

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA**

LUCIANO LARA

**ADEQUAÇÃO DE TORNO MECÂNICO CONVENCIONAL A NR12:
UM ESTUDO COMPARATIVO ENTRE AS VERSÕES ANTIGA E NOVA DA
NORMA**

SÃO LEOPOLDO

2017

Luciano Lara

ADEQUAÇÃO DE TORNO MECÂNICO CONVENCIONAL A NR12:
Um estudo comparativo entre as versões antiga e nova da Norma

Artigo apresentado como requisito parcial
para obtenção do título de Especialista em
Engenharia de Segurança do Trabalho,
pelo Curso de Especialização em
Engenharia de Segurança do Trabalho da
Universidade do Vale do Rio dos Sinos –
UNISINOS

Orientador(a): Prof. Esp. Ricardo Lecke

São Leopoldo

2017

ADEQUAÇÃO DE TORNO MECÂNICO CONVENCIONAL A NR12

Luciano Lara*

Ricardo Lecke**

Resumo: Este trabalho tem como objetivo fazer uma análise comparativa entre as versões antiga e nova da norma regulamentadora número 12, com enfoque na adequação de um torno mecânico convencional. Através de um estudo comparativo entre as versões da norma pretende-se analisar as principais mudanças exigidas através de um estudo de caso em uma indústria metalúrgica da Grande Porto Alegre. Com base nos resultados obtidos, poderão ser evidenciados quais as principais mudanças, seus impactos e os benefícios gerados a partir da impactante revisão da normativa.

Palavras-chave: Proteção de máquinas. Norma regulamentadora número 12. Revisão da norma Torno Mecânico.

* Engenheiro Mecânico – UNISINOS, 2012 – luciano.canoas@yahoo.com.br

** Engenheiro de Segurança do Trabalho – ricardolecke@yahoo.com.br.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Partes do corpo mais afetadas em acidentes | 12 |
| Figura 2 - Principais partes de um torno mecânico convencional | 15 |
| Figura 3 - Torno mecânico sem dispositivos de segurança | 16 |
| Figura 4 - Zonas de riscos potenciais no torno mecânico | 17 |
| Figura 5 - Torno mecânico Imor-650 antes da adequação (vista frontal) | 20 |
| Figura 6 - Torno mecânico Imor-650 antes da adequação (vista traseira) | 20 |
| Figura 7 - Projeto das proteções móveis | 31 |
| Figura 8 - Instalações das partes móveis em período de ajuste | 31 |
| Figura 9 - Projeto da proteção móvel | 32 |
| Figura 10 - Instalação da parte fixa | 33 |
| Figura 11 - Proteção da placa universal e intertravamento | 34 |
| Figura 12 - Proteção do carro principal e intertravamento | 34 |
| Figura 13 - Proteção do rolo cortina no torno mecânico | 35 |
| Figura 14 - Proteção da parte posterior do torno mecânico | 36 |
| Figura 15 - Instalação da chave geral | 37 |
| Figura 16 - Instalação da botoeira de emergência e de rearme | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Acidentes de trabalho no Brasil (2013-2015) | 11 |
| Tabela 2 - Quantidade de acidentes do trabalho no Brasil em 2013 segundo o CID (30 maiores) | 13 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 - Probabilidade de Ocorrência (LO)..... | 22 |
| Quadro 2 - Frequência de Exposição (FE)..... | 22 |
| Quadro 3 - Grau da Possível Lesão (DPH)..... | 23 |
| Quadro 4 - Número de Pessoas em Risco (NP)..... | 23 |
| Quadro 5 - Valor do HRN para a classificação adequada..... | 24 |
| Quadro 6 - HRN dos sistemas de força antes da adequação..... | 25 |
| Quadro 7 - HRN do sistema do porta-ferramentas antes da adequação..... | 25 |
| Quadro 8 - HRN do contato com partículas volantes antes da adequação..... | 26 |
| Quadro 9 - HRN do Botão de Emergência antes da adequação..... | 27 |
| Quadro 10 - HRN da Proteção fixa traseira antes da adequação..... | 27 |
| Quadro 11 - HRN dos sistemas de força depois da adequação..... | 28 |
| Quadro 12 - HRN do sistema do porta-ferramentas depois da adequação..... | 28 |
| Quadro 13 - HRN do contato com partículas volantes depois da adequação..... | 29 |
| Quadro 14 - HRN do botão de emergência depois da adequação..... | 29 |
| Quadro 15 - HRN da Proteção fixa traseira depois da adequação..... | 29 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 6 |
| 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 8 |
| 2.1 As distintas versões da NR12 | 8 |
| 2.2 Estatísticas de acidentes..... | 10 |
| 2.3 O torno mecânico e seus riscos | 11 |
| 2.4 Torno mecânico convencional..... | 14 |
| 2.4.1 Os principais dispositivos de proteção..... | 16 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 18 |
| 3.1 Avaliação dos Riscos | 21 |
| 3.1.1 Análise HRN do torno IMOR-650 antes da adequação | 24 |
| 3.1.2 Análise HRN do torno IMOR-650 depois da adequação | 28 |
| 3.2 Proteções móveis..... | 30 |
| 3.3 Proteções fixas..... | 32 |
| 3.4 Adequação e montagem das proteções..... | 33 |
| 3.4.1 Adequação das proteções móveis..... | 33 |
| 3.4.2 Adequação das proteções fixas..... | 35 |
| 3.4.3 Quadros de energia | 36 |
| 3.4.4 Parada de emergência e reset | 37 |
| 4 RESULTADOS | 38 |
| 5 DISCUSSÃO | 39 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 40 |
| REFERÊNCIAS..... | 41 |
| APÊNDICE A – CHECK LIST NR12 – Torno imor-650 | 42 |

