

ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS EM MÁQUINA DE CORTE E DOBRA DE VERGALHÕES – MODELO DHALMAR DHE 8

Gabriel da Silva Marques, gabi21_98@hotmail.com¹
Carolina Maciel Suzin, carolina.suzin@farroupilha.ifrs.edu.br¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Farroupilha, Avenida São Vicente, 785, Bairro Cinquentenário, CEP 95180-000, Farroupilha – RS.

Resumo: *Este Trabalho de Conclusão de Curso apresenta a realização de uma Análise Preliminar de Riscos (APR) aplicada à máquina de corte e dobra de vergalhões Dhalmar modelo DHE 8, utilizada na empresa CW Aço, em Garibaldi/RS. O estudo identificou perigos relacionados às etapas de desbobinamento, alimentação, corte, dobra, manutenção e movimentação de materiais, e propôs medidas técnicas e administrativas para mitigação de riscos, com base em normas regulamentadoras brasileiras e normas internacionais. Os resultados apontam a necessidade de melhorias como instalação de proteções, sistemas de intertravamento, reorganização da área de desbobinamento e aplicação de procedimentos de segurança.*

Palavras-chave: *Segurança do trabalho; APR; NR-12; Corte e dobra; Vergalhão.*

1. INTRODUÇÃO

A conformação de vergalhões é uma etapa fundamental na produção de armaduras para estruturas de concreto armado, sendo amplamente utilizada na indústria da construção civil. Para atender à crescente demanda por produtividade, precisão e padronização, centrais de corte e dobra fazem uso de máquinas automáticas capazes de realizar operações de endireitamento, corte e dobragem em alta velocidade, como é o caso da Dhalmar DHE 8. Apesar do seu bom desempenho esses equipamentos apresentam riscos elevados, incluindo corte, esmagamento, aprisionamento, projeções e choques elétricos contra o operador, exigindo conformidade com a Norma Regulamentadora NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos.

A empresa CW Aço, localizada em Garibaldi/RS, utiliza a máquina Dhalmar DHE 8 para o processamento de vergalhões a partir de bobinas, operando em um ambiente com elevado fluxo de materiais, movimentação por ponte rolante e presença de partes móveis expostas. Nesse contexto, a operação inadequada ou a ausência de medidas de proteção pode resultar em acidentes graves, tornando imprescindível a aplicação de ferramentas de gestão e análise de riscos.

Nesse cenário, a Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma metodologia de engenharia destinada a identificar e antecipar perigos potenciais, estimar os níveis de risco e propor medidas preventivas para mitigação. Assim, este estudo aplica a APR à máquina Dhalmar DHE 8 utilizada na CW Aço, com o objetivo de identificar os principais riscos associados ao processo produtivo e subsidiar ações de adequação, prevenção e melhoria contínua das condições de segurança.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é realizar uma Análise Preliminar de Riscos (APR) na máquina de corte e dobra de vergalhões Dhalmar modelo DHE 8, utilizada na empresa CW Aço, com o propósito de identificar os perigos presentes nas etapas de desbobinamento, alimentação, corte, dobra e movimentação de materiais, avaliar o nível de risco associado a cada operação e propor medidas de controle técnicas e administrativas, alinhadas às normas regulamentadoras brasileiras e normas técnicas internacionais, visando à redução de acidentes e melhoria das condições de segurança no processo produtivo.

2.2 Objetivos Específicos

- a. Realizar o levantamento das condições operacionais da máquina e dos processos produtivos associados, por meio de observações e registros fotográficos.
- b. Identificar os perigos presentes nas diferentes etapas de operação da máquina, considerando aspectos mecânicos, elétricos, ergonômicos e organizacionais.
- c. Sistematizar os resultados da análise em uma tabela de APR, permitindo visualização dos perigos, causas, consequências, controles existentes e ações recomendadas.
- d. Elaborar propostas de medidas de controle para eliminação ou mitigação dos riscos, seguindo a hierarquia de controles prevista na NR-12 (BRASIL, 2024), incluindo:
- e. Recomendar soluções de engenharia com níveis adequados de desempenho (PLr) conforme a ABNT NBR ISO 13849-1 (ABNT, 2023), compatíveis com o risco identificado em cada função de segurança.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Segurança no Trabalho

A Segurança do Trabalho é um conjunto de ciências, práticas e políticas voltadas à prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, por meio da identificação, análise e controle dos riscos presentes nos ambientes de trabalho. Seu objetivo principal é proteger a integridade física, mental e social dos trabalhadores, essa definição se alinha aos conceitos apresentados pela FUNDACENTRO (2004), pela Organização Internacional do Trabalho e pelas diretrizes de prevenção estabelecidas na NR-1 (BRASIL, 2024).

Segundo Chiavenato (2014), a segurança do trabalho busca reduzir, neutralizar ou eliminar riscos, criando condições seguras e saudáveis no exercício das atividades produtivas.

A Segurança do Trabalho no Brasil é regulamentada por um conjunto de leis, normas e diretrizes que têm como finalidade proteger a integridade física e a saúde dos trabalhadores. A base normativa envolve a legislação trabalhista, normas regulamentadoras e normas técnicas nacionais e internacionais, as quais orientam práticas de gestão de riscos, uso de máquinas e implementação de medidas preventivas, essa definição está de acordo ao conjunto de normas e legislações brasileiras, como a CLT, as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e normas técnicas nacionais e internacionais aplicadas à segurança e saúde no trabalho (BRASIL, 2020; ABNT, 2013).

Nesse sentido, a Segurança do Trabalho constitui um pilar fundamental para o desenvolvimento de sistemas de prevenção, como a Análise de Riscos e a Análise Preliminar de Riscos, amplamente utilizadas em processos industriais, incluindo operações com máquinas.

3.2 Normas e Legislação aplicáveis

A legislação brasileira trata o tema principalmente por meio de um conjunto de normas e diretrizes que estabelecem requisitos mínimos de prevenção, controle e gestão de riscos ocupacionais. No contexto deste estudo, destacam-se as seguintes normas:

Normas Regulamentadoras (NRs), publicadas pelo Ministério do Trabalho e Previdência:

NR-1 (BRASIL, 2024) – Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais: Define os requisitos gerais para o gerenciamento de riscos, estabelecendo princípios, responsabilidades e critérios para identificação e controle de perigos. Esta norma foi selecionada por fornecer as bases metodológicas e conceituais para a análise de riscos, utilizada como arcabouço para a APR aplicada neste trabalho.

