

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Manaus, AM, Brasil, dezembro / 2018.

PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DE UMA MÁQUINA BOBINADORA DE CABOS DE AÇO À NR-12

LEAL, Alan*

NEMER, Kelly**

RESUMO

A Segurança do Trabalho não é um tema atual, no entanto, apenas a alguns anos se tornou uma questão obrigatória dentro das empresas, seja no âmbito público ou particular. Para assegurar que os funcionários de uma empresa estejam amparados por seus direitos, que dizem respeito à segurança, foram criadas normas com abordagens de diversos subtemas. Dentre elas, será abordada a Norma Regulamentadora 12 que é conhecida por tratar da segurança em máquinas e equipamentos no trabalho, assim como todas as Normas Regulamentadoras, a mesma busca zelar pela integridade física e a saúde dos trabalhadores. Em face a isso, o presente trabalho buscou uma proposta de adequação de um maquinário enrolador de cabos de aço que, conforme imagens de um acidente fornecidas pela internet, levou um operário a óbito por não estar de acordo com as normas básicas estabelecidas pela Consolidação das Leis de Trabalho (CLT) e pelo descuido do colaborador durante o manuseio do mesmo. Para a elaboração do protótipo, foram levados em conta o treinamento do operador, um estudo da NR-12, a avaliação dos riscos através do método Hazard Rating Number (HRN), a aplicação do check list com os itens da NR-12 na máquina, pesquisas de outras máquinas adequadas à norma que facilitou a construção do modelo de proposta, o desenvolvimento de um esboço do protótipo, levantamento de materiais que atendessem as necessidades do equipamento e que fossem viáveis financeiramente para as empresas, a construção da proposta e, por fim, a reavaliação dos itens não conformes que a máquina apresentou antes de sua adequação.

Palavras-chave: NR-12, Adequação, Segurança e Máquina.

ABSTRACT

Safety at Work is not a current theme, however, only a few years has become a mandatory issue within companies, whether in the public or private sphere. To ensure that employees of a company are protected by their rights, which relate to safety, standards have been created with approaches from different sub-themes. Among them, will be approached Regulatory Norm 12, which is known for dealing with safety in machinery and equipment at work, as well as all Regulatory Norms, the same seeks to ensure the physical integrity and health of workers. In the face of this, the present work sought a proposal for the adequacy of a steel cable rewinding machinery that, according to the images of an accident provided by the Internet, led to a worker death due to not complying with the basic standards established by the Consolidation of Labor Laws (CLT) and the employee's negligence during the handling of the same. For the elaboration of the prototype, the training of the operator, a study of the NR-12, the risk assessment by the Hazard Rating Number (HRN), the application of the check list with the items of the NR-12 in the

* Graduando do Curso de Engenharia Mecânica da UNINORTE – E-mail: luan.leal.dossantos@gmail.com

** Professora Orientadora – Mestre em Engenharia de Produção – E-mail: kcnemer@gmail.com

machine , research on other machines according to the standard that facilitated the construction of the proposal model, development of an outline of the prototype, collection of materials that met the needs of the equipment and that were financially viable for the companies, construction of the proposal and, for purpose, the reevaluation of the non-conforming items that the machine presented before its adequacy.

Keywords: NR-12, Adequacy, Safety and Machine.

1 INTRODUÇÃO

No passado houve a necessidade da criação de Normas Regulamentadoras devido ao grande número de acidentes provocados pela falta de segurança no âmbito profissional, fazendo com que as mesmas fossem classificadas de acordo com o tipo de problema. Assim, ao longo dos anos foram criadas 36 normas regulamentadoras. Dentre elas, foi abordada a norma regulamentadora 12.

Essa norma engloba um conjunto de orientações e regras, as quais devem ser aplicadas pelos empregadores através de treinamentos e um considerável investimento financeiro, visando a segurança dos trabalhadores, das máquinas e dos equipamentos.

No mercado atual há a obrigatoriedade da aplicação da norma regulamentadora doze, devido a, primeiramente, minimizar a frequência dos acidentes e riscos, garantindo a vida útil de máquinas, equipamentos, saúde e integridade física dos colaboradores.

Atualmente, as indústrias dão importância a segurança e saúde dos operadores, viabilizando recursos para implantação de melhorias no setor produtivo, tornando o ambiente mais seguro, e garantindo tanto a proteção dos trabalhadores e, ao mesmo tempo, estar legalmente adequada à norma.

No entanto, algumas empresas não adotam a implantação dessa norma, de acordo com Correa (2011), é necessário um grande investimento para a aplicação da mesma, em consequência disso, as companhias se fragilizam, uma vez que a não regularização da NR-12 e, conseqüentemente, o não cumprimento do prazo estabelecido para a sua adequação, podem acarretar na perda de clientes e fornecedores, podendo vir a falência.