1 INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas oriundas da revolução industrial, trouxeram um incremento para o setor industrial. Com a criação e desenvolvimento de novas máquinas, a mão de obra teve que buscar qualificação para atender as mais variadas necessidades do mercado de trabalho.

O que não foi considerado na concepção desses projetos, diz respeito a proteção do operador. Assim, muitos trabalhadores foram mutilados ou incapacitados de trabalhar devido a acidentes de trabalho com máquinas operatrizes.

Diante destes fatos, no ano de 1978 foi criada a norma NR12, que estabelece regras e ações não somente para máquinas e equipamentos, mas também para as condições de trabalho e para as mais diferentes atividades de risco.

A NR12 em sua primeira edição era muito ampla e pouco fiscalizada. Desta forma, para complementar a norma, foram criadas notas técnicas, instruções normativas e programas de prevenção, elementos que tratavam de maneira mais específica os diferentes segmentos de equipamentos e serviços que a norma abrange.

Em dezembro de 2010 a NR12 através de uma comissão tripartite formada por representantes do governo, dos trabalhadores e empregadores foi feita uma grande revisão na norma, que vigora atualmente com uma pequena revisão feita em 2016 pelo ministério do trabalho.

Esta revisão aliada a uma intensificação nas fiscalizações, interdições e multas, gerou um aumento na demanda por projetos de adequação nas indústrias, principalmente nas de grande porte, os principais alvos das fiscalizações devido a insuficiência de auditores fiscais do trabalho para fiscalizar empresas de médio e pequeno porte.

Uma avaliação sobre a questão acidentária no país com ainda a utilização de máquinas antigas e obsoletas, com certeza, conclui que a proteção insuficiente ou inexistente é a principal causa de inúmeros acidentes graves e/ou fatais. Este fato se deve ao ciclo de vida das máquinas no Brasil e que comprova que seus projetos não incluíam adequadamente as questões de segurança do trabalhador e quando consideradas obsoletas são vendidas normalmente para micros ou pequenas

empresas, em piores condições de operação, ou seja, probabilidade de ocorrência de novos acidentes (Del Vecchio, 2009).

