um dano se as medidas de proteção ou quaisquer outras medidas não forem implementadas. As medidas de proteção nada mais são do que as medidas de segurança ou a combinação de diferentes sistemas de segurança associados a máquina. Sendo estas medidas na sua maior parte implantadas na fase de projeto onde apresentam maior eficácia, de modo que seja realizada por responsável legalmente habilitado (BRASIL, 2015).

Para avaliar as medidas de proteção associadas a máquina e identificar os riscos associados, é realizado uma apreciação de riscos visando identificar todos os perigos presentes na máquina durante todos os modos de operação e cada estágio de vida da máquina, avaliando em específico cada risco e decidindo sobre a redução adequada para a situação avaliada, tendo como estratégia para a redução de riscos chegar a melhor redução possível do risco avaliado de modo que as medidas de proteção garantam a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

2.1.1 Normas e Seus Requisitos

As normas regulamentadoras vigentes no Brasil (NRs), são editadas e publicadas pelo Ministério do Trabalho (MTE) onde são baseadas nas leis relativas relacionadas à segurança e medicina do trabalho, possuindo regras com a finalidade de apresentar requisitos técnicos e legais sobre a Segurança e Saúde Ocupacional (SSO), (ABIMAQ, 2019).

Ainda segundo Abimaq (2019), estando diretamente ligadas as normas regulamentadoras, estão as normas técnicas estabelecidas e aprovadas por organismo reconhecido. Tendo como órgão responsável pela normatização técnica no Brasil a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Sendo a ABNT exclusiva representante no Brasil das seguintes entidades internacionais, a ISO (*International Organization for Standardization*), a IEC (*International Electrotechnical Commission*), a COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas) e a AMN (Associação MERCOSUL de Normatização).

Para que as normas internacionais sejam reconhecidas no Brasil existe a OMC (Organização Mundial do Comércio) apresentando a base para o comércio internacional. Sendo as normas ISO consideradas voluntárias, ou opcionais cabendo aos seus membros decidirem adotar como normas nacionais ou não.

Para identificação e conhecimento das normas brasileiras e internacionais, são definidas siglas para sua identificação. Sendo as normas brasileiras, a NR – Norma

Regulamentadora, a NBR – Norma Técnica Brasileira, a NBR NM – Norma técnica do Mercosul e a NBR ISO – Norma técnica Internacional, (ABIMAQ, 2019).

2.1.2 Norma Regulamentadora NR-12

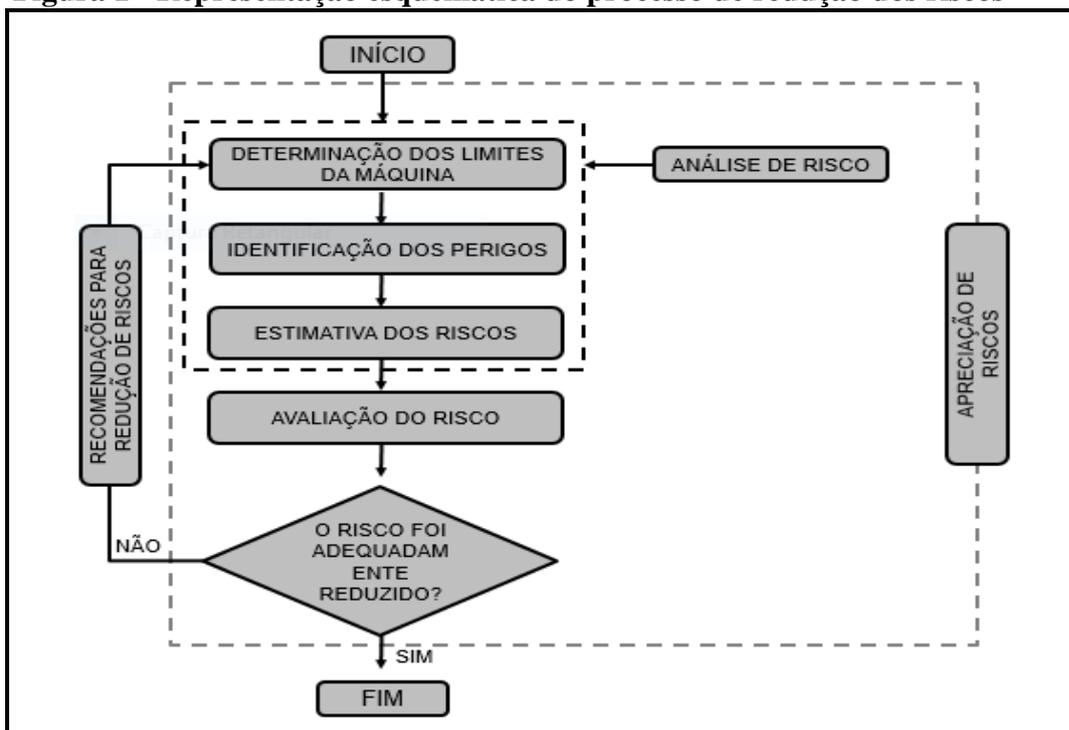
A norma regulamenta NR-12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos) define referências técnicas, princípios e medidas para assegurar a saúde e a integridade física dos trabalhadores, apresentando requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças relacionados ao trabalho envolvendo máquinas e equipamentos (ABIMAQ, 2019).

A NR-12 está regulamentada na Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, onde passou por várias atualizações durante os anos tendo a última atualização publicada pela portaria SEPRT nº 916, de 30 de julho de 2019, possuindo 18 capítulos definidos para melhorias nas condições de trabalho, sendo elas: princípios gerais; arranjo físico e instalações; instalações e dispositivos elétricos; dispositivos de partida, acionamento e parada; sistemas de segurança; dispositivos de parada de emergência; componentes pressurizados; transportadores de materiais; aspectos ergonômicos; riscos adicionais; manutenção, inspeção, preparação, ajuste, reparo e limpeza; sinalização; manuais; procedimentos de trabalho e segurança; projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título e exposição; capacitação; outros requisitos específicos de segurança e disposições finais (BRASIL, 2019).

2.2 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS RISCOS

A apreciação de riscos está prevista no item 12.5.2 - da NR-12. Onde apresenta que os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender a categoria de segurança conforme apreciação de risco prevista nas normas técnicas vigentes oficiais, sendo elas: NBR 12100, ISO 14121, e para a categorização do sistema de segurança a NBR 14153.

Figura 1 - Representação esquemática do processo de redução dos riscos



Fonte: (ABIMAQ, 2019).

Na Figura 01 de acordo com a norma NBR 12100, como primeira etapa são determinados os limites da máquina, levando em conta todas as fases de ciclo de vida da máquina. Sendo elas o transporte, montagem, instalação e ajuste, limpeza e higienização, manutenção, desmonte e descarte da máquina. Também são analisados os limites de uso da máquina, bem como as formas de mau uso ou razoavelmente previsíveis, identificando os níveis de treinamento dos operadores, equipe de manutenção, aprendizes e o público em geral.

Na sequência após determinado os limites da máquina são identificados os perigos, examinando de forma sistemática os perigos permanentes e os que possam surgir inesperadamente. Considerando qualquer situação perigosa ou evento perigoso que venha ocorrer durante o ciclo de vida da máquina. Posterior a identificação dos perigos é realizado a estimativa dos riscos. Onde deve ser realizada para cada situação de perigo, por meio de estimativa levando em conta todas as pessoas, operadores entre outros para qual a exposição ao perigo torna-se razoavelmente previsível.

Para as duas últimas etapas, avaliação e redução dos riscos, são analisados os riscos identificados e desta forma determinado a necessidade de redução do mesmo. Caso aja necessidade de redução do risco, devem ser implantadas medidas de proteção de modo que as medidas de redução do risco contemplem todas as fases de utilização da máquina.

Segundo Lima 2011, a avaliação dos riscos pode ser realizada tanto na forma

quantitativa ou na forma qualitativa. Sendo que na forma quantitativa deverá ser comprovado o controle da exposição ao risco, por meio de medidas e cálculos quem estabeleçam numericamente os efeitos dos riscos identificados, para que em cima destes resultados seja proposto as medidas de controle. Já na forma qualitativa é o processo de avaliação dos riscos através de análises e combinações de sua probabilidade de ocorrência e impacto, determinando e priorizando os riscos através de dados probabilísticos e também a priorização do que precisa ser analisando de forma quantitativa ou não antes de construir um plano de ação.

Para isso foi adotando a metodologia prevista na norma ISO 14121-2, utilizando os conceitos da ferramenta (HRN) proposto por STEEL (1990), sendo possível determinar os aspectos operacionais de forma quantitativa em relação ao sistema de segurança da máquina, classificando-os de “risco aceitável” até “risco inaceitável”.