A não implantação da norma, além de causar impactos financeiros às empresas, podem causar danos físicos aos operadores. Com a negligência das empresas e dos próprios funcionários, não é difícil encontrar relatos ou vídeos de acidentes do trabalho, fatos que foram identificados especificamente em um vídeo disponibilizado na internet, despertando o interesse na abordagem do tema. Nas imagens, foi visto que durante o funcionamento da máquina o colaborador realizava contato direto com a mesma e devido à falta de proteções adequadas na máquina, as falhas humanas e de processo, ocasionaram o falecimento do operador.

Observando a necessidade de realizar uma implementação a NR-12, com o intuito de evitar o contato direto do operador com a máquina durante a sua atividade, foi feito um estudo da norma e da máquina, levantamento dos materiais necessários e do custo para a adequação, elaboração de análise de risco, criação de layout e desenvolvimento do protótipo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos Geral

- Analisar os riscos existentes e apresentar uma proposta de adequação à NR-12 de uma máquina bobinadora de cabos de aço, buscando, através de pesquisas, temas abordados e aplicáveis a este tipo de máquina e sugerir as adequações necessárias para tornar a máquina em questão segura para manuseio.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar os problemas relacionados a proteção da mão de obra no ponto de trabalho da bobinadora de cabo de aço;
- Projetar dispositivo guia que possibilite direcionar o cabo para o carretel da máquina, de forma que não haja a necessidade do contato direto da mão de obra;

- Apresentar custos reais em relação a implementação do upgrade (melhoria).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As diversas fontes de pesquisas utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho foram essenciais para justificar os objetivos do mesmo e a importância de assegurar a relevância de adequar uma máquina conforme a NR-12. Os temas abordados deram um melhor entendimento das necessidades reais do comportamento e como a máquina poderia ser adequada, e são eles: segurança do trabalho, normas regulamentadoras, NR12, análise de risco, método Hazard Rating Number e máquina bobinadora de cabos.

3.1 Segurança do Trabalho

“A Segurança do Trabalho é a ciência que estuda as possíveis causas dos acidentes e incidentes originados durante a atividade laboral do trabalhador [...]” (BARSANO E BARBOSA, 2012, p.13). Suas principais finalidades são garantir a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais do trabalhador.

Segundo Arra (2014), na Revolução Industrial, Europa (1763-1815), os países Inglaterra, e mais tarde a Alemanha e França, intensificaram os estudos relacionados a acidentes de trabalho, pois nos países europeus eram geradas multidões de incapacitados ao trabalho. Em decorrência disso, em 1833, a Inglaterra publicou a primeira legislação eficiente na proteção do trabalhador com o título “Factory Act” (Lei da Fábrica), cujas principais regras foram a proibição de trabalhos noturnos a menores de 18 anos; limitação de horas trabalhadas por menores para 12 horas por dia e 69 horas por semana; obrigatoriedade das fábricas de terem escolas para trabalhadores menores que 13 anos; a idade mínima para o trabalhador era de nove anos, e o cuidado com o desenvolvimento físico deveria corresponder à idade cronológica.

Em 1877, na Suíça, e em 1898, na Alemanha, surgem Leis responsabilizando o empregador por acidentes e doenças ocupacionais (ARRA, 2014).

Ao longo dos anos, houve um número maior de países europeus que buscava aplicar legislações próprias referentes à segurança do trabalho, algo muito significativo e que mostrava a preocupação da indústria em propiciar um ambiente de trabalho seguro.

No Brasil, até a promulgação da Constituição Federal de 1988 (CF/1988), a segurança do trabalho era compreendida pelo empregador como algo digno de pouca importância para o seu empregado. Se a indústria tinha uma certa meta a ser alcançada, como se daria o alcance da meta ou como se encontrava o bem-estar do funcionário, pouco importava o empregador, apenas importava que o empregado produzisse até o cumprimento da meta, não se levava em conta suas reclamações de saúde. Na época, funcionário visto com bons olhos era o que não reclamava das falhas na segurança, não faltava, não demonstrava sintomas de doenças, apenas trabalhava.

Conforme Barsano e Barbosa (2012), foi com a entrada em vigor da Constituição Federal de 1988 (CF/1988), considerada a carta magna soberana a qualquer outra legislação brasileira, que as leis, os decretos e outras normas que abordavam o tema segurança do trabalho passaram a adequar-se à nova CF/1988, gerando garantias trabalhistas e inovando os preceitos de segurança e medicina do trabalho que, até o momento, estavam esquecidos pela legislação anterior. Por consequência, a integridade dos empregadores em suas diversas atividades estava garantida.