NR-9 (BRASIL, 2021) – Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR): Estabelece diretrizes para identificação, avaliação e controle de riscos ocupacionais físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes. A escolha decorre do fato de que o estudo integra-se às práticas de gestão previstas no PGR, sobretudo no controle de riscos mecânicos na operação da máquina.

NR-10 (BRASIL, 2019) – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade: Define requisitos mínimos para prevenção de acidentes envolvendo eletricidade, incluindo bloqueio, aterramento, isolamento e procedimentos de segurança. Foi incluída devido à necessidade de proteção contra riscos elétricos relacionados ao painel da máquina, desligamentos, manutenção e implementação do sistema LOTO.

NR-12 (BRASIL, 2024) – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos: Estabelece princípios, requisitos técnicos e medidas de proteção para máquinas e equipamentos, abrangendo projeto, fabricação, operação, manutenção e desativação. Esta norma é central ao trabalho porque define os requisitos legais aplicáveis à máquina Dhalmar DHE 8 e orienta a seleção de proteções físicas, intertravamentos e dispositivos de segurança.

NR-17 (BRASIL, 2022) – Ergonomia: Define parâmetros para adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores. Foi considerada devido à presença de riscos ergonômicos associados à movimentação de materiais, esforço físico e posturas, observados no processo produtivo.

CLT – Consolidação das Leis do Trabalho: Define direitos e deveres relacionados à saúde e segurança ocupacional, responsabilizando empregadores por prevenir acidentes e garantir condições adequadas de trabalho. Foi utilizada como base legal geral por estruturar juridicamente a proteção ao trabalhador no Brasil.

Normas técnicas ABNT e normas internacionais ISO:

ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013) – Segurança de máquinas: princípios gerais para avaliação e redução de risco. Fornece a metodologia para identificação de perigos, estimativa e redução de riscos, incluindo critérios de severidade e probabilidade. Foi selecionada por fundamentar a metodologia de Análise Preliminar de Riscos (APR) adotada neste estudo.

ABNT NBR ISO 45001 (ABNT, 2024) – Sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional. Estabelece requisitos para implementação de sistemas de gestão de SST, com foco na redução de acidentes e melhoria contínua. Sua inclusão justifica-se por fornecer diretrizes complementares para gestão organizacional de risco, alinhando as medidas propostas às boas práticas internacionais.

3.3 Conceitos de Risco

Segundo a norma ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013), risco é a combinação da probabilidade de ocorrência de um dano e da severidade desse dano. A NR-1 (BRASIL, 2024) utiliza conceito semelhante ao definir risco ocupacional como a combinação da probabilidade de ocorrência de lesão ou agravo à saúde e a severidade que pode ser causada pela exposição ao perigo. O risco pode ser compreendido como a possibilidade de que um evento indesejado cause danos às pessoas, ao ambiente de trabalho ou ao patrimônio. Ele resulta da combinação entre a probabilidade de ocorrência e a gravidade do impacto desse evento. De acordo com a FUNDACENTRO (2004), os riscos ocupacionais podem ser agrupados em categorias como físicos, mecânicos (acidentes), ergonômicos, químicos e biológicos. Assim, quanto mais grave é o dano e mais provável é sua ocorrência, maior o risco, essa relação fundamenta a matriz utilizada na APR.

3.4 Análise de Riscos

A Análise de Riscos é um processo estruturado que identifica os perigos existentes e avalia os riscos associados, determinando quais medidas de controle devem ser adotadas. A norma ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013) descreve o processo como o procedimento sistemático de identificação de perigos, estimativa de riscos e determinação se o risco é aceitável ou necessita ser reduzido. De acordo com o Manual de aplicação da NR-12 (BRASIL, 2022), a análise de riscos envolve três etapas principais, que serão demonstradas a seguir.

3.4.1 Identificação dos Perigos

De acordo com a ABNT ISO/TR 14121-2 (ABNT, 2018), o “objetivo da identificação de perigos é produzir uma lista de perigos, situações perigosas e/ou eventos perigosos que permitam a descrição dos possíveis cenários de acidentes”. Desta forma, a identificação dos perigos consiste em localizar todas as situações, condições e elementos que podem causar lesão, como partes móveis, falhas elétricas, projeções, quedas, entre outros.

3.4.2 Estimativa do Risco

Conforme a ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013), a estimativa de risco consiste na “definição da provável gravidade de um dano e a probabilidade de sua ocorrência”.

É realizada a partir da avaliação da severidade (S) e probabilidade (P), considerando:

- a. frequência de exposição,
- b. possibilidade de evitar o dano,
- c. tipo de interação humana com a máquina.

3.4.3 Tratamento / Redução do Risco

Definição das medidas de prevenção com base na hierarquia de controles:

- a. Eliminação do perigo
- b. Medidas de proteção por projeto, exemplo guardas e enclausuramento
- c. Medidas técnicas de engenharia, como intertravamentos, cortinas de luz e relés de segurança
- d. Procedimentos e Equipamento de Proteção Coletiva EPC
- e. Equipamento de proteção individual EPI como último recurso.

3.5 Critérios de Severidade e Probabilidade na Avaliação de Riscos

Os critérios utilizados para estimar a severidade (S) e a probabilidade (P) seguem as diretrizes apresentadas na ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013), que estabelece que o risco é resultado da combinação entre, a gravidade do dano possível (severidade), e a probabilidade de ocorrência desse dano, considerando frequência de exposição, interação humana e possibilidade de evitar o acidente. A severidade é avaliada de acordo com o potencial de dano físico

ao trabalhador, variando de lesões leves a lesões graves ou fatais. A probabilidade depende da frequência de exposição ao perigo, da necessidade de intervenção manual e de fatores ambientais ou operacionais que possam contribuir para o acidente. Essa metodologia é amplamente utilizada nas ferramentas de avaliação de risco, incluindo a APR, e compõe a base da matriz que classifica o risco como baixo, médio, alto ou crítico.