Segundo Steel (1990), a determinação dos riscos deve ser realizada através de cálculo, onde são observados cada ponto ou situação perigosa da máquina e avaliados separadamente para verificar se o risco apresentado necessita de medidas de proteção, para isso são seguidos os seguintes parâmetros de cálculo:

- A probabilidade de ocorrência (LO) de entrar em contato com o risco;
- A frequência de exposição ao risco (FE);
- O grau de severidade do dano (DPH);
- O número de pessoas expostas ao risco (NP).

Em relação aos critérios acima de acordo com o método HRN, abaixo é indicado a equação para identificar o risco de forma quantitativa:

$$HRN = LO \times FE \times DPH \times NP$$

Os parâmetros mencionados acima são representados na forma de valores numéricos de acordo com cada situação, Steel (1990). Sendo para a probabilidade de ocorrência, os valores são de (0,033) para quase impossível, (1) altamente improvável, (1,5) improvável, (2) possível, (5) alguma chance, (8) provável, (10) muito provável, (15) certeza. Para os valores da frequência de exposição ao risco seguem os valores de (0,5) anualmente, (1) mensalmente, (1,5) semanalmente, (2,5) diariamente, (4) em termos de hora, (5) constantemente.

Na condição do grau de severidade do dano os valores são de (0,1) para arranhão/escoriação, (0,5) dilaceração/corte/enfermidade leve, (1) fratura leve de ossos/dedos

das mãos/dedos dos pés, (2) fratura grave de ossos como mão/braço/perna, (4) perda de um ou dois dedos das mãos/dedos dos pés, (8) amputação de perna/mão, perda parcial da audição ou visão, (10) amputação de duas pernas ou mãos, perda parcial da audição ou visão em ambos ouvidos, (12) enfermidade permanente ou crítica, (15) fatalidade. Sendo para o último parâmetro de avaliação para o número de pessoas exposta ao risco os valores são, (1) para uma ou duas pessoas, (2) de três a sete pessoas, (4) de oito a quinze pessoas, (8) de dezesseis a cinquenta pessoas, (12) mais do que cinquenta pessoas.

Com base dos parâmetros apresentados acima é possível determinar um valor calculado para determinado risco, onde os valores de 0 a 5 são consideráveis aceitáveis para uso do equipamento, já para os valores acima de 5 necessitam de medidas de proteção ou meios de segurança compatíveis, para que se chegue a valores próximos de zero, conforme apresentado no quadro abaixo (STEEL, 1990):

Quadro 1 - Grau de Risco Calculado

VALOR DO HRN			CLASSIFICAÇÃO
0	a	1	Risco Aceitável
1	a	5	Risco Muito Baixo
5	a	10	Risco Baixo
10	a	50	Risco Significante
50	a	100	Risco Alto
100	a	500	Risco Muito Alto
500	a	1000	Risco Extremo
1000	a	> 1000	Risco Inaceitável

Fonte: Adaptado de STEEL (1990)

2.2.1 Categoria de Segurança

Para que seja definido uma categoria de segurança em relação ao sistema de comando a norma está dividida em cinco categorias, sendo (B, 1, 2, 3, 4). Onde a categoria selecionada irá depender da máquina e dos meios de comando que são utilizados para medidas de proteção (ABIMAQ, 2019).

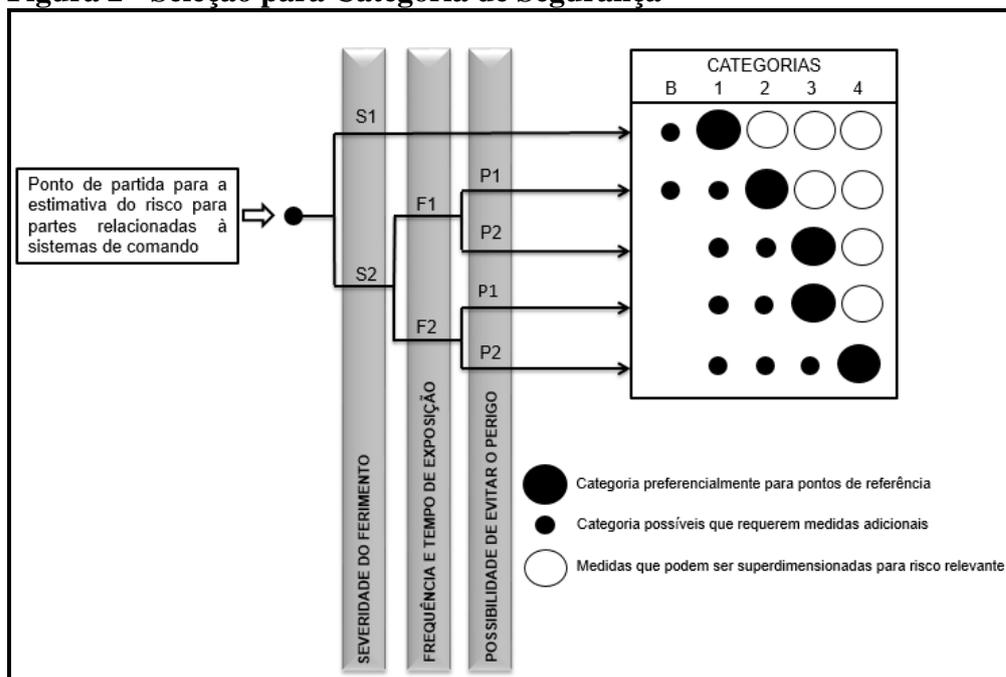
Conforme NBR 14153 (2013), a categoria B é a categoria básica, são relacionadas a sistemas de comando, relacionados à segurança, bem como seus componentes devem ser projetados, montados e combinados de acordo com as normas relevantes e a ocorrência de

falhas pode levar a perda da função de segurança. Na categoria 1, aplicam-se os requisitos da categoria B, porém a probabilidade de alguma ocorrência é menor. Para as categorias 2, 3 e 4 também se utilizam os requisitos da categoria B, porém na categoria 2 a perda de função de segurança é detectada pela verificação. Para as categorias 3 e 4 são projetadas para que um defeito não leve a perda de função de segurança, na categoria 4 quando um defeito ocorre, a função de segurança é sempre cumprida, onde na categoria 3 sempre que razoavelmente praticável o defeito isolado seja detectado.

A norma NBR 14153 (2013) ainda estabelece critérios que auxiliam na determinação da categoria quando utilizado sistema de segurança com (Entrada + Lógica + Saída), combinando os três parâmetros apresentados abaixo.

- Severidade do ferimento (S);
- Frequência e/ou tempo de exposição ao perigo (F);
- Possibilidade de evitar o perigo (P).

Figura 2 - Seleção para Categoria de Segurança



Fonte: Adaptado de NBR 14153 (2013).

(S) - Severidade do Ferimento

S1 - Ferimento leve (normalmente reversível);

S2 - Ferimento sério (normalmente irreversível).

(F) - 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.

(P) - Possibilidade de evitar o perigo

P1 - Possível sob condições específicas;

P2 - Quase nunca possível.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho baseia-se na elaboração de uma apreciação de riscos de uma embaladora de miúdos para uso em ambiente frigorífico, estabelecendo condições seguras de trabalho conforme princípios descritos na NR-12. Onde deverá ser determinado requisitos de segurança que se aplicam a máquina, seguindo um conjunto de normas para elaboração da apreciação para que no final seja determinado uma categoria de segurança.

Onde o delineamento da pesquisa foi realizado em uma empresa de equipamentos industriais da cidade de Chapecó, analisado seu projeto em 3D que está em desenvolvimento. Tendo a partir do projeto as imagens apresentadas no trabalho de pesquisa, assim como o uso do seu manual de instruções para coleta de informações técnicas sobre o equipamento.

Sendo para elaboração da apreciação de riscos, foi adotado a metodologia da norma NBR 12100, onde é seguido os seguintes parâmetros: determinação dos limites da máquina, identificação dos perigos; estimativa dos riscos e avaliação dos riscos.

Inicialmente são determinados os limites da máquina, considerado seu uso, assim como quaisquer formas de mau uso razoavelmente previsíveis. Logo após são realizados a identificação dos perigos, analisando todos os perigos ou situações perigosas relevantes a máquina.

Na sequência são realizadas as estimativas dos riscos em relação aos perigos identificados, utilizado o método (HRN) com princípio de identificar e estimar os riscos avaliados para que possam ser reduzidos. Segundo Steel (1990), o método pode ser descrito pelos seguintes parâmetros; a probabilidade de ocorrência (LO), a frequência de exposição ao perigo (FE), o grau de severidade do dano (DPH) e o número de pessoas expostas ao risco (NP). Onde são avaliados cada ponto e situação perigosa da máquina e estabelecendo uma variável de cálculo para determinar se o risco foi devidamente reduzido.

Após o uso do método HRN será utilizado a normativa NBR 14153 para determinar a categoria de segurança exigida pela máquina. Onde a norma estabelece princípios relacionados a máquina para determinar sistemas de comando relacionados à segurança considerando todas as aplicações da máquina, definindo uma categoria especificada de modo

que não leve a perda das funções de segurança. Para isso foi combinado três parâmetros descritos na norma, sendo eles; a severidade do dano (S), a frequência (F) e a possibilidade de evitar o perigo (P).