A realidade é que adequações devem ser feitas em máquinas, equipamentos ou mecanismos, não importando se é antiga, obsoleta ou nova, dado que as mesmas em funcionamento são úteis ao processo de produção e estão em uso. Os meios de proteção são os mais diversos possíveis, desde os mais simples, como grades protetoras de partes móveis ou giratórias de motores, portas de acesso a máquinas e equipamentos, dentre outros, indo até cortinas de luz (barreiras óticas), relés de segurança, sensores de presença e acionamentos bi manuais, sistemas de paradas de emergência, para citar os mais utilizados. Portanto, baseado nestas considerações, o estudo a seguir avalia a adequação de um torno mecânico horizontal, comparando o antes e o depois e ao mesmo tempo, fazendo um analogia com as exigências contidas na versão antiga (1978), e a nova versão (2010) da NR12.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Perante o gradativo crescimento da indústria, dos avanços tecnológicos, houve um consenso entre empregadores, empregados e governo, da necessidade de revisar a norma regulamentadora 12. A redação antiga, publicada em dezembro de 1978, já estava sendo considerada defasada e pouco rigorosa.

Durante décadas, máquinas foram construídas com conceitos mínimos de segurança e infraestrutura de automação. No Brasil ainda operam centenas destas máquinas consideradas obsoletas e desatualizadas. Empresas de médio e pequeno porte, que normalmente prestam serviço para empresas maiores, são as maiores responsáveis por esta estatística.

Nesse contexto, sabe-se que o dever de uma empresa é se manter permanentemente atualizada com as demandas de gestão de segurança, sem comportamento meramente reativo à legislação vigente, fornecendo máquinas e equipamentos que apresente um sistema de segurança eficaz, condizendo com a necessária segurança e bem estar do trabalhador, sem para isto ter que diminuir a produtividade destas. (SOUZA, 2014)

2.1 As distintas versões da NR12

A primeira versão da NR12, divulgada em 08 de junho de 1978, foi um passo importante para que se iniciasse uma abordagem voltada para a segurança na operação de máquinas e equipamentos.

De acordo com Peinado (2016), a manutenção de conceitos genéricos foi criando ao longo de sua aplicação profundas discrepâncias de interpretação quer seja pelos fabricantes, usuários e fiscalização. Por estas razões, foi ficando cada vez mais evidente que a NR12 necessitava de uma linguagem que fosse mais clara e atendesse as necessidades e interesses de todas as partes.

Segundo Peinado (2016), resumidamente, a antiga NR12 tinha sua ênfase voltada a máquinas e equipamentos, enquanto a nova versão aborda uma visão mais voltada à segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, com ênfase na segurança do trabalhador.

Embora as mudanças tenham sido significativas em alguns tópicos, no que se refere a proteção de máquinas, pode-se dizer que elas foram aprimoradas e detalhadas com uma linguagem mais compreensível e de forma mais específica.

A versão antiga da NR12 de uma forma geral em seu parágrafo 12.3, assegura que as máquinas e equipamentos devem ter suas transmissões de força:

- Enclausuradas dentro de sua estrutura ou devidamente isoladas pôr anteparos adequados;
- Quando estiverem a uma altura superior a 2,50m (dois metros e cinqüenta centímetros), podem ficar expostas, exceto nos casos em que haja plataforma de trabalho ou áreas de circulação em diversos níveis.

Com relação ao risco de ruptura de suas partes e/ou.lançamento de partículas de seu processo, assegura que deve haver proteção.suficientemente de forma que ofereça proteção efetiva. Estes dispositivos devem estar fixados a máquina, , equipamento, piso ou parte fixa, e só podem ser retirados para execução de limpeza, lubrificação, reparo e ajuste, devendo ser obrigatoriamente recolocados em seu lugar de origem

A nova versão da NR12, por sua vez, aborda estas medidas de uma forma mais clara e objetiva, além de citar outras atribuições tais como:

- Obrigações específicas para que os trabalhadores cumpram todas as orientações reletivas aos procedimentos seguros de operação;
- Assegurar que as zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança que garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores;
- Considera dispositivos de segurança interligados ou associados a proteções, como por exemplo: comandos elétricos ou interfaces de segurança, CLP (controlador lógico programável), dispositivo de intertravamento eletromecânico, sensores de segurança, entre outros;
- Máquinas e equipamentos dotados de proteções móveis associadas a dispositivos de intertravamento, devem operar somente quando as mesmas estiverem fechadas, e se as forem abertas durante a operação, esta deve ser interrompida.