3.2 Normas Regulamentadoras

As Normas Regulamentadoras constituem parte dos instrumentos legais utilizados pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), os quais têm, também, a responsabilidade de regular e orientar procedimentos obrigatórios relacionados à segurança e medicina do trabalho no Brasil.

Segundo Chibinski (2011), em junho de 1978 foram aprovadas as Normas Regulamentadoras no Brasil relativas à Segurança e Medicina do Trabalho, e por terem efeito de lei, obrigam as empresas ao seu efetivo cumprimento.

As organizações em sua totalidade têm por obrigação implementar as normas regulamentadoras, principalmente as que pautam sobre segurança e saúde do trabalho, pois as mesmas são essenciais para que uma empresa ou organização possa obter licenciamento para livre e segura atuação no mercado, a fim de resultar em qualidade na prestação de serviços e reconhecimento na indústria.

A segurança do trabalho é fundamental para garantir a integridade física dos colaboradores nas empresas. Em face a isso, as Normas Regulamentadoras, que por sua abrangência, abordam diversas temáticas a respeito de segurança no ambiente de trabalho.

A Consolidação das Leis do Trabalho estão em vigor no Brasil desde 1943 fazendo parte das leis ordinárias do sistema jurídico brasileiro até hoje.

Desde 1977 seu artigo 200 define que o Ministério do Trabalho é responsável por regulamentar as medidas de segurança do trabalho e sua SEÇÃO XI trata especificamente de Máquinas e Equipamentos.

Atualmente o Brasil dispõe de 36 normas regulamentadoras oferecidas gratuitamente no site do Ministério do Trabalho.

Destaques:

NR 11 – Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais;

NR 13 – Vasos de Pressão e Caldeiras;

NR 15 – Atividades e Operações Insalubres;

NR 17 – Ergonomia;

NR 33 – Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados;

NR 35 – Trabalho em altura. (CARDOSO, 2015)

3.3 NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

A criação da norma regulamentadora 12, em 8 de junho de 1978, veio da necessidade de garantir a segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, mais especificamente, estabelecer requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho.

A sessão XI – Das máquinas e equipamentos engloba os artigos que regem essa norma, e são eles:

Art.184 As máquinas e os equipamentos deverão ser dotados de dispositivos de partida e parada e outros que se fizerem necessários para a prevenção de acidentes do trabalho, especialmente quanto ao risco de acionamento acidental.

Parágrafo único - É proibida a fabricação, a importação, a venda, a locação e o uso de máquinas e equipamentos que não atendam ao disposto neste artigo.

Art.185 Os reparos, limpeza e ajustes somente poderão ser executados com as máquinas paradas, salvo se o movimento for indispensável à realização do ajuste.

Art.186 - O Ministério do Trabalho estabelecerá normas adicionais sobre proteção e medidas de segurança na operação de máquinas e equipamentos, especialmente quanto à proteção das partes móveis, distância entre estas, vias de acesso às máquinas e equipamentos de grandes dimensões, emprego de ferramentas, sua adequação e medidas de proteção exigidas quando motorizadas ou elétricas. (Redação dada pela Lei nº6.514, de 22.12.1977, Ministério do Trabalho)

3.4 Análise de Risco

Segundo Cardella (1999), análise de risco é o estudo detalhado de um objeto com a finalidade de identificar perigos e avaliar os riscos associados. O objeto pode ser organização, área, sistema, processo, atividade e intervenção.

A análise de risco tem como finalidade nos alertar da gravidade dos problemas existentes em um certo ambiente de trabalho sem que haja a necessidade de passar por eles.

Com isso, o método de análise de risco consiste em dividir o objeto e identificar perigos e analisar riscos em cada elemento.

Em nosso projeto o foco da análise de risco consistiu no levantamento dos perigos encontrados na máquina, na ordenação dos riscos, na implantação de medidas preventivas, priorizar e acompanhar a implantação das medidas propostas.

3.5 HAZARD RATING NUMBER (HRN)

O método HRN, também conhecido como Número de Avaliação de Perigos, é um dos métodos de se estimar os riscos em máquinas mais utilizados para se quantificar e graduar o nível de risco.

De acordo com Silva e Souza (2011), apud Corrêa, o HRN é um método quantitativo em que valores numéricos são atribuídos para os seguintes itens:

- PE (Probabilidade de Exposição);
- FE (Frequência de Exposição ao Perigo);
- MPL (Probabilidade Máxima de Perda);
- NP (Número de Pessoas Expostas ao Risco).