Para que seja realizado a apreciação de riscos, será identificado todos os perigos presentes na máquina de forma separada para assim estimar e avaliar cada um separadamente. Desta forma o perigo inicialmente identificado será avaliado sem medidas de proteção, logo após propondo um sistema de segurança podendo ser mecânico ou elétrico assim determinando a categoria de segurança exigida. Após a primeira avaliação, é realizado uma reavaliação, levando em conta o sistema de segurança aplicado para determinar se o risco foi devidamente eliminado ou reduzido de maneira que não leve ao risco a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

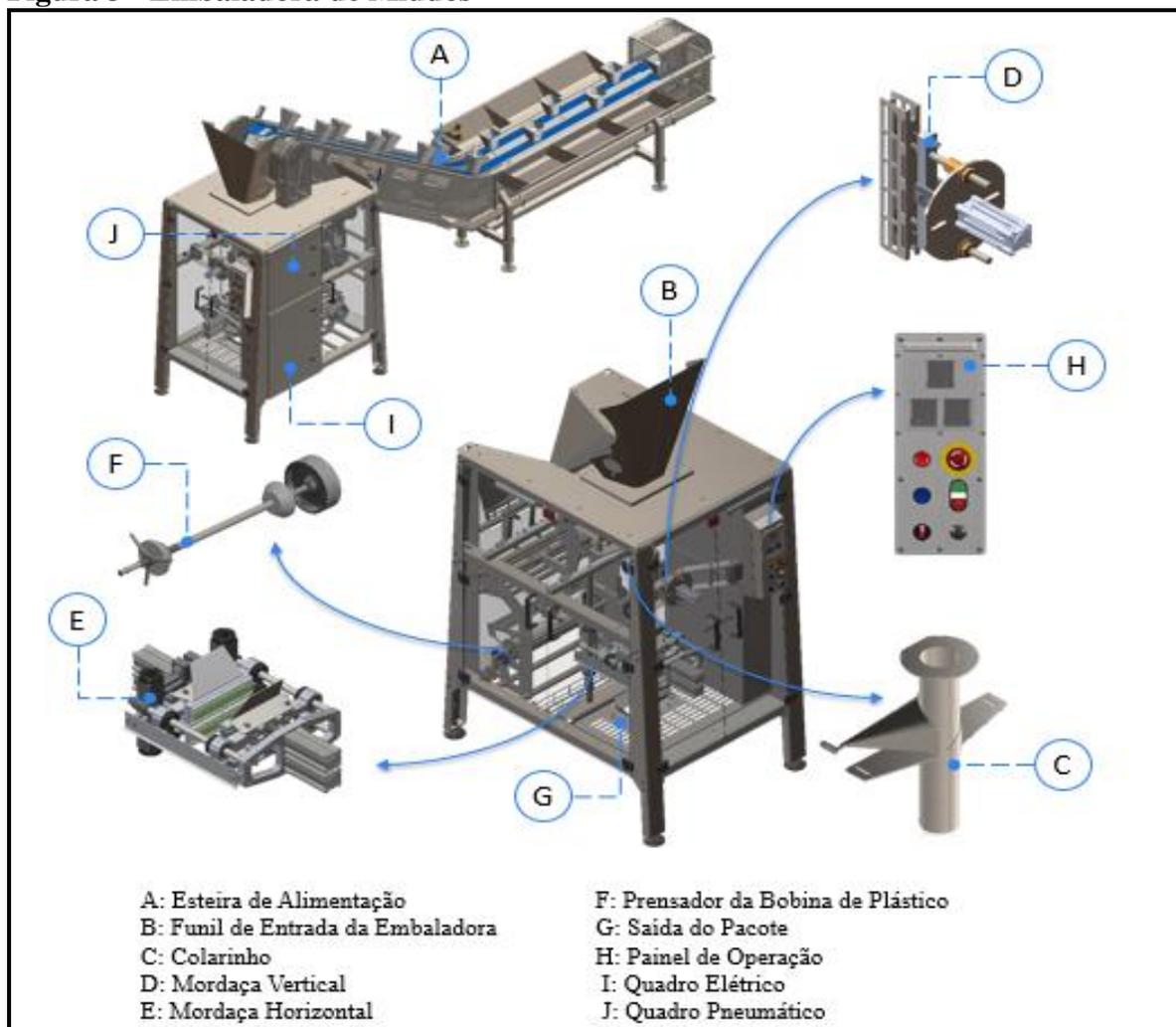
4 RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 ANÁLISE DA MÁQUINA EMBALADORA DE MIÚDOS

A embaladora de miúdos foi desenvolvida com objetivo de embalar pacotes de miúdos de frango, como coração, moela ou fígado, sendo utilizada em ambientes frigoríficos, geralmente após o processo de classificação dos miúdos, aplicando-se para processos de embalagens com demanda de produção contínua.

A forma construtiva do equipamento compreende basicamente em estrutura de chapa em aço inoxidável AISI 304, contendo materiais em alumínio para o sistema de corte e solda do plástico, utilizando material polimérico para as portas de acesso a máquina e para o sistema do prensador da bobina de plástico. Sendo o equipamento sustentado por pés com regulagem de altura e nivelamento.

Na Figura 3 está representada a embaladora de miúdos, assim como os principais componentes que são relacionados ao seu funcionamento.

Figura 3 - Embaladora de Miúdos

Fonte: Frinox Adaptado (2020).

Conforme Figura 3 para o funcionamento da máquina, é utilizado uma esteira de alimentação onde os operadores de forma manual colocam os miúdos do frango sobre as canecas da esteira. Após os miúdos serem colocados na esteira, são transportados até o funil de entrada da embalagem, onde por queda livre o produto é descarregado dentro do pacote já formado. Para a formação do pacote a máquina conta com uma bobina plástica que passa através de roletes levando até o colarinho no qual é responsável pela formação do pacote. O colarinho tem a função de posicionar o plástico da bobina em torno do funil de entrada da máquina.

Para a embalagem do produto, a máquina conta com dois sistemas de mordaças, sendo a primeira a mordaça vertical que tem a função de realizar a solda após a formação do pacote, após realizado a primeira solda, o pacote pronto já está soldado e formado, onde é então realizado a solda horizontal, permitindo que o produto seja depositado dentro do pacote. Após as duas soldas realizadas e o produto já inserido no pacote, a mordaça horizontal puxa o

pacote para baixo selando e cortando, desta forma já deixando a solda feita para o próximo produto a ser embalado.

Para que seja realizado o acionamento do equipamento, a embaladora conta com um motoredutor acoplado a um sistema de correias, sendo o mesmo responsável por realizar o movimento da esteira de alimentação e da mordaza horizontal. Onde o ciclo de embalagem funciona através de um ciclo sincronizado, em que logo após o produto cair sobre o pacote moldado a solda horizontal é realizada, selando e cortando o pacote, necessitando apenas de outro equipamento para a recepção do pacote embalado.

4.2 APRECIACÃO DE RISCOS DA EMBALADORA DE MIÚDOS

Para o início da apreciação de riscos na embaladora de miúdos é necessário seguir algumas etapas definidas pela NBR 12100, levando em consideração quatro etapas para elaboração conforme a sequência abaixo:

- Determinação dos limites da máquina;
- Identificação dos Perigos;
- Estimativa dos riscos;
- Avaliação dos riscos.

4.2.1 Determinação Dos Limites Da Máquina

A apreciação de risco começa a partir da determinação dos limites da máquina levando em conta as principais fases de utilização, sendo elas: transporte, montagem, instalação, operação, limpeza e manutenção da máquina.

Inicialmente são determinados os limites de uso, com seu determinado modo de operação, onde a máquina foi desenvolvida para realizar seu trabalho em ambiente frigorífico, sendo destinada para a embalagem de miúdos de frangos por meio de processo de solda e corte do plástico utilizado para a embalagem, devendo ser operada obrigatoriamente por pessoal habilitado, qualificado e/ou capacitados para esse fim.

O abastecimento dos miúdos na embaladora é realizado automaticamente por uma esteira de alimentação, tendo apenas o processo de alimentação sob a esteira realizado de maneira manual. Possuindo a partir daí todo o processo da máquina realizado automaticamente desde a embalagem até a saída do pacote da embaladora, podendo ter sua

capacidade ajustada de acordo com o conjunto do tubo do funil de entrada e a largura da bobina plástica usada para embalagem, assim como o ajuste de velocidade de todo o sistema da máquina.

Na sequência, são determinados os limites de espaço, sendo para o funcionamento da máquina, a mesma não possui partes móveis ou que se estendem além dos seus limites. Porém para os espaços destinados as pessoas que interagem na operação e manutenção, só poderá ser acessado por pessoal que possua treinamento específico e que tenha conhecimentos dos perigos e das zonas perigosas da máquina.