A NR 12 atualizada, exige que todas as máquinas e equipamentos tenham suas zonas de perigo protegidas por sistemas de segurança, que impeçam

efetivamente o contato do trabalhador com as regiões de perigo da máquina. Estes sistemas de segurança podem ser proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança, sendo que devem ser instalados de forma que não sejam neutralizados ou burlados, e que também tenham a capacidade de paralisar automaticamente quando uma situação de perigo ocorrer (SESI, 2012).

Além destes sistemas de segurança a máquina deve possuir dispositivos seguros de parada e partida, paradas de emergência, manuais técnicos, procedimentos de trabalho e sinalização eficaz.

2.2 Estatísticas de acidentes

De acordo com o Ministério da Previdência Social, acidentes do trabalho são aqueles eventos que tiveram Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT) registrada no INSS e aqueles que, embora não tenham sido objeto de CAT, deram origem a benefício por incapacidade de natureza acidentária.

Fazer uma análise sobre a causa de incidentes, doenças e acidentes de trabalho, permite o aperfeiçoamento das normas de segurança e saúde, das concepções e dos projetos das máquinas e equipamentos, fazendo com que a capacidade de prevenção seja aprimorada.

Conforme Corrêa (2011), o acidente de trabalho é um dos principais focos de atenção do Ministério do Trabalho e Emprego, busca-se prevenir, evitar ou então eliminar a possibilidade de sua ocorrência. Um acidente de trabalho causa sofrimentos à família prejuízos à empresa e ônus incalculáveis ao Estado.

As classificações quanto aos acidentes de trabalho são:

- Acidentes Com CAT Registrada: correspondem ao número de acidentes cuja Comunicação de Acidentes do Trabalho – CAT foi registrada no INSS. Não é contabilizado o reinício de tratamento ou afastamento por agravamento de lesão de acidente do trabalho ou doença do trabalho, já comunicado anteriormente ao INSS;
- Acidentes Sem CAT Registrada: neste caso a CAT não foi registrada no INSS. Sendo que o acidente é contabilizado segundo o nexu técnico, que tem o objetivo relacionar doenças e acidentes com o exercício de uma determinada atividade profissional;

- Acidentes Típicos: são os acidentes ocorridos na atividade profissional do acidentado, desde que tenha sido emitido o CAT;
- Acidentes de Trajeto: são os acidentes ocorridos no trajeto entre a residência e o local de trabalho do empregado e vice-versa, quando da emissão e registro do CAT;
- Doença do trabalho: são as doenças profissionais produzidas ou desencadeadas pelo exercício do trabalho peculiar a determinado ramo de atividade, sendo que para haver este registro deve ter sido registrada a CAT.

Na tabela 1, estão expostos os dados do triênio 2013/2015 com base no quadro divulgado pelo Ministério da Previdência Social, relacionados aos acidentes ocorridos neste período de acordo com sua classificação.

Tabela 1 - Acidentes de trabalho no Brasil (2013-2015)

| | 2013 | 2014 | 2015 |
|----------------------------|---------|---------|---------|
| Total | 725.664 | 712.302 | 612.632 |
| Típico-Com Cat | 434.339 | 430.454 | 383.663 |
| Sem Cat | 161.960 | 148.019 | 109.690 |
| Trajeto-Com Cat | 112.183 | 116.230 | 106.039 |
| Doença do Trabalho-Com Cat | 17.182 | 17.599 | 13.240 |

Fonte: Ministério da Previdência Social (2017)

Com base nos dados da tabela, pode ser observado que houve uma queda significativa no número de acidentes de trabalho. Analisando os anos de 2014 e 2015, a redução foi de 14%. Pode-se prever melhores resultados nas próximas contabilizações, pois de acordo com as estatísticas, nota-se que começam a aparecer os primeiros indícios de que as medidas de segurança dispostas na impactante revisão da NR12 comecem a surtir efeito.

Importante salientar que os dados estatísticos referentes ao ano de 2016, ainda não foram divulgados pelo Ministério da Previdência Social.