3.5.1 Escalas de Severidade e Probabilidade (S e P)

Na Análise Preliminar de Riscos (APR), a severidade (S) corresponde ao potencial de dano que um evento perigoso pode causar ao trabalhador, sendo utilizada como um dos critérios fundamentais para a classificação do risco. De modo geral, a severidade é representada em uma escala numérica de 1 a 5, a qual expressa diferentes níveis de gravidade das lesões. Nesse sistema, valores mais baixos indicam consequências leves, enquanto os mais altos representam danos extremamente graves ou fatais. Lesões de severidade baixa (nível 1 e 2) correspondem a eventos que resultam em cortes superficiais, arranhões, pequenos hematomas ou beliscamentos, que demandam cuidados simples ou primeiros socorros, normalmente sem afastamento laboral. Níveis intermediários (nível 3) abrangem lesões graves capazes de gerar fraturas, perfurações ou outras ocorrências que exigem atendimento médico e afastamento temporário das atividades. Já os níveis mais elevados (4 e 5) representam consequências muito graves ou catastróficas, incluindo amputações parciais ou totais, queimaduras severas ou danos que podem levar à incapacidade permanente ou morte, frequentemente associados à exposição prolongada a partes móveis, esmagamento, aprisionamento ou ruptura violenta de componentes. Assim, a severidade funciona como um parâmetro que quantifica o impacto potencial de um acidente, orientando a priorização de medidas de controle e a definição do nível de proteção necessário para manter o risco em patamares aceitáveis.

Na Análise Preliminar de Riscos (APR), a probabilidade (P) é utilizada para representar a chance de ocorrência de um evento perigoso, sendo aplicada em uma escala de 1 a 5 que permite quantificar o risco de forma sistemática. A avaliação considera fatores como frequência de exposição ao perigo, necessidade de intervenção manual, características do processo e possibilidade de o trabalhador evitar ou mitigar o acidente. Probabilidades reduzidas (nível 1 e 2) estão associadas a situações em que o operador raramente entra em contato com a fonte de risco, seja devido à existência de enclausuramentos, barreiras físicas ou acessos restritos, resultando em exposição esporádica e normalmente controlada. Níveis intermediários (nível 3) refletem condições em que o trabalhador se aproxima da zona de perigo de maneira regular, porém não contínua, como ocorre em ciclos de alimentação ou ajustes operacionais rotineiros. Em níveis elevados (nível 4 e 5), a probabilidade passa a refletir exposições frequentes ou constantes, com alta dependência de ações humanas, especialmente em operações repetitivas ou em processos que demandam contato direto com o perigo, em que qualquer falha, distração ou desatenção pode resultar em acidente. Assim, a probabilidade funciona como um indicador da chance de materialização do dano, sendo determinada de forma complementar à severidade, o que está alinhado aos princípios estabelecidos pela ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013), que define o risco como combinação entre a gravidade do dano e a chance de ocorrência. A adoção da escala de 1 a 5 adapta esses princípios a uma abordagem prática, amplamente utilizada em metodologias nacionais de análise de risco, permitindo uniformidade de critérios e priorização das medidas de controle.

Estes critérios para severidade e probabilidade, utilizados nesta APR, estão de acordo com os princípios da ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013), que define o risco como combinação dessas duas variáveis, e adaptados para uma escala prática de 1 a 5, conforme orientações de análise de risco encontradas em manuais nacionais de segurança.

3.6 Critérios de Classificação do Risco e Nível de Performance (PLr)

A classificação dos riscos identificados na APR baseia-se na combinação entre severidade e probabilidade, resultando no **Nível de Risco (R)**. Esse valor orienta não apenas a urgência de implementação das medidas preventivas, mas também o nível mínimo de desempenho das funções de segurança exigido pela ABNT NBR ISO 13849-1 (ABNT, 2019), responsável por definir as categorias e os níveis de Performance Level (PLr) das partes relacionadas ao comando de segurança (SRP/CS).

Os riscos classificados entre 1 e 6 são considerados baixos e, neste nível, geralmente são suficientes medidas de monitoramento, organização e uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Para esses casos, funções de segurança simples, enquadradas na Categoria B ou PL a, atendem aos requisitos normativos. Na faixa de 7 a 9, o risco é classificado como médio, exigindo a adoção de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) e controles adicionais, como proteções ajustáveis e sinalização. Nessa condição, recomenda-se a aplicação de sistemas de segurança equivalentes às Categorias 1 ou 2, normalmente associadas aos níveis PL b ou PL c. Valores entre 10 e 12 indicam risco alto, o que demanda soluções de engenharia com redundância e monitoramento, garantindo que falhas simples não comprometam a função de segurança. Nessa situação, são aplicáveis dispositivos e arquiteturas que atendam à Categoria 3 e ao nível PL d. Já riscos classificados com valor igual ou superior a 13 são considerados críticos, o que exige sistemas de alta confiabilidade, diagnósticos contínuos e tolerância a falhas, atendendo aos requisitos da Categoria 4 e PL e. Esse é o nível mais rigoroso de proteção previsto pela ABNT NBR ISO 13849-1 (ABNT, 2019). Essa classificação orienta de maneira objetiva a seleção de dispositivos como chaves de intertravamento, cortinas de luz, relés de segurança e controladores programáveis, garantindo que cada medida de proteção seja compatível com o risco identificado e cumpra o desempenho mínimo requerido pelas normas de segurança de máquinas.

Segue na Figura 1 uma imagem ilustrativa mostrando a escala de risco:

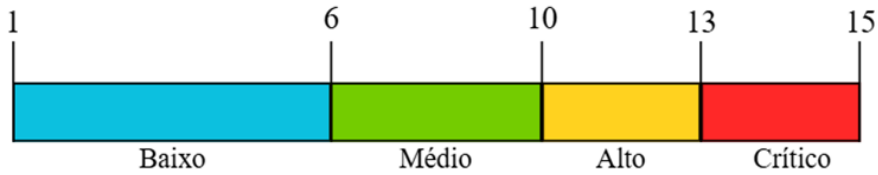


Figura 1 –Escala de risco por cores. Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

3.7 Análise Preliminar de Riscos (APR)

A Análise Preliminar de Riscos é um método qualitativo e sistemático utilizado para identificar perigos desde as fases iniciais de um projeto ou atividade, estimar os riscos envolvidos, classificá-los quanto ao nível de severidade e probabilidade, e definir medidas preventivas para evitar acidentes antes da execução da tarefa, sendo amplamente aplicada em indústrias, obras e operações com máquinas e equipamentos (PETROBRAS, 2014).