Ainda, para as distâncias mínimas entre máquinas, deve garantir a segurança dos trabalhadores durante sua operação, manutenção, ajuste, limpeza e inspeção permitindo a movimentação dos segmentos corporais, verificando os arranjos físicos e instalações conforme NR-12.

Posterior a isso, são determinados os limites de tempo, levando em consideração a vida útil da máquina e os desgastes que seus componentes podem sofrer, considerando o uso devido da embaladora de miúdos que possui partes móveis como o movimento do conjunto de mordças vertical e horizontal que se deslocam através de guias e buchas de deslize. Sendo atuadas por motoredutor e também por cilindro pneumático, contando também com outras partes móveis como as polias, correias, rolamentos entre outros. Onde todas estas peças e conjuntos necessitam de verificação e manutenção devendo ser realizada por pessoal treinado e habilitado para que conseqüentemente a máquina opere de forma adequada e contínua.

Por fim, são determinados outros limites da máquina como os materiais a serem utilizados, a limpeza, organização, condições adversas de tempo e temperatura. Sendo para a forma construtiva da máquina, foi projetada e confeccionada basicamente por material de aço inoxidável AISI 304 para compor sua estrutura assim como o uso de materiais poliméricos para a maior parte dos componentes móveis, sendo passível de limpeza, projetada para trabalhar em ambiente frigorífico, podendo sofrer mudanças de temperaturas, ainda podendo estar trabalhando sob ambientes úmidos, sendo também resiste a produtos de limpeza e higienização.

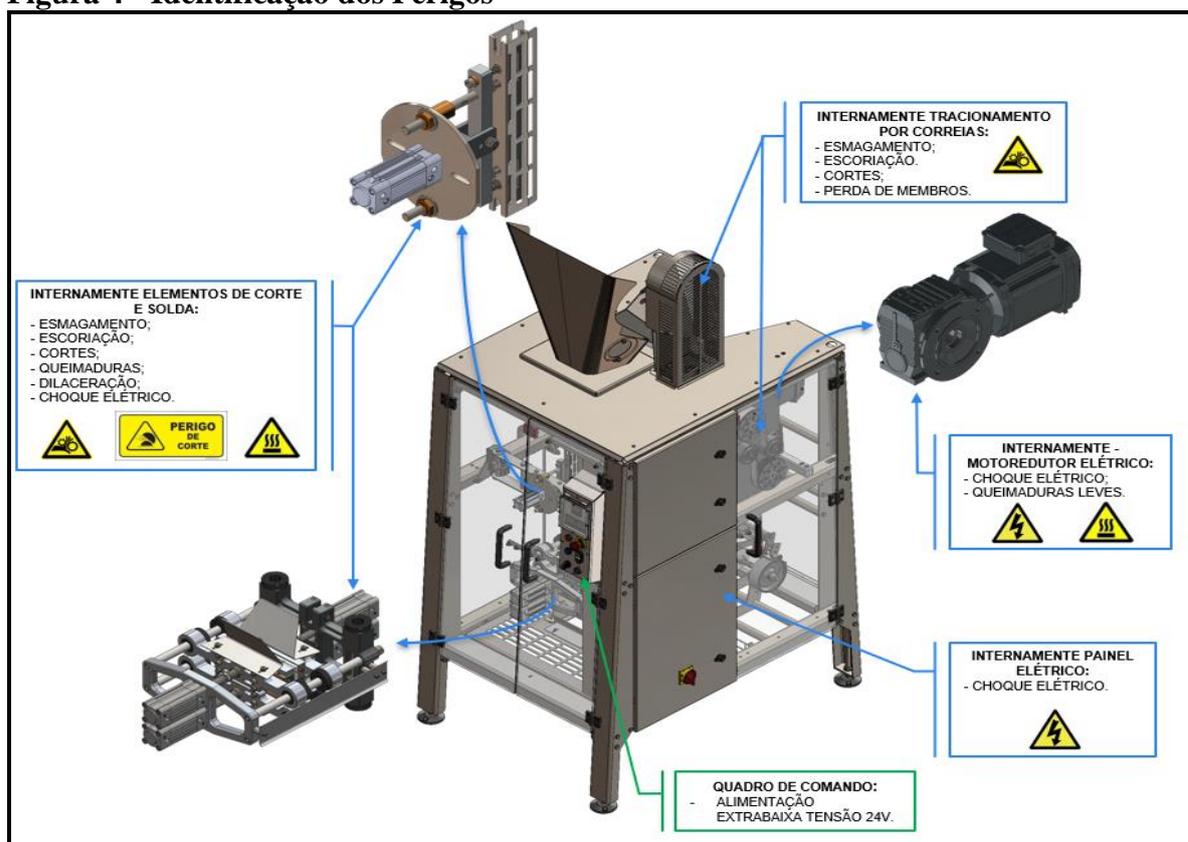
4.2.2 Identificação Dos Perigos

Após a determinação dos limites da máquina o próximo passo da apreciação é a identificação sistemática dos perigos razoavelmente previsíveis, sendo estes perigos

permanentes, ou que possam surgir inesperadamente, situações perigosas e eventos perigosos que possam ocorrer durante os principais ciclos de vida da máquina.

Para concluir a identificação dos perigos é necessário identificar os modos de operação, as tarefas que estão sendo executadas e o ambiente na qual a máquina está sendo utilizada, considerando as principais fases de uso da máquina conforme apresentados na Figura 4.

Figura 4 - Identificação dos Perigos



Fonte: Frinox Adaptado (2020).

4.2.3 Estimativa E Avaliação Dos Riscos

Após a identificação dos perigos o próximo passo é a estimativa e avaliação dos riscos utilizando o método HRN, realizando uma avaliação de cada risco separadamente, verificando através do cálculo apresentado nos quadros a necessidade ou não de redução do risco.

Primeiramente é avaliando o risco sem nenhuma medida de proteção, logo após de acordo com o sistema de segurança instalado é realizado o cálculo novamente para verificar se o risco avaliado anteriormente foi devidamente reduzido a um nível aceitável.

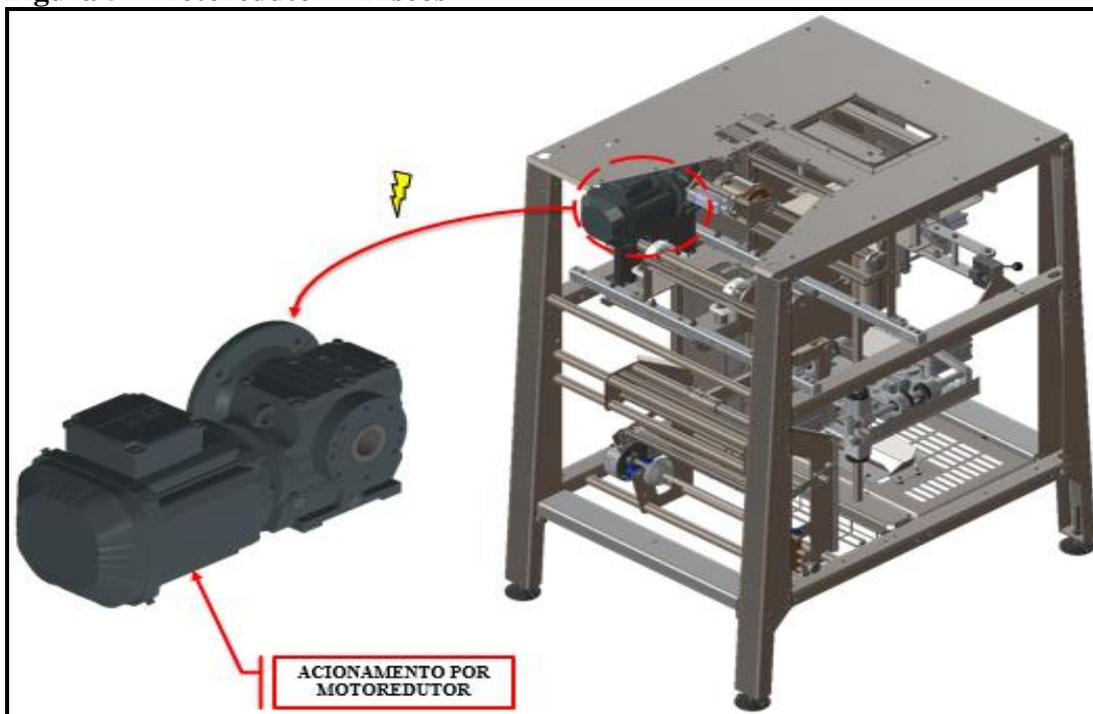
Quadro 2 - Risco Calculado Sem Medida de Redução - Motoredutor

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS RISCOS - HRN (Hazard Rating Number)		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	1,5	IMPROVÁVEL
FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	1,5	SEMANALMENTE
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	15	FATALIDADE
NÚMERO DE PESSOAS SOB O RISCO (NP)	1	1 - 2 PESSOAS
NÍVEL DO RISCO (LO x FE x DPH x NP)	33,75	RISCO SIGNIFICANTE

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O Quadro 2 apresenta o cálculo realizado de forma quantitativa sobre os riscos avaliados em relação ao acesso ao motoredutor, sendo avaliado inicialmente o risco sem as medidas de proteção e segurança, onde se chegou a um risco significativo em relação ao acesso aos riscos do motoredutor e que necessitam de medidas de redução.