2.3 O torno mecânico e seus riscos

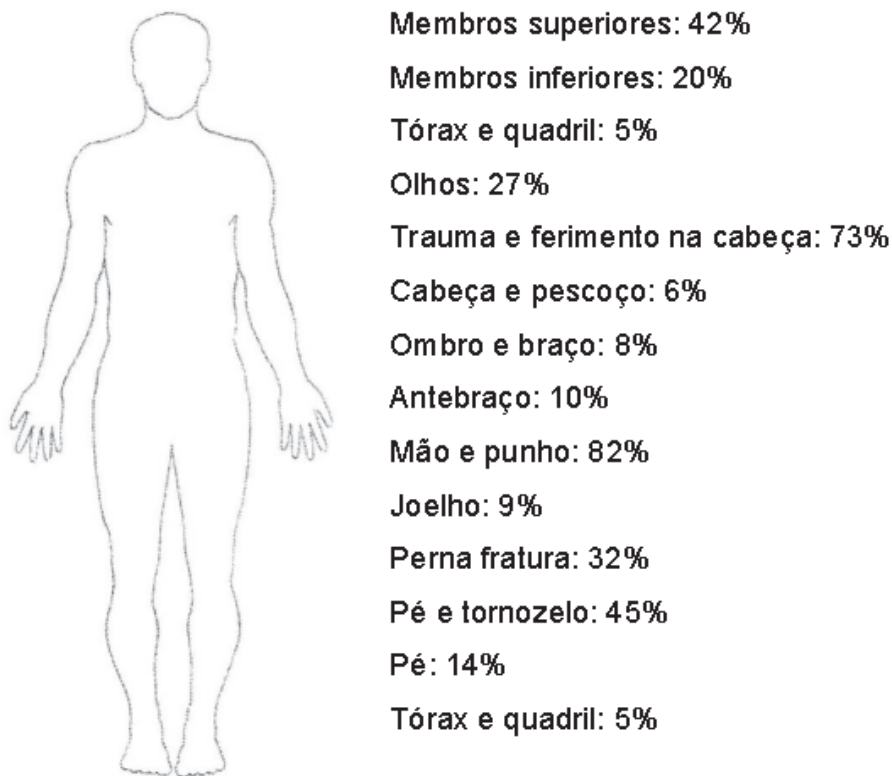
Na operação do torno mecânico convencional os membros superiores são os que possuem maior interação com a máquina, portanto possuem a maior

probabilidade de acidentes. Quando se analisa estatísticas de acidentes de trabalho observa-se que mais de 80% dos acidentes envolvem as mãos e punhos.

De acordo com os dados mais recentes divulgados pelo Ministério da Previdência Social, a quantidade de acidentes de trabalho no ano de 2013, encontram-se relacionados na Tabela 3. A classificação CNAE foram retirados da NR4 – Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho – Quadro I. A classificação nacional de atividade econômica do torneiro mecânico é a 25.39-0 Serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais. Dentro deste panorama, a atividade de torneiro mecânico alcançou a 65ª colocação das atividades que mais ocasionaram acidentes em 2013 no Brasil.

Na Figura 1 ilustra-se a relação dos percentuais das partes do corpo afetadas em acidentes de trabalho.

Figura 1 - Partes do corpo mais afetadas em acidentes



Fonte: Ministério da Previdência Social (2017)

A tabela a seguir, apresenta os dados mais recentes divulgados pelo Ministério da Previdência Social, a respeito da quantidade de acidentes de trabalho

por situação de registro e motivo, segundo o CID 10 (Classificação Internacional de Doenças).

Tabela 2 - Quantidade de acidentes do trabalho no Brasil em 2013 segundo o CID (30 maiores)