3.7.1 Objetivos da APR

A Análise Preliminar de Riscos (APR) tem como objetivo identificar perigos antes da execução da atividade, permitindo planejar medidas de controle preventivas. É uma ferramenta aplicada de forma antecipada, orientando equipes e subsidiando decisões operacionais (PETROBRAS, 2014). Entre seus objetivos específicos, destacam-se:

- a. Identificar perigos de forma rápida e objetiva;
- b. Avaliar risco utilizando matriz - Severidade (S) × Probabilidade (P);
- c. Registrar as medidas de controle;
- d. Orientar equipes antes do início das tarefas.

3.7.2 Elaboração da APR

A APR é estruturada em quatro etapas.

A primeira consiste na identificação da atividade, na qual se descreve detalhadamente o que será realizado, os equipamentos envolvidos, o local de execução e as possíveis interações com outras tarefas da empresa. Essa etapa define o escopo da análise e garante a compreensão completa do processo que será avaliado.

A segunda etapa é a identificação dos perigos, onde são levantadas todas as situações capazes de causar danos aos trabalhadores, tais como contato com partes móveis da máquina, aprisionamento no desbobinamento de bobinas, quedas de objetos, riscos elétricos, projeções de vergalhões ou operação incorreta. Consideram-se aqui aspectos mecânicos, elétricos, ergonômicos e ambientais.

A terceira etapa corresponde à classificação e estimativa do risco, que combina a severidade do possível dano com a probabilidade de sua ocorrência. A estimativa considera fatores como frequência de exposição do trabalhador, necessidade de intervenção manual e possibilidade de evitar o acidente. Essa análise resulta na definição do nível de risco, que pode ser classificado como baixo, médio, alto ou crítico.

Por fim, na quarta etapa, realiza-se a definição das medidas preventivas, seguindo a hierarquia de controles. Inicia-se pela eliminação do risco, seguida por medidas de projeto, como guardas e enclausuramentos; medidas técnicas, como cortinas de luz, intertravamentos e controladores de segurança; procedimentos operacionais; EPCs; e, somente como último recurso, os EPIs. Todas as ações propostas são registradas na APR e devem ser implementadas antes do início da atividade, esse método está alinhado às diretrizes apresentadas pela NR-01 (BRASIL, 2024), pela ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013) e pelas publicações técnicas da FUNDACENTRO (2014).

Segue, na Tabela 1, um modelo de planilha de APR.

APR – Análise Preliminar de Riscos								
Local:			Setor:			Processo:		
Data:			Revisão:					
Coordenador:			Equipe Técnica:					
Nº	Risco	Causas	Efeitos	Controles Existentes	Cat. Prob.	Cat. Sev.	Grau Risco	Ações Tomadas

Tabela 1: Modelo de planilha de Análise Preliminar de Risco. Fonte: Adaptado de Santos (2011).

4. METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza observacional (exploratória), com abordagem qualitativa e foco aplicado. A metodologia adotada baseou-se principalmente na utilização da Análise Preliminar de Riscos (APR) como ferramenta estruturante para identificação e avaliação dos perigos associados à operação da máquina de corte e dobra de vergalhões Dhalmar DHE 8. Como suporte ao desenvolvimento da pesquisa, foram realizadas visitas in loco na empresa CW Aço, permitindo observar as condições reais de operação da máquina, o fluxo de materiais, a movimentação de bobinas e a interação dos trabalhadores com o processo produtivo. Nesses momentos, foram feitos registros fotográficos, anotações técnicas e entrevistas informais com operadores, possibilitando compreensão aprofundada das atividades, dos riscos presentes e das medidas de controle adotadas.

A Análise Preliminar de Riscos (APR) foi realizada na empresa CW Aço, localizada na Rua Machado de Assis, 150, Pavilhão A, Garibaldi, no município de Garibaldi (RS). De acordo com seu portal institucional, a organização atua como indústria especializada no corte e dobra de aço para a construção civil, tendo como lema “O que fazemos tem o seu formato”. A empresa dedica-se à transformação de vergalhões com diâmetros entre 5 mm e 25 mm, além da produção de armações, telas soldadas e outros insumos voltados ao setor. Entre as principais atividades executadas, destacam-se o recebimento e armazenagem de vergalhões, o corte e a dobra para conformação de peças destinadas à montagem de armaduras, a movimentação e operação de máquinas industriais e a expedição de materiais para obras civis. Este estudo concentra-se especificamente na máquina de corte e dobra de vergalhões Dhalmar DHE 8 modelo 07/18, integrante da linha de produção, cujo processo foi analisado com o objetivo de identificar os perigos inerentes à operação, manutenção e movimentação de materiais, considerando as condições reais de trabalho presentes na planta. Em razão do processo produtivo envolver materiais pesados, operações repetitivas e o uso de máquinas automáticas, o ambiente apresenta potencial elevado de acidentes por esmagamento, corte ou projeção de vergalhões. Dessa forma, a realização da APR tem como propósito identificar tais situações de risco, avaliar sua probabilidade e severidade e propor medidas de controle, contribuindo para o atendimento aos requisitos da NR-12 (BRASIL, 2024) e para a melhoria contínua das condições de segurança operacional.

A seleção das atividades analisadas ocorreu de forma intencional e não probabilística, priorizando aquelas relacionadas ao desbobinamento, alimentação, operação e manutenção da máquina, etapas consideradas críticas devido ao potencial de acidentes por esmagamento, corte, projeção e aprisionamento de vergalhões. Dessa forma, o estudo concentrou-se nos cenários de maior relevância para a segurança operacional da empresa. A metodologia adotada segue a ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013) e o Manual de Aplicação da NR-12 (BRASIL, 2024), e as etapas foram:

- Coleta de dados: inspeção da Dhalmar DHE 8 em operação.
- Identificação de perigos: análise das zonas de corte, dobra e alimentação.
- Estimativa do risco: avaliação da severidade (S) e da probabilidade (P).
- Classificação do risco: cálculo $R=S \times PR = S \times P$, categorizando em Baixo, Médio, Alto e Crítico.
- Definição de medidas de controle: aplicação da hierarquia de controle da NR-12.