Para encontrar o HRN do risco ou item avaliado, é estabelecido um número que representa a variável de cálculo para cada item mencionado acima. A fórmula aplicada para encontrar o nível de risco quantificado é a seguinte:

$$\text{HRN} = \text{PE} \times \text{FE} \times \text{MPL} \times \text{NP} \quad (\text{Eq. 1})$$

A probabilidade de exposição ou de ocorrência é um fator que avalia as chances que cada risco tem de acontecer, utilizando níveis que variam de 0, probabilidade de ocorrer o acidente é quase impossível, a 15, probabilidade de que certamente o acidente ocorrerá, tal qual segue quadro 1:

Quadro 1 - Probabilidade de Exposição (PE)

Probabilidade de Exposição (PE)		
0	Quase impossível	Não pode acontecer sobre nenhuma
1	Improvável	Apesar de concebível
2	Possível	Mas não atual
5	Alguma chance	Poderia acontecer
8	Provável	Grande chance de acontecer (sem surpresa)
10	Muito provável	De se esperar
15	Certo	Nenhuma dúvida

Fonte: The safety & Health Practioner apud CORRÊA, 2011.

O quadro 2 mostra a frequência na qual o operador está exposto ao perigo analisado:

Quadro 2 – Frequência de Exposição (FE)

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

Fonte: The safety & Health Practioner apud CORRÊA, 2011.

No quadro 3, considera-se do grau mínimo ao grau máximo de lesão ou danos à saúde que o indivíduo poderá sofrer:

Quadro 3 – Probabilidade Máxima de Perda (MPL)

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

Fonte: The safety & Health Practioner apud CORRÊA, 2011.

No quadro 4 é considerado o número de pessoas que estão expostas ao risco:

Quadro 4 – Número de Pessoas expostas (NP)

Número de pessoas expostas (NP)

1	1-2 pessoas
2	3-7 pessoas
4	8-15 pessoas
8	16-50 pessoas
12	Mais que 50 pessoas

Fonte: The safety & Health Practioner apud CORRÊA, 2011.

Como apresentado no quadro 5, o resultado obtido da multiplicação dos valores, conforme fórmula utilizada para encontrar o HRN, definirá o grau de risco que o ponto avaliado oferece e o tempo necessário para minimização dos riscos encontrados.

Segundo Corrêa (2011), a classificação dos riscos se enquadra em 7 categorias:

- Risco muito baixo: não são requeridas medidas de controle significativas, mas é recomendável o uso de EPI e a aplicação de treinamento;
- Risco baixo: medidas de controle devem ser consideradas;
- Risco significativo: medidas de controle adicionais devem ser implementadas ao sistema instalado na máquina dentro de um mês;
- Risco alto: medidas de controle de segurança devem ser implementadas dentro de uma semana;
- Risco muito alto: medidas de controle de segurança devem ser implementadas dentro de um dia;
- Risco extremo: medidas de controle de segurança devem ser imediatas;
- Risco inaceitável: deve-se cessar a operação de trabalho da máquina ou equipamento até que as medidas de controle tenham sido adotadas.

Quadro 5 – Número de Classificação de Riscos

Números de Classificação de Risco (HRN)		
Aceitável	0 – 1	Risco aceitável – considerar possíveis ações
Muito baixo	1 – 5	Até 1 ano
Baixo	5 – 10	Até 3 meses
Significante	10 – 50	Até 1 mês
Alto	50 – 100	Até 1 semana

Muito alto	100 – 500	Até 1 dia
Extremo	500 – 1000	Ação imediata
Inaceitável	> 1000	Parar atividade

Fonte: The safety & Health Practioner apud CORRÊA, 2011.

3.6 Máquina Bobinadora de Cabos

A máquina bobinadora de cabos, serve para envolver um determinado material como cabos, mangueiras, fios, etc. em um núcleo, carretel ou bobina. Existem diversos tipos de máquinas de enrolamento, desde simples máquinas de alimentação manual até máquinas complexas de controle numérico computadorizado (CNC). Alguns dos usos mais comuns para esse tipo de equipamento são enrolamento de bobinas, enrolamento de corda e contínuo enrolamento de filamentos. Muitas indústrias utilizam esses dispositivos, incluindo indústrias têxtil, eletrônica entre outros (GANESH et al., 2016).

O enrolador de cabos de aço tem como finalidade realizar de forma eficiente o enrolamento de um cabo, fio ou corda durante o processo industrial.

O operador controla a velocidade e alimentação do material manualmente, guiando-as para controlar a tensão e o padrão de carga. Estas máquinas simples podem ser de tamanho de bancada ou um grande enrolador autônomo (GANESH et al., 2016).

3.6.1 Componentes da Máquina Bobinadora de Cabos

Existem diversos tipos de máquinas enroladoras, dentre elas pode-se citar: máquina de enrolar cabos de aço, máquina de enrolar mangueiras, máquina de enrolar fios de cobre, dentre outros.