Através da análise e identificação dos perigos, é possível constatar que os riscos existentes são de pequenas queimaduras e choques elétricos que podem ocasionar até mesmo a morte do operador caso obtiver contato com a parte elétrica do motoredutor, conforme indicado na Figura 5.

Figura 5 - Motoredutor – Riscos

Fonte: Frinox Adaptado (2020).

Quadro 3 - Risco Calculado Com Medida de Redução - Motoredutor

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS RISCOS - HRN (Hazard Rating Number)		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	0,033	QUASE IMPOSSÍVEL

FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	1,5	SEMANALMENTE
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	15	FATALIDADE
NÚMERO DE PESSOAS SOB O RISCO (NP)	1	1 - 2 PESSOAS
NÍVEL DO RISCO (LO x FE x DPH x NP)	0,7425	RISCO ACEITÁVEL

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O Quadro 3 apresentou o cálculo realizado sobre o risco avaliado em relação ao acesso ao motoredutor, avaliando o risco com as medidas de redução e controle de segurança instaladas na máquina, chegando a um nível de risco aceitável de acordo com o método HRN.

Para o sistema de segurança, a máquina apresenta nas regiões frontal, posterior, lateral direita e lateral esquerda, proteções articuladas, com sensor de segurança magnético de proteção (E2, E3, E4 e E5), monitorado por relé de segurança (L1), possuindo também botão parada de emergência (E1) localizado no painel de operação. Quando a máquina é desligada ou ocorre o acionamento dos dispositivos de parada de emergência (E1 a E5) o relé de segurança (L1) imediatamente aciona a válvula de despressurização (S1) despressurizando todos os atuadores da mordaca vertical e horizontal, o inversor de frequência (S2) desenergizando o motoredutor e das contatoras (S3 e S4) desarmando a alimentação das resistências elétricas. Onde o reset é realizado de forma manual, e só é reativado quando todas as entradas de segurança não estejam atuadas, permitindo o acesso à área de perigo de forma segura. Apresentando também aterramento do equipamento eliminando o risco de choques elétricos.

Além disso existe risco residual devido o possível aquecimento do motoredutor durante seu trabalho, este que só será evitado a partir de medidas administrativas impostas pelo proprietário, onde o mesmo irá treinar e capacitar os trabalhadores envolvidos.

De acordo com o Quadro 4 e a Figura 6 para determinar a categoria de segurança, foi obtido como base, a norma NBR 14153, determinado os parâmetros apresentados abaixo para determinação da categoria de acordo com a operação e utilização da máquina, seguindo com a severidade do ferimento (S2), possuindo uma frequência de exposição ao perigo (F1) e a possibilidade de evitar o perigo (P2) chegando a categoria de segurança nível 3 que apresenta para essa categoria que um defeito isolado não leve a perda de função de segurança e sempre que razoavelmente praticável esse defeito seja detectado. Ainda para a Figura 7 está representado a solução de segurança da máquina.

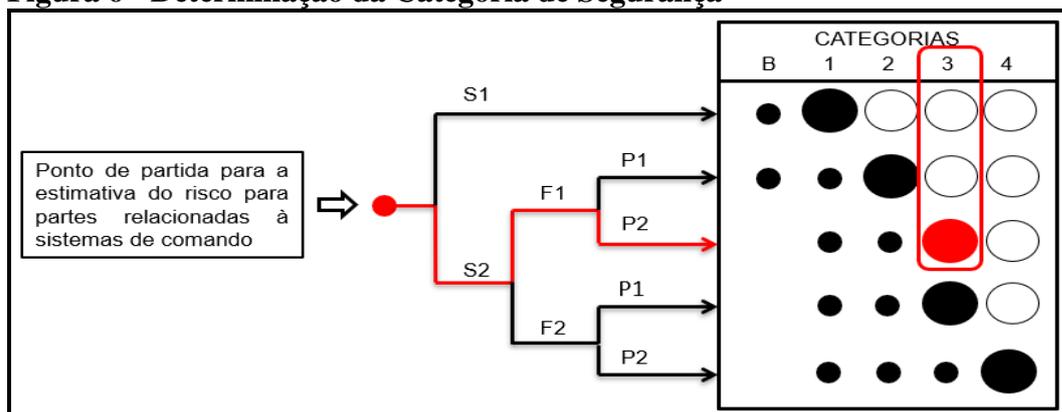
Quadro 4 - Determinação da Categoria de Segurança

DETERMINAÇÃO DA CATEGORIA - ABNT NBR 14153		
PARAMETRO DE AVALIAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO

SEVERIDADE DO FERIMENTO	S2	FERIMENTO SÉRIO (NORMALMENTE IREVERSÍVEL)
FRÊQUÊNCIA E/OU TEMPO DE EXPOSIÇÃO AO PERIGO	F1	RARO A RELATIVAMENTE FREQUÊNTE E/OU BAIXO TEMPO DE EXPOSIÇÃO
POSSIBILIDADE DE EVITAR O PERIGO	P2	QUASE NUNCA POSSÍVEL
CLASSIFICAÇÃO DA CATEGORIA 3		

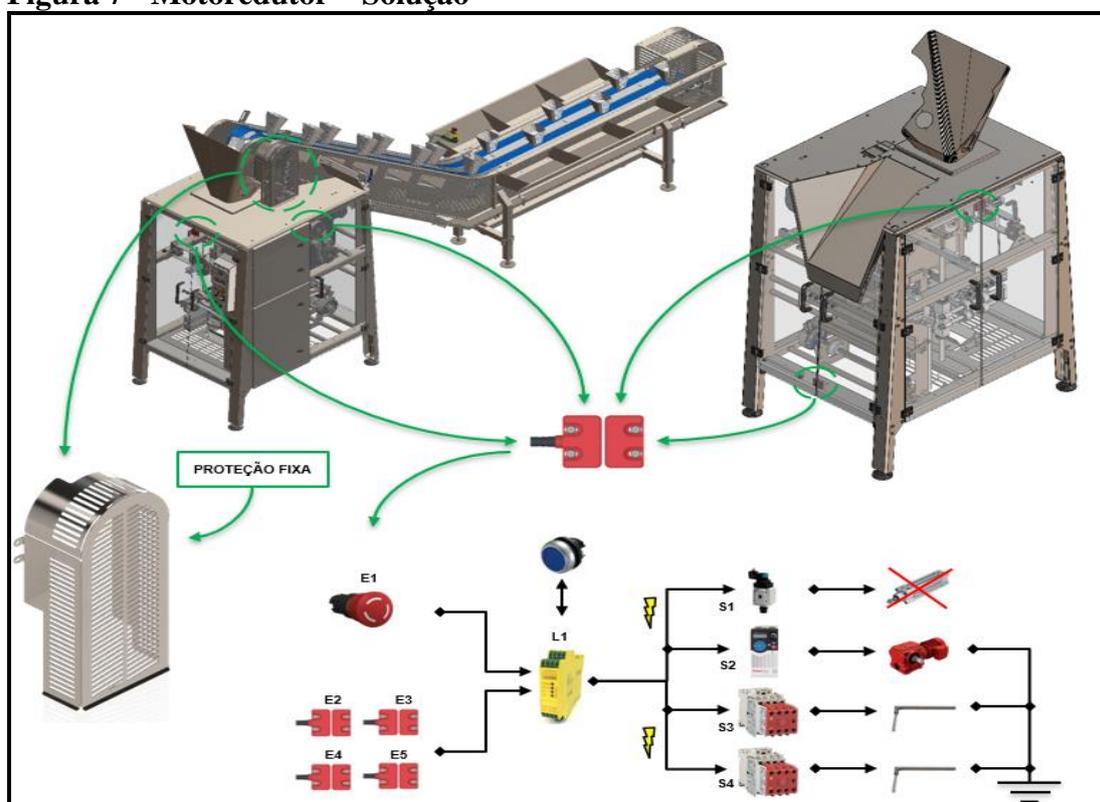
Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Figura 6 - Determinação da Categoria de Segurança



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Figura 7 - Moto redutor – Solução