4.1 Descrição da Máquina

A Dhalmar DHE 8 é uma máquina automática de corte e dobra de vergalhões fabricada pela Dhalmar Equipamentos Industriais Ltda. É utilizada para conformação de aço CA-50 de até 8 mm, com sistema de alimentação por rolos, corte elétrico e dobragem dupla (superior/inferior) conforme figura 2 as características principais (modelo 07/18) são:

- Capacidade de fio: 4,2 – 8,0 mm

- b. Velocidade de arraste: 140 m/min
- c. Ângulo máximo de dobra: 1600°
- d. Sistema de corte elétrico com motofreio e redutor SEW
- e. Painel de comando elétrico e interface digital.

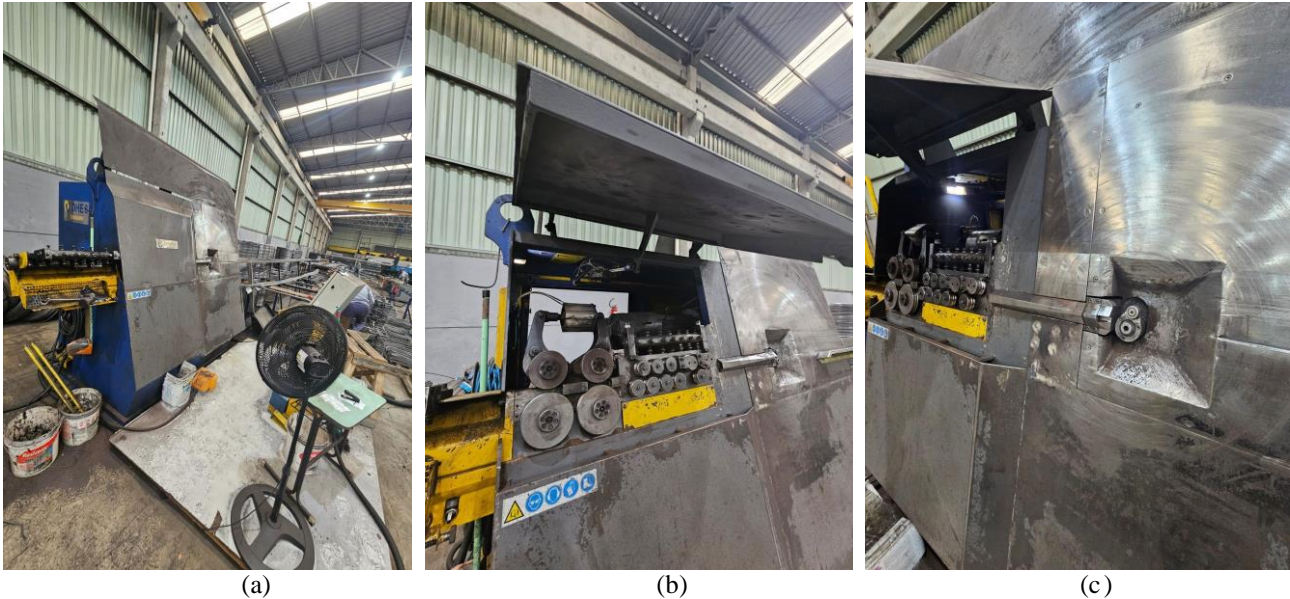


Figura 2 – (a) Vista da Alimentação por Rolos. (b) Vista da zona de trabalho. (c) Zona de dobra e sistema de corte. Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da Análise Preliminar de Riscos (APR) na máquina Dhalmar DHE 8 permitiu identificar os principais perigos existentes nas etapas de desbobinamento, alimentação, operação e movimentação de bobinas na CW Aço. Por meio de observações em campo e análise técnica do processo, foi possível avaliar a severidade e a probabilidade dos riscos, além de verificar a conformidade com as normas de segurança aplicáveis. Os resultados foram consolidados em uma matriz que apresenta os riscos identificados e as medidas corretivas propostas. A seguir, apresenta-se a APR estruturada em tabela.

5.1 Análise Preliminar de Risco (APR) realizada sobre a máquina DHE 8

A planilha elaborada para registro dos resultados da APR organiza, de forma sistemática, as informações relativas aos perigos identificados na operação da máquina de corte e dobra de vergalhões, bem como as medidas de controle associadas. Cada coluna da planilha possui função específica dentro do processo de avaliação e priorização dos riscos, conforme descrito a seguir:

- a. Nº: Número sequencial utilizado para identificar cada cenário de risco analisado, permitindo rastreabilidade e controle da listagem.
- b. Etapa / Operação: Descrição objetiva da etapa do processo produtivo em que o risco ocorre, indicando atividade, fase ou operação associada (ex.: alimentação da bobina, dobra, corte, movimentação por ponte rolante).
- c. Perigo: Evento ou condição com potencial de causar lesão, dano material ou comprometimento do processo, conforme definição de perigo apresentada na ABNT NBR ISO 12100 (ABNT, 2013).
- d. Causa: Fatores que originam o perigo, podendo incluir desgaste de componentes, acessos desprotegidos, falhas de procedimento, ausência de dispositivos de segurança, erro humano ou deficiência no projeto.
- e. Consequência: Lesões ou danos decorrentes da ocorrência do perigo, considerando impacto sobre o trabalhador, máquina ou ambiente produtivo (ex.: amputação, choque elétrico, lesão por esforço, tombamento de bobina).
- f. (S) – Severidade: Classificação do impacto potencial do evento, avaliada em escala de 1 a 5 conforme gravidade do dano, variando de lesões leves a acidentes fatais ou catastróficos.
- g. (P) – Probabilidade: Estimativa da chance de ocorrência do evento, também avaliada em escala de 1 a 5, considerando frequência de exposição, interação humana e possibilidade de evitar ou mitigar o acidente.

- h. Nível de risco ($S \times P$): Resultado numérico obtido pelo produto entre severidade e probabilidade. Esse valor é utilizado para classificar o risco (baixo, médio, alto ou crítico) e orientar a priorização das medidas de controle.
- i. Medidas Existentes: Registro das ações ou dispositivos já presentes na máquina ou no processo que contribuem para mitigar o risco (ex.: botoeira de emergência, guarda fixa, sinalização, contenção física, procedimentos operacionais).
- j. Categoria / PLr Sugerido: Recomendação preliminar do nível de confiabilidade requerido para a função de segurança associada, conforme ABNT NBR ISO 13849-1 (ABNT, 2019), indicando a Categoria (B–4) e o Performance Level requerido (PLr: a–e) com base no risco identificado.
- k. Medidas Recomendadas: Ações adicionais necessárias para reduzir o risco a níveis aceitáveis, podendo incluir modificações de projeto, adição de dispositivos de segurança (cortina de luz, intertravamento com trava solenoide, controle de sinalização), treinamento, procedimentos ou barreiras mecânicas.