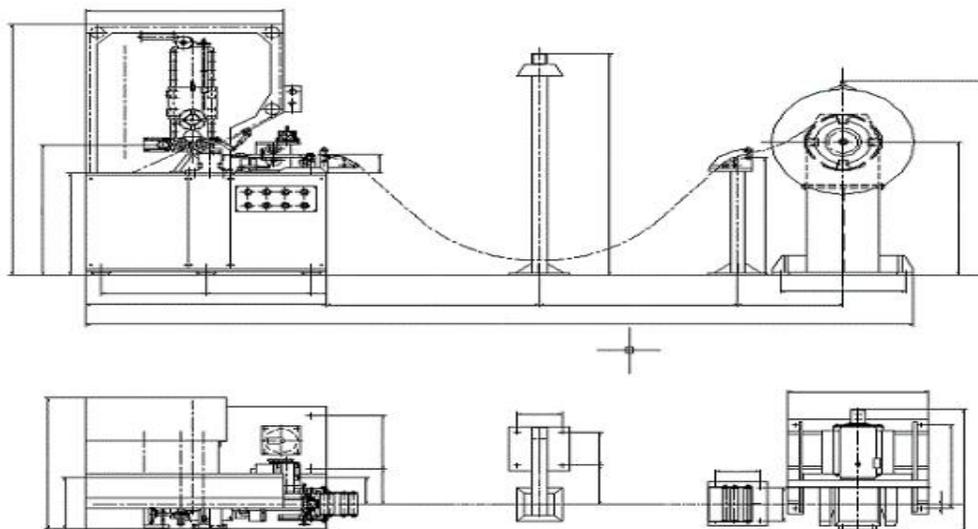
Os enroladores de cabo devem enrolar e manter enrolado cabos elétricos de alimentação e/ou controle de equipamentos móveis, organizando o local de operação do equipamento e ajudando a proteger o cabo de danos decorrentes de emaranhamento, vinco ou excesso de tração (STEMMANN, 2016).

Stemmann (2016) esclarece que, basicamente, a máquina bobinadora de cabos é composta pelo corpo do enrolador, onde o cabo elétrico é acomodado (enrolado), podendo ser tipo espiral ou cilíndrico (tambor). O acionamento é descrito como o conjunto que irá movimentar o corpo do enrolador para enrolar/liberar o cabo em sincronismo com a máquina móvel. Através do Conjunto de anéis é feita a transmissão da energia entre o cabo móvel e o cabo fixo. Por fim, existem os acessórios, que compreendem sinos e roldanas guia cabo, painéis elétricos, conectores rotativos de fibra ótica, etc.

A máquina enroladora de cabos de aço inicia operação quando o colaborador tensiona o cabo de aço presente no interior do equipamento, ao fixar a ponta do cabo no carretel de bobina, então é acionado o botão de partida da máquina, dando início ao procedimento de enrolar o cabo. Durante o processo de enrolamento, o cabo é direcionado por meio de um dispositivo guia, que o conduz até o carretel estar regularmente preenchido.

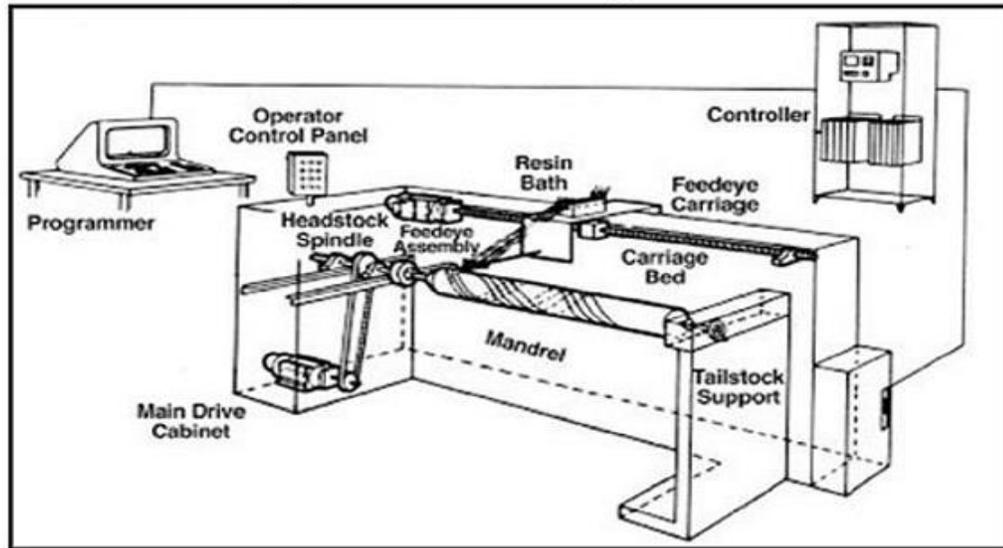
As figuras 1 e 2 a seguir apresentam exemplos de equipamentos enroladores de cabos. A figura 1 mostra o layout de núcleo aberto, enquanto a figura 2 indica os componentes de um equipamento enrolador de filamentos.