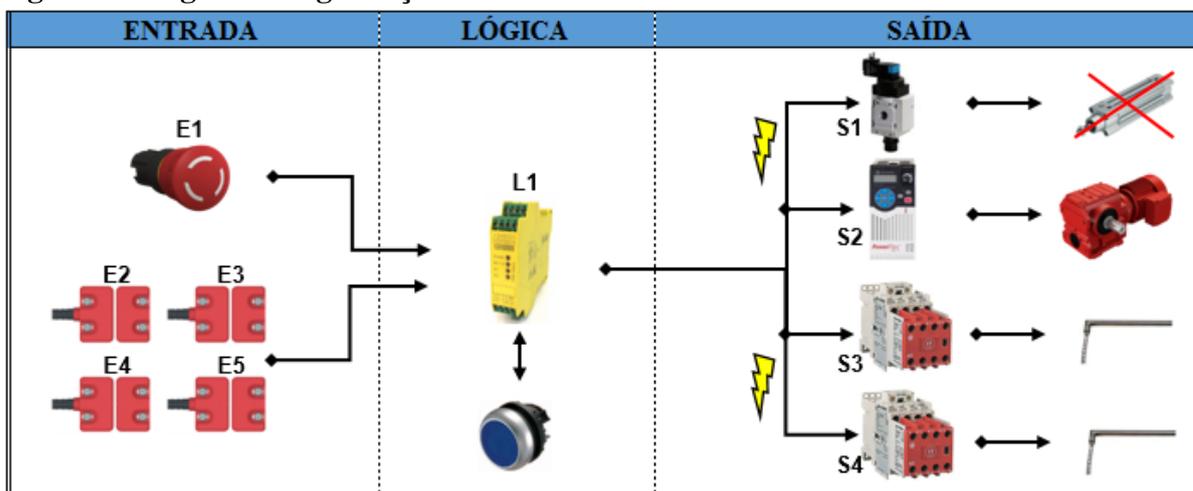


Fonte: Frinox Adaptado (2020)

Conforme apresentado na Figura 7 para solução de segurança, na Figura 8 está apresentado a lógica de segurança conforme os critérios apresentados na norma NBR 14153, ANAIS – Engenharia Mecânica ISSN – 2594-4649 V.5, Nº 1 - 2020/2

que consiste na mesma lógica de segurança para todos os riscos avaliados da máquina, possuindo sistema de segurança com (Entrada + Lógica + Saída), combinando os três parâmetros, conforme apresentado Figura 8.

Figura 8 - Lógica de Segurança



Fonte: Frinox Adaptado (2020)

Quadro 5 - Risco Calculado Sem Medida de Redução - Mordalha Vertical e Horizontal

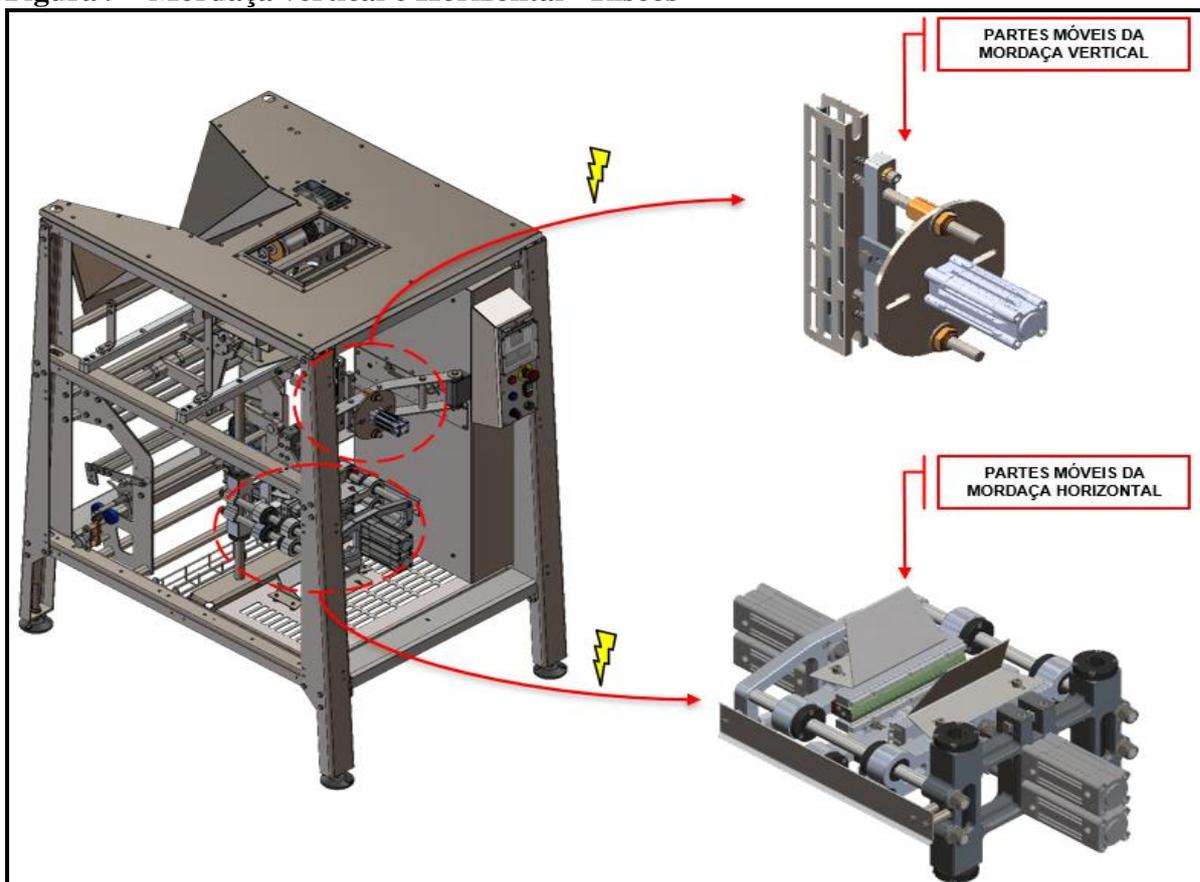
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS RISCOS - HRN (Hazard Rating Number)		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	2	POSSÍVEL
FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	2,5	DIARIAMENTE
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	15	FATALIDADE
NÚMERO DE PESSOAS SOB O RISCO (NP)	1	1 - 2 PESSOAS
NÍVEL DO RISCO (LO x FE x DPH x NP)	75	RISCO ALTO

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O Quadro 5 apresenta o cálculo realizado de forma quantitativa sobre os riscos avaliados em relação a mordalha vertical e mordalha horizontal, sendo avaliado inicialmente o risco sem as medidas de proteção e segurança, onde se chegou a um risco alto em relação aos elementos de corte e solda, aos movimentos dos atuadores pneumáticos e as resistências elétricas das mordalhas e que necessitam de medidas de redução.

Através da análise e identificação dos perigos, é possível constatar que os riscos existentes são de cortes, escoriação, queimaduras fraturas nas mãos, e até choques elétricos, que podem ocasionar até mesmo a morte do operador caso obtiver contato com a parte elétrica das resistências, conforme indicado na Figura 9.

Figura 9 - Mordança vertical e Horizontal - Riscos



Fonte: Frinox Adaptado (2020).

Quadro 6 - Risco Calculado Com Medida de Redução - Mordança Vertical e Horizontal

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS RISCOS - HRN (Hazard Rating Number)		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	0,033	QUASE IMPOSSÍVEL
FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	2,5	DIARIAMENTE
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	15	FATALIDADE
NÚMERO DE PESSOAS SOB O RISCO (NP)	1	1 - 2 PESSOAS
NÍVEL DO RISCO (LO x FE x DPH x NP)	1,2375	RISCO MUITO BAIXO

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O Quadro 6 apresentou o cálculo realizado sobre o risco avaliado em relação ao acesso as mordanças vertical e horizontal, avaliando o risco com as medidas de redução e controle de segurança instaladas na máquina, chegando a um nível de risco muito baixo de acordo com o método HRN.

Sendo para o seu sistema e categoria de segurança são os mesmos apresentados no quadro 4, Figuras 6, 7, 8 seguindo a mesma lógica e sistema de segurança. Possuindo também risco residual devido à alta temperatura das mordanças, que mesmo com a máquina desligada os componentes da mordança demoram um pouco para esfriar.