Segue na Tabela 2 a planilha APR preenchida com a Análise Preliminar de Riscos da Dhalmar DHE 8.

Nº	Etapa / Operação	Perigo	Causa	Consequência	(S)	(P)	Nível de risco (S×P)	Medidas Existentes	Categoria / PLr sugerido	Medidas Recomendadas
1	Corte	Contato com lâmina	Falta de proteção física	Amputação	5	3	15	Botão E-STOP	Cat. 3 / PLd	Instalar proteção fixa e intertravamento
2	Dobra	Esmagamento	Mão próxima ao prato de dobra	Fratura	4	3	12	Nenhuma	Cat. 4 / PL e	Cortina de luz Type 4
3	Alimentação	Aprisionamento no rolo	Encaixe manual	Esmagamento de dedos	4	2	8	Guarda parcial	Cat. 2 / PLc	Proteção ajustável e sinalização
4	Ajuste	Partida acidental	Falha de bloqueio	Corte / esmagamento	5	2	10	Desligamento manual	Cat. 3 / PLd	Sistema LOTO + seccionadora bloqueável
5	Painel elétrico	Choque elétrico	Painel aberto	Queimadura / parada cardíaca	5	2	10	Disjuntor geral	Cat. 2 / PLc	Seccionadora com bloqueio (NR-10)
6	Corte	Projeção de partículas	Falta de defletor	Lesão ocular	3	3	9	Óculos EPI	Cat. 1 / PLb	Anteparo acrílico fixo
7	Transporte	Esforço físico	Movimentação manual	Lesão lombar	3	4	12	Nenhuma	EPC / Procedimento	Carrinho + treinamento ergonômico
8	Manutenção	Queda de ferramenta	Organização precária	Corte superficial	2	3	6	Caixa de ferramentas	Cat. B / PL a	5S + checklist diário
9	Dobra	Ruído elevado	Vibração / impacto	Perda auditiva	3	4	12	Protetor auricular	Cat. 1 / PLb	Enclausuramento parcial
10	Corte	Falha de parada	Relé defeituoso	Acidente grave	5	2	10	E-STOP	Cat. 3 / PLd	Relé de segurança ou Safety PLC PLd
11	Desbobinamento	Envolvimento com bobina girante	Aproximação indevida / roupa solta	Amputação / esmagamento	5	3	15	Proteção parcial	Cat. 3 / PLd	Guarda fixa perimetral + intertravamento
12	Desbobinamento	Projeção de fita / ruptura da bobina	Falha de contenção	Lesão ocular / laceração	4	2	8	Nenhuma	Cat. 2 / PLc	Anteparo transparente / gaiola de contenção
13	Ponte rolante	Queda de bobina	Engate inadequado / falha no cabo	Fatalidade	5	2	10	Procedimento simplificado	Cat. 3 / PLd	Gancho com trava / spreader / inspeção NR-11

14	Ponte rolante	Impacto por carga em movimento	Falha de comunicação	Fratura / contusão	4	3	12	Sinalização básica	Cat. 2-3 / PL c-d	Sinal sonoro/luminoso + barreiras de exclusão
15	Armazenagem	Tombamento de bobinas	Estocagem incorreta	Esmagamento	5	2	10	Estocagem manual	EPC / Procedimento	Berços de apoio para bobinas de vergalhão (cradles) com travas laterais e limites de empilhamento sinalizados

Tabela 2 – Análise Preliminar de Riscos da Dhalmar DHE 8. Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

5.1 Medidas Recomendadas

Após a identificação e classificação dos riscos, foram selecionados os dispositivos de segurança mais adequados para eliminar ou reduzir os perigos associados à operação da máquina. A escolha dos equipamentos considerou os requisitos das normas técnicas, o nível de risco identificado e a necessidade de integrar soluções de engenharia confiáveis ao processo. A seguir, são apresentados os principais dispositivos recomendados, como cortinas de luz, chaves de intertravamento, relés de segurança, sinalizadores e proteções mecânicas, acompanhados de uma breve descrição de sua função e aplicação na máquina DHE 8.

5.2.1 Proteção fixa e intertravamento na zona de corte

A proteção fixa impede o acesso direto à lâmina da máquina, eliminando a possibilidade de contato acidental. O intertravamento é realizado com chave de segurança com trava por solenoide, como a Pizzato NX, garantindo que a proteção só possa ser aberta quando a máquina estiver parada e em condição segura, conforme figura 3.



Figura 3 – Chave NX de intertravamento com retenção. Fonte: Pizzato (2025).

5.2.2 Cortina de Luz de Segurança

A cortina de luz de segurança, como a Banner S4B, cria um campo óptico que interrompe automaticamente o movimento da máquina caso o operador invada a área perigosa, conforme figura 4.



Figura 4 – Barreira de Segurança S4B. Fonte: Banner Engineering (2025).

5.2.3 Proteção Ajustável e Sinalização na Alimentação

A proteção ajustável limita o espaço de acesso aos roletes de tração, permitindo apenas a passagem do vergalhão. A sinalização reforça visualmente a presença de risco e auxilia na conscientização do operador.

5.2.4 Sistema de bloqueio e etiquetagem – LOTO + seccionadora bloqueável

O sistema de bloqueio e etiquetagem, conhecido internacionalmente como *Lockout-Tagout* (LOTO), é um conjunto de procedimentos destinado a garantir o isolamento seguro de todas as formas de energia durante intervenções em máquinas e equipamentos. Seu objetivo principal é impedir o acionamento inesperado, a energização acidental ou a liberação não controlada de energia residual durante atividades como ajustes, troca de bobina, limpeza, inspeção e manutenção.

O bloqueio (*lockout*) consiste na aplicação de dispositivos mecânicos, como cadeados, travas e bloqueadores específicos, instalados em pontos de seccionamento ou válvulas, assegurando que o equipamento permaneça completamente desligado enquanto houver trabalhadores expostos. A etiquetagem (*tagout*), por sua vez, complementa o processo ao indicar visualmente que o equipamento está isolado, informando o responsável pelo bloqueio, data, motivo e condições de trabalho, alertando todos os operadores para não ligar o equipamento.