Figura 1 – *Open core winding machine*



Fonte: Adaptado de *transformer-machine* (2016)

Figura 2 – *Filament winding machine*



Fonte: Adaptado de edge.rit.edu (2016)

4 METODOLOGIA

4.1 Métodos Utilizados

A criação e desenvolvimento do projeto se deu origem pela necessidade de implementação de um dispositivo em um posto de trabalho que acidentalmente ocorreu uma fatalidade, que me impulsionou a realizar uma melhoria, adequando a máquina conforme norma regulamentadora 12.

Para realizar essa melhoria, há uma sequência em etapas que facilitou o desenvolvimento deste projeto:

- Estudo da Norma Regulamentadora 12.
- Levantamento Bibliográfico.
- Coleta e análise de dados.
- Funcionamento do equipamento.
- Apontar possíveis riscos na operação do equipamento.

Etapa 1: Estudo da Norma Regulamentadora 12

Primeiramente, para iniciar este projeto, houve investimento de tempo de qualidade para adquirir conhecimento da norma e aplicá-los ao projeto, de modo que o equipamento venha a se adequar a esta norma.

Etapa 2: Levantamento Bibliográfico

Através de livros, dissertações, artigos, vídeos de funcionamento do equipamento, entre outros, foi possível colher informações suficientes para elaboração e construção da base deste projeto.

Etapa 3: Coleta e análise de dados

Para esta etapa, as reuniões realizadas com profissionais da área nos auxiliaram na coleta de informações preponderantes para o desenvolvimento do projeto. Através dos dados coletados dessa pesquisa, foi feita a análise, por meio da internet, alguns equipamentos similares ao enrolador de cabos de aço como ponto de partida para este estudo.

Etapa 4: Funcionamento do equipamento

Tensionando o cabo do interior da máquina e fixando a ponta do cabo no carretel de bobina, o operador dá a partida no processo, acionando o botão de “start” da máquina, iniciando, assim, o processo de enrolamento do cabo no carretel. Após o carretel começar a enrolar o cabo, o dispositivo guia auxilia direcionando o posicionamento do cabo no enrolamento do carretel, até o mesmo estar uniformemente preenchido.

Etapa 5: Apontar possíveis riscos na operação do equipamento

*//////////

Os possíveis riscos na operação do equipamento neste processo foram identificados através da aplicação do check list elaborado, que serviu como ponto de partida para a de análise de risco pelo método Hazard Rating Number (HRN).

5 RESULTADOS ALCANÇADOS

Os resultados adquiridos durante o levantamento dos possíveis perigos e análise do check list foram essenciais para formular e solucionar os elementos cruciais coletados da análise do equipamento.

Com o objetivo de regularizar o equipamento de acordo com a norma regulamentadora 12, bem como reduzir os possíveis riscos para níveis aceitáveis, foi necessário dispor de dados pertinentes apresentados na norma que se aplicam à máquina enroladora.

Devido ao alto nível de risco no sistema mecânico que integra o sistema motriz de força, através dos resultados obtidos pelo check list, pontua-se os itens aplicáveis que formam o foco principal para a segurança do colaborador e o bom funcionamento do dispositivo.

A proposta de adequação estimada para níveis de risco aceitáveis do sistema mecânico encontra-se no quadro 6:

Quadro 6 – HRN do Sistema Mecânico Proposto

Quadro HRN-Proposto		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE - Probabilidade de exposição	Nenhuma dúvida	1
FE - Frequência de exposição	Raramente	0,1
MPL - Probabilidade Máxima de Perda	Perda de 2 membros/olho ou doença séria	8

NP - Número de pessoas expostas	1-2 pessoas	1
Valor do HRN	0,8	
Classificação	Risco aceitável	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A considerável redução do nível de risco extremo para aceitável é reflexo da proposta de adequação, que consiste na proteção por meio de barreira física que consta no item 6.2 da NR-12. A norma indica a necessidade de haver uma proteção fixa para o impedimento de acidentes, que poderiam causar até mesmo uma fatalidade, como nas imagens exibidas no vídeo. Posto isto, a proposta de adequação consiste em uma cabine de proteção que deverá permanecer fechada enquanto o processo de enrolamento de cabos estiver ocorrendo. Caso haja a tentativa de abrir a porta de proteção o procedimento da máquina irá parar de funcionar e a porta se trancará, para garantir a segurança do equipamento e do colaborador.