Quadro 7 - Risco Calculado Sem Medida de Redução – Transmissão Por Correias

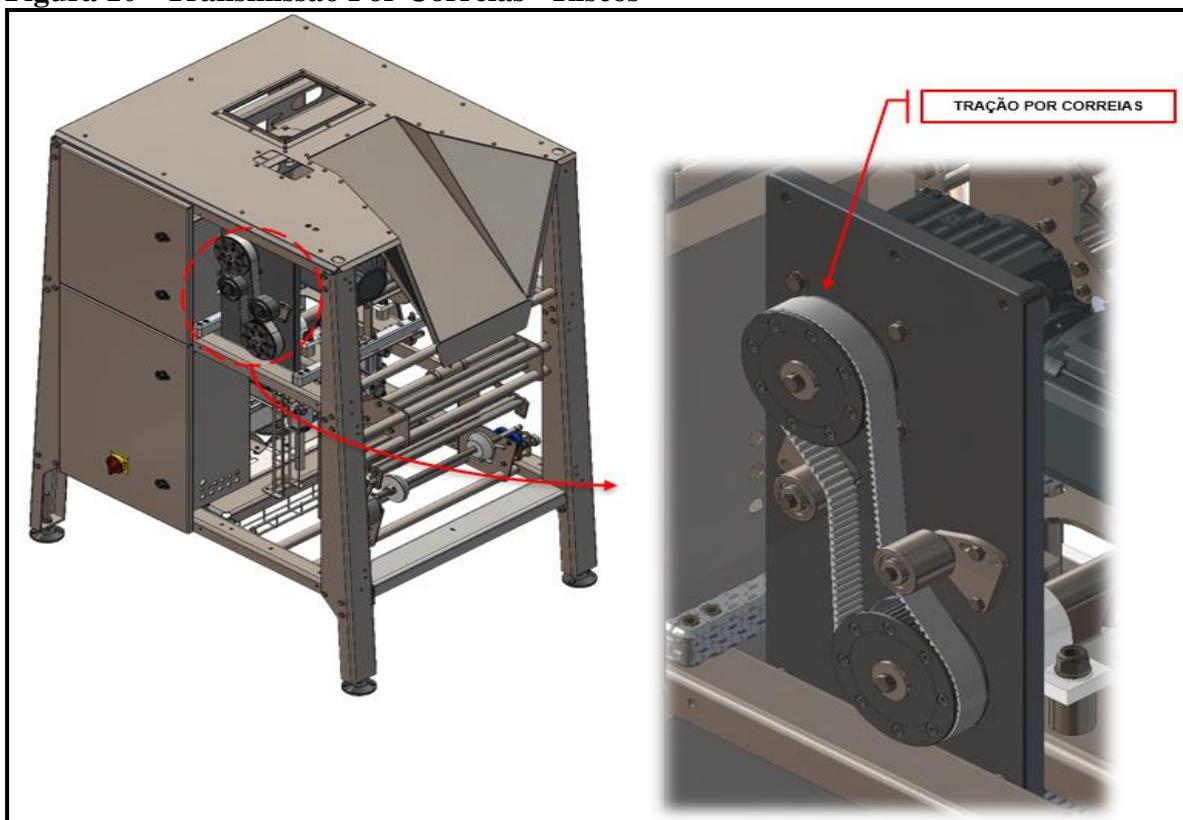
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS RISCOS - HRN (Hazard Rating Number)		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	2	POSSÍVEL
FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	1,5	SEMANALMENTE
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	4	PERDA DE 1 OU 2 DEDOS DAS MÃOS / DEDOS DOS PÉS
NÚMERO DE PESSOAS SOB O RISCO (NP)	1	1 - 2 PESSOAS
NÍVEL DO RISCO (LO x FE x DPH x NP)	12	RISCO SIGNIFICANTE

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O Quadro 7 apresenta o cálculo realizado de forma quantitativa sobre os riscos avaliados em relação ao sistema de transmissão por correias, sendo avaliado inicialmente o risco sem as medidas de proteção e segurança, onde se chegou a um risco significativo em relação aos movimentos das polias e as correias de transmissão e que necessitam de medidas de redução.

Através da análise e identificação dos perigos, é possível constatar que os riscos existentes são de cortes, esmagamentos e perda de membros como um ou dois dedos das mãos devido ao movimento das correias juntamente com as polias, conforme indicado na Figura 10.

Figura 10 - Transmissão Por Correias - Riscos



Fonte: Frinox Adaptado (2020)

Quadro 8 - Risco Calculado Com Medida de Redução - Transmissão Por Correias

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS RISCOS - HRN (Hazard Rating Number)		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	0,033	QUASE IMPOSSÍVEL
FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	1,5	SEMANALMENTE
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	4	PERDA DE 1 OU 2 DEDOS DAS MÃOS / DEDOS DOS PÉS
NÚMERO DE PESSOAS SOB O RISCO (NP)	1	1 - 2 PESSOAS
NÍVEL DO RISCO (LO x FE x DPH x NP)	0,198	RISCO ACEITÁVEL

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O Quadro 8 apresentou o cálculo realizado sobre o risco avaliado em relação ao acesso ao sistema de transmissão por correias, avaliando o risco com as medidas de redução e controle de segurança instaladas na máquina, chegando a um nível de risco aceitável de acordo com o método HRN. Sendo para o seu sistema e categoria de segurança são os mesmos apresentados no Quadro 4, Figuras 6, 7, 8 seguindo a mesma lógica e sistema de segurança.

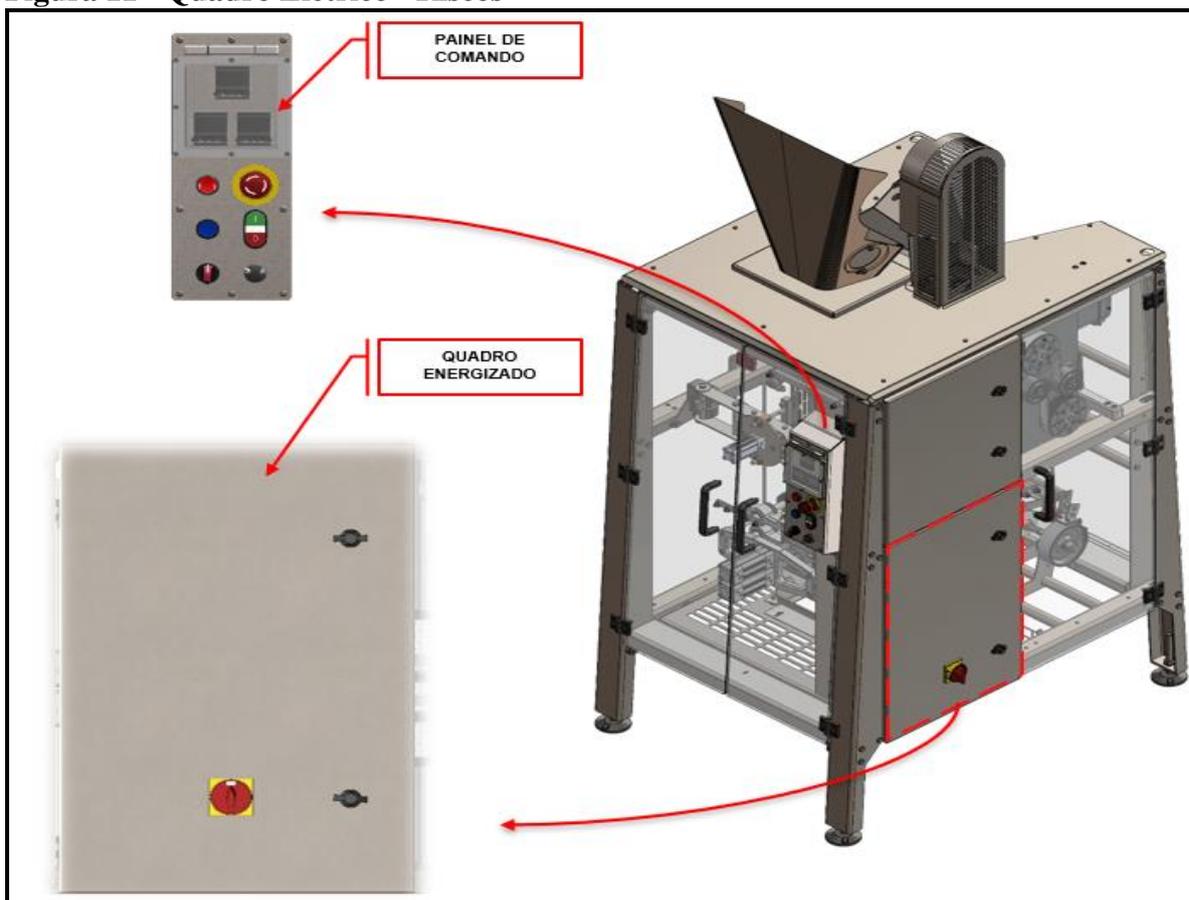
Quadro 9 - Risco Calculado Sem Medida de Redução – Quadro Elétrico

AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS RISCOS - HRN (Hazard Rating Number)		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	2	POSSÍVEL
FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	1,5	SEMANALMENTE
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	15	FATALIDADE
NÚMERO DE PESSOAS SOB O RISCO (NP)	1	1 - 2 PESSOAS
NÍVEL DO RISCO (LO x FE x DPH x NP)	45	RISCO SIGNIFICANTE

Fonte: O autor (2020)

O Quadro 9 apresenta o cálculo realizado de forma quantitativa sobre os riscos avaliados em relação ao quadro elétrico, sendo avaliado inicialmente o risco sem as medidas de proteção e segurança, onde se chegou a um risco significativo em relação aos componentes elétricos presentes no quadro elétrico que necessitam de medidas de redução.