No contexto brasileiro, o procedimento LOTO está alinhado às exigências da legislação de segurança do trabalho. A NR-10 (BRASIL, 2019) determina que serviços em eletricidade somente podem ser executados com a adoção de medidas de controle que garantam o seccionamento, impedimento de reenergização e sinalização adequada do circuito. Complementarmente, a NR-12 (BRASIL, 2024) exige que máquinas e equipamentos possuam sistemas de bloqueio para impedir acionamentos involuntários durante intervenções, assegurando que a energia perigosa esteja totalmente isolada antes do início de qualquer atividade técnica.

Portanto, a combinação entre a seccionadora bloqueável e o procedimento LOTO garante ao operador que a máquina está eletricamente isolada, eliminando o risco de religamento acidental enquanto ajustes ou manutenções estiverem em andamento. Essa prática reduz significativamente a probabilidade de acidentes graves, sendo reconhecida internacionalmente como uma das medidas mais eficazes de prevenção em ambientes industriais.

5.2.5 Seccionadora Bloqueável para Painel Elétrico

A seccionadora instalada no painel elétrico possibilita desligamento seguro da alimentação e aplicação de cadeado durante inspeções, evitando energização não autorizada.

5.2.6 Anteparo Acrílico ou Policarbonato contra Projeções

O anteparo transparente atua como uma barreira física contra fragmentos metálicos, estilhaços e partículas geradas no corte dos vergalhões, protegendo o operador sem prejudicar a visibilidade.

5.2.7 Carrinho de Transporte e Treinamento Ergonômico

O uso de carrinho auxiliar reduz esforços excessivos durante a movimentação das barras cortadas. O treinamento ergonômico orienta corretamente técnicas de movimentação manual de carga, prevenindo lesões musculares.

5.2.8 Organização 5S e Checklist Diário

A aplicação do programa 5S mantém a área limpa e organizada, reduzindo riscos ligados a ferramentas soltas ou objetos fora de lugar. O *checklist* diário assegura verificação constante das condições de operação da máquina.

5.2.9 Enclausuramento Parcial para Controle de Ruído

Painéis acústicos ou estruturas de enclausuramento reduzem a propagação do ruído gerado pelo motor, transmissão e impacto metálico da máquina, proporcionando ambiente mais seguro ao operador.

5.2.10 Relé de segurança / *Safety Controller*

O relé ou controlador de segurança é responsável por monitorar os dispositivos críticos instalados na máquina, como a cortina de luz Banner S4B, o botão de emergência SSA-EB1PLGR-12ECQ8 e a chave de intertravamento Pizzato NX, conforme figura 5.



Figura 5 – E-Stop SSA-EB1PLGR-12ECQ8. Fonte: Banner Engineering (2025).

Esses controladores garantem que, ao detectar qualquer condição perigosa ou falha, a máquina execute uma parada segura de forma imediata e confiável. Os modelos recomendados são o Banner SC-10, indicado para aplicações compactas, e o Banner XS-26, ideal para sistemas com maior quantidade de dispositivos e necessidade de expansão, conforme figuras 6 e 7.

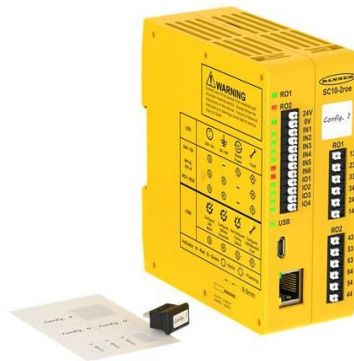


Figura 6 – Controlador de segurança compacto SC-10. Fonte: Banner Engineering (2025).



Figura 7 – Controlador de segurança Modular XS-26. Fonte: Banner Engineering (2025).

5.2.11 Guarda Fixa Perimetral e Intertravamento no Desbobinamento

A guarda perimetral impede o acesso à bobina durante o desbobinamento, evitando aprisionamento e movimentos perigosos. O intertravamento deve ser realizado com chave trava por solenoide Pizzato NX, garantindo que a proteção só possa ser aberta quando o conjunto estiver totalmente parado e seguro. Essa combinação assegura controle de acesso adequado e reduz o risco de intervenções indevidas.

5.2.12. Gaiola de Contenção / Proteção contra Ruptura da Bobina

A gaiola envolve parcialmente a bobina e previne que o vergalhão se solte com força, evitando que partes do material sejam projetadas em direção ao operador.

5.2.13 Gancho com Trava e Inspeção da Ponte Rolante

O gancho com trava mecânica assegura que a bobina permaneça presa durante a elevação e transporte. As inspeções periódicas verificam cabos, freios, ganchos e acessórios de movimentação.

5.2.14 Sinalizador Sonoro e Luminoso e Barreiras de Exclusão

Os sinalizadores são essenciais para alertar trabalhadores sobre movimentações de carga e situações de risco. Para a ponte rolante, recomenda-se o uso exclusivo do sinalizador industrial Banner K100, que possui alto brilho, grande visibilidade e versões com alarme sonoro. A K100 é compacta, resistente e amplamente utilizada em aplicações de movimentação de materiais, garantindo aviso eficiente em toda a área do galpão, conforme figura 8.

As barreiras físicas e visuais devem complementar a sinalização, delimitando áreas restritas durante o içamento e evitando a circulação de pessoas próximas à carga suspensa.



Figura 8 – Sinalizador Domo Luminoso K100. Fonte: Banner Engineering (2025).

5.1.15 Berços de Apoio para Bobinas (*cradles*) com Travas Laterais

Os berços impedem o rolamento involuntário das bobinas e mantém posicionamento adequado para alimentação da máquina. As travas laterais evitam deslocamentos acidentais e o limite de empilhamento garante estabilidade do armazenamento.

6. CONCLUSÕES

Este artigo teve como objetivo elaborar a Análise Preliminar de Riscos da máquina a Dhalmar DHE 8, a fim de avaliar o grau de risco existente e recomendar medidas para eliminar ou reduzir os perigos associados à operação da

máquina. A partir da Análise Preliminar de Riscos, conclui-se que a Dhalmar DHE 8, embora eficiente no processo de dobra de vergalhões, apresenta riscos altos de corte e esmagamento quando operada sem as proteções recomendadas.