O item 12.38 da NR-12 recomenda a utilização de proteções interligadas ao sistema de emergência e paralisação da máquina. Portanto, o projeto consistirá na construção de uma cabine de proteção que não permite que o operador entre em contato com a máquina em funcionamento, se a porta abrir, a máquina desativará seu sistema elétrico, deixando de funcionar. Segue abaixo figura 3:

Figura 3 – Cabine de proteção



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O nível de risco do sistema elétrico proposto pode ser visto no quadro 7:

Quadro 7 – HRN do Sistema Elétrico Proposto

Quadro HRN-Proposto		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE - Probabilidade de exposição	Quase impossível	0
FE - Frequência de exposição	Em termos de hora	4
MPL - Probabilidade Máxima de Perda	Perda de 2 membros/olho ou doença séria	8
NP - Número de pessoas expostas	1-2 pessoas	1
Valor do HRN	0	
Classificação	Risco aceitável	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A probabilidade de exposição recebeu uma clara diminuição, em consequência da inserção da cabine de proteção e do painel de controle, onde estarão contidos os botões liga/desliga, emergência e reset.

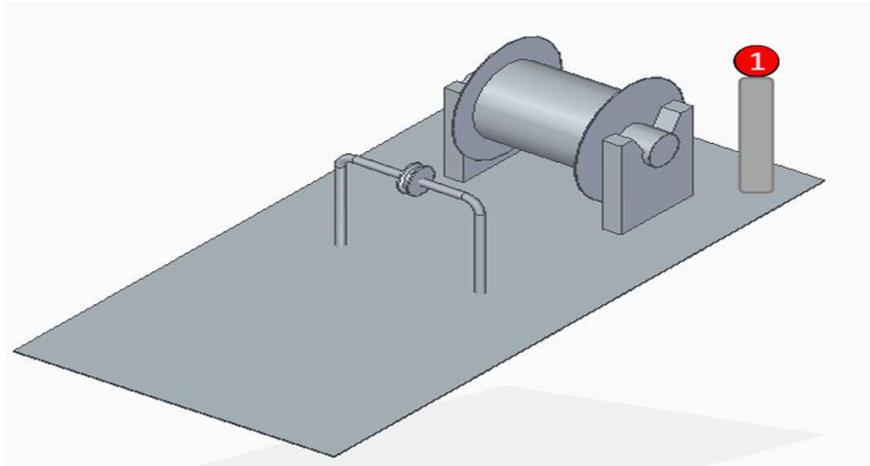
Figura 4 – Painel elétrico



Fonte: O compra, 2017.

O sistema de emergência é, de acordo com o item 12.56 da norma, um elemento imprescindível no equipamento, que deve estar munido de um ou mais dispositivos de parada de emergência. Logo, além do botão de emergência do painel elétrico, há proposta de instalação de um dispositivo de emergência dentro da cabine, próximo a máquina, conforme segue figura 5 abaixo:

Figura 5 – Proposta de instalação de botão de emergência.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A mudança de risco muito alto para aceitável está exibida no quadro 8:

Quadro 8 – HRN do Sistema de Emergência Proposto

Quadro HRN-Proposto		
Fatores	Classificação	Valor HRN
PE - Probabilidade de exposição	Improvável	0
FE - Frequência de exposição	Raramente	0,1
MPL - Probabilidade Máxima de Perda	Perda de 2 membros/olho ou doença séria	8
NP - Número de pessoas expostas	1-2 pessoas	1
Valor do HRN	0,8	
Classificação	Risco aceitável	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

A figura 6 caracteriza uma polia louca que é atuada em modo positivo, ou seja, a polia será mecanicamente movida através do movimento exercido pelo cabo de aço, eliminando o contato do operador com o cabo de aço.

Figura 6 – Polia louca



Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

5.1 ORÇAMENTO

Para a adequação da máquina bobinadora de cabos de aço, fez-se um levantamento dos itens necessários apresentados na tabela 1:

Tabela 1 – Lista de materiais e custo – Adequação NR-12

Lista de materiais e custo real - Adequação NR-12				
Materiais	Qtd	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
Metalon 40m x 40m x 2m	54	m	R\$ 13,37	R\$ 721,98
Tela 2m altura - malha 15	24	m ²	R\$ 37,86	R\$ 908,64
Chapas de aço 100 x 100 x 3/16	4	kg	R\$ 5,00	R\$ 20,00
Parabolt 1/4 x 2"	44	unid	R\$ 1,92	R\$ 84,48
Lâmpada sinalização verde com suporte	1	unid	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Lista de materiais e custo real - Adequação NR-12				
Lâmpada sinalização vermelha com suporte	1	unid	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Painel completo conforme NR-10	1	unid	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00

Cabo 6mm	10	m	R\$ 50,00	R\$ 500,00
Trinco com chave	1	unid	R\$ 55,00	R\$ 55,00
Dobradiças	2	unid	R\$ 21,00	R\$ 42,00
Chave de segurança de ruptura positiva	1	unid	R\$ 400,00	R\$ 400,00
Relé de interface 220 V X 24 V	1	unid	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00
TOTAL				R\$7.252,10

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

O orçamento levantado na tabela acima compreende o dispositivo de segurança de intertravamento, o painel completo conforme NR-10 e componentes para a construção da cabine de proteção.