Através da análise e identificação dos perigos, é possível constatar que os riscos existentes são choques elétricos que podem ocasionar até mesmo a morte do operador caso obtiver contato com a parte elétrica do quadro elétrico, conforme indicado na Figura 11.

Figura 11 - Quadro Elétrico - Riscos

Fonte: Frinox Adaptado (2020)

Quadro 10 - Risco Calculado Com Medida de Redução – Quadro Elétrico

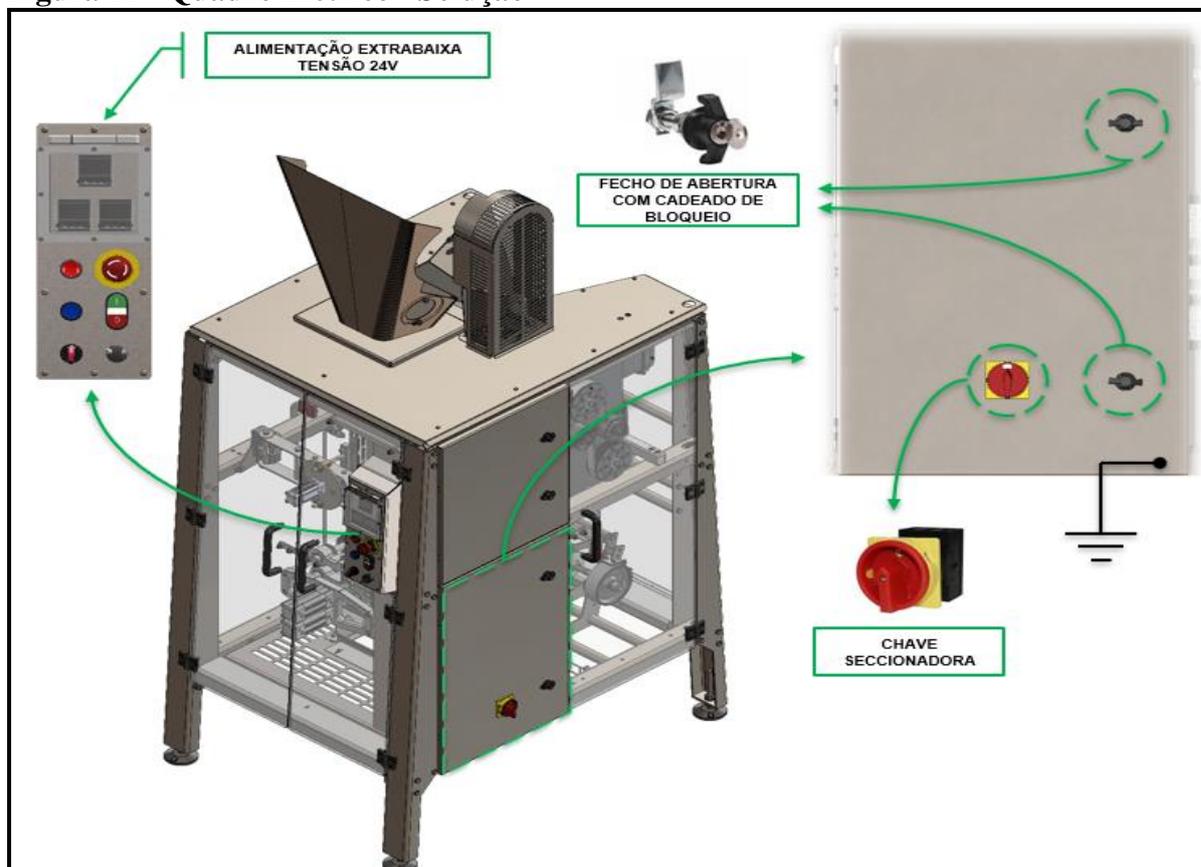
AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS RISCOS - HRN (Hazard Rating Number)		
PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA (LO)	0,033	QUASE IMPOSSÍVEL
FREQUÊNCIA DE EXPOSIÇÃO (FE)	1,5	SEMANALMENTE
GRAU DE SEVERIDADE DO DANO (DPH)	15	FATALIDADE
NÚMERO DE PESSOAS SOB O RISCO (NP)	1	1 - 2 PESSOAS
NÍVEL DO RISCO (LO x FE x DPH x NP)	0,7425	RISCO ACEITÁVEL

Fonte: Dados da pesquisa (2020).

O Quadro 10 apresentou o cálculo realizado sobre o risco avaliado em relação ao acesso ao quadro elétrico, avaliando o risco com as medidas de redução e controle de segurança instaladas na máquina, chegando a um nível de risco aceitável de acordo com o método de HRN. Sendo para o seu sistema de segurança, o quadro elétrico apresenta proteção móvel, porém com cadeado de proteção que impede o acesso. Possuindo também chave seccionadora de bloqueio e aterramento impedindo o risco de choque elétrico. Para o painel

de operação da máquina opera em extrabaixa tensão a 24V eliminando o risco de choque elétrico, conforme apresentado na Figura 12.

Figura 12 - Quadro Elétrico - Solução



Fonte: Frinox Adaptado (2020).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho realizado seguiu a metodologia da norma NBR 12100, levando em consideração as fases de utilização da máquina, com intuito de estimar e avaliar os riscos identificados para a determinação da categoria de segurança.

Para isso, inicialmente foi realizado a determinação dos limites da máquina assim como as formas de uso. Na sequência, foi identificada os perigos da máquina e seus eventuais riscos. Após a identificação dos perigos foi realizado a estimativa e a avaliação de cada risco separadamente, sendo utilizado o método HRN avaliando através de cálculo o risco identificado.

Sendo realizado o cálculo inicialmente sem as medidas de proteção, onde chegamos a níveis de risco significantes até o nível alto, logo após, o cálculo foi realizado considerando o

sistema de segurança e as medidas de proteções, chegando a níveis aceitáveis e níveis muito baixos para o risco avaliado anteriormente.

Desta forma considerando os meios de operação da máquina, o uso do método HRN, juntamente com o sistema de segurança instalado, foi possível determinar a categoria de segurança de acordo com a norma NBR 14153, utilizado um sistema de segurança com (Entrada + Lógica + Saída), juntamente com a avaliação dos fatores, severidade do ferimento, frequência e/ou tempo de exposição ao perigo e a possibilidade de evitar o perigo, chegou-se a uma categoria de segurança avaliada em nível 3.

Portanto podemos concluir que, com o uso do método HRN para todos os riscos identificados e avaliados, chegou-se a níveis aceitáveis e muito baixos, sendo considerados satisfatórios, onde com a determinação da categoria de segurança nível 3, permite que um defeito isolado não leve a perda de função de segurança e sempre que razoavelmente praticável esse defeito seja detectado.

REFERÊNCIAS

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. **Manual de Instrução da Norma Regulamentadora NR-12**, 2019. Disponível em: <http://abimaq.org.br/Arquivos/HTML/Documentos/NR12/Manual%20de%20Instrucoes%20da%20NR-12%20-%20Julho_2019.pdf>. Acesso em: 14 de ago. 2020.

ABNT. **ABNT NBR ISO 12100 – Segurança de Máquinas – Princípios Gerais de Projeto – Apreciação e Redução de Riscos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro 2013.

ABNT. **ABNT NBR 14153 – Segurança de Maquinas – Partes de Sistemas de Comando Relacionados à Segurança – Princípios Gerais para Projeto**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro 2013.

ABNT. **NBR NM 273 – Segurança de Máquinas – Dispositivos de Intertravamento Associados a Proteções – Princípios para Projeto e Seleção**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de janeiro 2002.

BRASIL. Anuário Estatístico de Acidentes de Trabalho — AEAT. **Previdência Social**, Brasília, 2015. Disponível em: <<http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/dados-abertos-sst/>>. Acesso em: 18 de jun 2020.

BRASIL. Norma regulamentadora **Nº 12 – Segurança no trabalho em Máquinas e Equipamentos**, julho 2019. Enit. Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-12.pdf>. Acesso em: 25 de jul. 2020.

ISO. ISO/TR 14121-2 - **Safety of machinery - Risk Assessment - Part. 2 - Practical guidance and examples of methods**. International Organization for Standardization, 2012.

LIMA, G. B. 2011. Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho: normalização e certificação. Em U. A. MATTOS, & F. S. MÁSCULO, **Higiene e Segurança no Trabalho**, p. 51-52. Rio de Janeiro: Elsevier.

MTE. **Métodos de avaliação de risco e Ferramentas de estimativa de risco utilizados na Europa considerando Normativas Europeias e o caso brasileiro**, junho de 2015.

Disponível

em:<http://www.sectordialogues.org/sites/default/files/acoes/documentos/risco_mte.pdf>.

Acesso em: 17 de set. 2020.

STEEL, C. Risk Estimation. **The Safety and Health Practitioner**, p. 20-20, junho 1990.