Foram identificados quinze perigos principais. Os riscos mais críticos estão nas operações de corte e dobra, devido à ausência de proteções fixas e intertravamentos. A adoção de barreiras físicas e sistemas de segurança com relés de categoria PL d são essenciais para adequação à NR-12 (BRASIL, 2024). A implementação de procedimentos LOTO (NR-10) reduz riscos durante a manutenção. As medidas administrativas (treinamento, checklists e 5S) completam a redução residual. As medidas recomendadas alinham-se às exigências da NR-12 (BRASIL, 2024) e NR-10 (BRASIL, 2019) e garantem maior segurança operacional. As recomendações gerais são:

- a. Instalar proteções fixas e móveis intertravadas;
- b. Implementar cortina de luz e parada de emergência certificada;
- c. Realizar treinamento de operação segura e bloqueio elétrico;
- d. Registrar inspeções periódicas conforme plano de manutenção da NR-12 (BRASIL, 2024).

Este estudo evidencia a importância da segurança do trabalho na operação de máquinas e equipamentos e demonstra que a aplicação da APR prova-se eficaz para priorizar ações corretivas e documentar a conformidade legal da máquina.

7. REFERÊNCIAS

- ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12100: segurança de máquinas: princípios gerais para apreciação e redução de riscos. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 13849-1: segurança de máquinas: partes de sistemas de comando relacionadas à segurança: parte 1: princípios gerais de projeto. Rio de Janeiro, 2019.
- ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 45001: sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional: requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2024.
- ABNT — ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ISO/TR 14121-2: segurança de máquinas: apreciação de riscos: parte 2: guia prático e exemplos de métodos. Rio de Janeiro, 2018.
- BANNER ENGINEERING. Botão de emergência modelo SSA-EB1PLGR-12ECQ8. Disponível em: <https://www.bannerengineering.com/br/pt/products/part.26628.html>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- BANNER ENGINEERING. Controlador de segurança modelo SC-10. Disponível em: <https://www.bannerengineering.com/br/pt/products/machine-safety/safety-modules/sc-series-safety-controller.html>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- BANNER ENGINEERING. Controlador de segurança modular Série XS-26. Disponível em: <https://www.bannerengineering.com/br/pt/products/part.85064.html>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- BANNER ENGINEERING. Cortina de luz de segurança Série S4B. Disponível em: <https://www.bannerengineering.com/us/en/products/machine-safety/safety-light-curtains/s4b-series-heavy-duty-type-4-safety-light-curtains.html>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- BANNER ENGINEERING. Sinalizador industrial modelo K100. Disponível em: <https://www.bannerengineering.com/br/pt/products/lighting-and-indicators/led-indicators/k100-pro-beacon-series.html>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- BRASIL. Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943. Diário Oficial da União: Seção 1, Rio de Janeiro, ano 82, n. 106, p. 11984, 9 ago. 1943.
- BRASIL. Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à segurança e medicina do trabalho, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, n. 248, p. 10729, 23 dez. 1977.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR-1: disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais. Portaria MTE nº 1.419, de 27 de agosto de 2024. Diário Oficial da União, Brasília, 2024.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora NR-9: avaliação e controle das exposições ocupacionais e agentes físicos, químicos e biológicos. Portaria MTP nº 426, de 07 de outubro de 2021. Diário Oficial da União, Brasília, 2021.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora NR-10: segurança em instalações e serviços em eletricidade. Portaria SEPRT nº 915, de 30 de julho de 2019. Diário Oficial da União, Brasília, 2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. Norma Regulamentadora NR-11: transporte, movimentação, armazenagem e manuseio de materiais. Portaria MTPS nº 505, de 29 de abril de 2016. Diário Oficial da União, Brasília, 2016.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR-12: segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Portaria MTE nº 344, de 21 de março de 2024. Diário Oficial da União, Brasília, 2024.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Norma Regulamentadora NR-17: ergonomia. Portaria MTP nº 4.219, de 20 de dezembro de 2022. Diário Oficial da União, Brasília, 2022.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Manual de aplicação da NR-12. Brasília, 2022.

- CHIAVENATO, I. Gestão de pessoas: o novo papel dos recursos humanos nas organizações. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.
- CW AÇO. Página inicial. Disponível em: <https://www.cwaco.ind.br>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- DHALMAR EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS LTDA. Máquina de corte e dobra de vergalhões modelo DHE 8. Disponível em: <https://www.dhalmar.com.br/estribadeiras/dhe-xx-2/>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- FUNDACENTRO. Manual de prevenção de acidentes. 2. ed. São Paulo, 2004.
- ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. Convenção nº 187 sobre o marco promocional para a segurança e saúde no trabalho, 2006. Genebra, 2006.
- PETROBRAS. Manual de segurança operacional – MSO. Rio de Janeiro, 2014.
- PIZZATO ELETTRICA. Chave de segurança com trava por solenoide Série NX. Disponível em: <https://www.pizzato.com/en/news/news/new-nx-series-rfid-safety-switch-with-lock.html>. Acesso em: 14 nov. 2025.
- SANTOS, N. E. Análise preliminar de riscos: um guia prático. São Paulo: Érica, 2011.
- Bordalo, S.N., Ferziger, J.H. and Kline, S.J., 1989, “The Development of Zonal Models for Turbulence”, Proceedings of the 10th Brazilian Congress of Mechanical Engineering, Vol. 1, Rio de Janeiro, Brazil, pp. 41-44

PRELIMINARY RISK ANALYSIS OF A REBAR CUTTING AND BENDING MACHINE – DHALMAR DHE 8 MODEL

Gabriel da Silva Marques, gabi21_98@hotmail.com¹
Carolina Maciel Suzin, carolina.suzin@farroupilha.ifrs.edu.br¹

¹ Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio Grande do Sul - Farroupilha Campus, Avenida São Vicente, 785, Bairro Cinquentenário, CEP 95180-000, Farroupilha - RS.

Abstract. *This Final Course Project presents a Preliminary Risk Analysis (PRA) applied to the Dhalmar DHE 8 rebar cutting and bending machine, used at CW Aço, in Garibaldi/RS. The study identified riskiness related to the stages of uncoiling, feeding, cutting, bending, maintenance, and material handling, and proposed technical and administrative measures to mitigate risks, based on Brazilian regulatory standards and international standards. The results indicate the need for improvements such as the installation of guards, interlock systems, reorganization of the uncoiling area, and the application of safety procedures.*

Keywords: *Occupational safety; PRA; NR-12; Cutting and bending; Rebar.*