Para a finalização do orçamento, deve ser levado em conta os demais custos:

- Mão-de-obra qualificada;
- Honorários dos profissionais habilitados para elaboração de laudos de conformidade da máquina adequada e confecção de ART's.

A tabela 2 apresenta o investimento feito no protótipo:

Tabela 2 – Lista de materiais e custo – Protótipo

Lista de materiais e custo - Protótipo				
Materiais	Qtd	Unidade	Custo Unitário	Custo Total
Base de poliacetal 500x300x10mm	1	unid	R\$ 80,00	R\$ 80,00
Carretéis de poliacetal Ø130xØ150x200mm	2	unid	R\$ 76,00	R\$ 152,00
Suportes poliacetal 200x40x20mm	4	unid	R\$ 50,00	R\$ 200,00
Mancal rolete	4	unid	R\$ 40,00	R\$ 160,00
Esticador móvel	1	unid	R\$ 10,00	R\$ 10,00
Tela de proteção 60x35x60mm	1	unid	R\$ 25,00	R\$ 25,00
Motorreductor	1	unid	R\$ 400,00	R\$ 400,00
Cantoneira 1/2" x 1/8"	1	pç	R\$ 14,50	R\$ 14,50
TOTAL				R\$1.041,50

Fonte: Elaborado pelo autor, 2018.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como finalidade a proposta de adequação de uma máquina bobinadora de cabos de aço à NR-12, o que possibilitou maior compreensão na norma e em métodos de análise e identificação de riscos. Além disso, também permitiu maior conhecimento a respeito da realidade das indústrias, em que nem sempre é dada a devida atenção a necessidade de adequarem-se a norma.

O conhecimento adquirido em sala de aula, a extensa pesquisa bibliográfica e as consultas a especialistas na área permitiram projetar a implementação de melhoria desenvolvida para proteção dos operadores e a otimização do processo, criando um dispositivo que realizasse a atividade operacional sem que haver a necessidade de intervenção do operador. Assim, O entendimento e aprofundamento a respeito das normas, em particular a norma regulamentadora 12 e a segurança do trabalho de modo geral, foi fundamental para o crescimento acadêmico e profissional, nesses temas que são muito pertinentes na área de engenharia.

Sendo assim, a adequação de máquinas e equipamentos à NR-12 nem sempre é tida como prioridade pelas empresas, que frequentemente tem como preocupação maior a produção, não levando em conta a segurança de seus colaboradores, o que põe em risco a segurança dos mesmos.

A proposta desenvolvida por meio do check list estimado da máquina e o método HRN, permitiu determinar os itens indispensáveis para composição da proposta e necessários a adequação, expondo os custos reais de um equipamento desse porte de acordo com a norma.

Sugere-se que, para futuros trabalhos, sejam feitas melhorias em relação ao dispositivo guia, de acordo com a norma.

7 REFERÊNCIAS

- ARRA, G. **Evolução da segurança do trabalho e da saúde ocupacional no Brasil.** Disponível em : < [http://www.processos.eng.br / processos@processos.eng.br](http://www.processos.eng.br/processos@processos.eng.br) > Acesso em: 30 de Nov de 2018.
- BARSANO, Paulo R.; BARBOSA, Rildo P., **Segurança do Trabalho – Guia Prático e Didático.** São Paulo: Editora Érica, 2012.
- CARDELLA, B. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes – Uma Abordagem Holística.** São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999.
- CHIBINSKI, M. **Introdução à Segurança do Trabalho.** 2011.
- CORREA, Martinho U., **Sistematização e Aplicações da NR-12 na Segurança em Máquinas e Equipamentos,** 2011.
- GANESH, S. Et al. **Automatic Coil Winding Machine. Journal of Advance Research in Electrical Engineering & Technology,** Bhopal, Vol 3, No 2, 2016.
- STEMMANN, **Enroladores de Cabo Motorizado,** 2016.
- SILVA, Isabel B. R.; SOUZA, Braulio S., **Proteção de máquinas: a melhor alternativa. Revista Proteção,** Rio Grande do Sul, v. 1, nov. 2011.
- TRANSFORMER_MACHINE. **Open core winding machine,** 2016.