| CID 10 | QUANTIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO | | | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------|---------|--------------------|-------|--------------------|
| | Total | Com CAT Registrada | | | | Sem CAT Registrada |
| | | Total | Motivo | | | |
| | | Típico | Trajeto | Doença do Trabalho | | |
| S61 : Ferimento do punho e da mão | 68.838 | 65.269 | 63.622 | 1.565 | 82 | 3.569 |
| S62 : Fratura ao nível do punho e da mão | 49.573 | 39.592 | 33.006 | 6.501 | 85 | 9.981 |
| S60 : Traumatismo superficial do punho e da mão | 34.739 | 33.623 | 30.238 | 3.337 | 48 | 1.116 |
| M54 : Dorsalgia | 34.253 | 12.725 | 10.000 | 1.757 | 968 | 21.528 |
| S93 : Luxação, entorse e distensão das articulações e ligamentos ao nível do tornozelo e pé | 29.626 | 27.213 | 18.738 | 8.415 | 60 | 2.413 |
| S82 : Fratura da perna, incluindo tornozelo | 24.874 | 17.318 | 7.838 | 9.409 | 71 | 7.556 |
| S92 : Fratura do pé (exceto do tornozelo) | 21.710 | 16.501 | 11.458 | 4.990 | 53 | 5.209 |
| M75 : Lesões do ombro | 21.073 | 5.423 | 1.701 | 386 | 3.336 | 15.650 |
| S80 : Traumatismo superficial da perna | 19.083 | 18.144 | 11.599 | 6.511 | 34 | 939 |
| S52 : Fratura do antebraço | 18.249 | 12.980 | 7.581 | 5.354 | 45 | 5.269 |
| S90 : Traumatismo superficial do tornozelo e do pé | 17.124 | 16.453 | 13.026 | 3.397 | 30 | 671 |
| S01 : Ferimento da cabeça | 12.847 | 12.666 | 11.317 | 1.339 | 10 | 181 |
| S42 : Fratura do ombro e do braço | 12.362 | 8.744 | 3.242 | 5.478 | 24 | 3.618 |
| M65 : Sinovite e tenossinovite | 12.304 | 3.937 | 1.586 | 287 | 2.064 | 8.367 |
| S83 : Luxação, entorse e distensão das articulações e dos ligamentos do joelho | 10.983 | 8.321 | 6.053 | 2.173 | 95 | 2.662 |
| T14 : Traumatismo de região não especificada do corpo | 10.587 | 10.343 | 7.829 | 2.495 | 19 | 244 |
| Z20 : Contato com e exposição a doenças transmissíveis | 9.931 | 9.925 | 9.862 | 12 | 51 | 6 |
| S81 : Ferimento da perna | 9.235 | 8.378 | 6.158 | 2.212 | 8 | 857 |
| F43 : Reações ao "stress" grave e transtornos de adaptação | 8.989 | 5.939 | 5.073 | 270 | 596 | 3.050 |
| S68 : Amputação traumática ao nível do punho e da mão | 8.302 | 5.971 | 5.787 | 174 | 10 | 2.331 |
| S91 : Ferimentos do tornozelo e do pé | 7.944 | 6.932 | 5.970 | 952 | 10 | 1.012 |
| S40 : Traumatismo superficial do ombro e do braço | 7.800 | 7.483 | 5.057 | 2.404 | 22 | 317 |
| M25 : Outros transtornos articulares não classificados em outra parte | 6.874 | 4.617 | 3.304 | 1.200 | 113 | 2.257 |
| S50 : Traumatismo superficial do cotovelo e do antebraço | 6.697 | 6.493 | 4.804 | 1.676 | 13 | 204 |
| T07 : Traumatismos múltiplos não especificados | 6.523 | 6.209 | 2.791 | 3.404 | 14 | 314 |

| | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
| S43 : Luxação, entorse e distensão das articulações e dos ligamentos da cintura escapular | 6.383 | 4.938 | 3.039 | 1.836 | 63 | 1.445 |
| G56 : Mononeuropatias dos membros superiores | 6.299 | 1.035 | 162 | 15 | 858 | 5.264 |
| S51 : Ferimento do antebraço | 6.238 | 5.965 | 5.366 | 593 | 6 | 273 |
| S63 : Luxação, entorse e distensão das articulações e ligamentos ao nível do punho e da mão | 6.056 | 5.377 | 4.411 | 934 | 32 | 679 |
| M51 : Outros transtornos de discos intervertebrais | 6.034 | 1.500 | 626 | 84 | 790 | 4.534 |

Fonte: Ministério da Previdência Social (2013)

Com base nos dados da tabela 2 pode-se observar que a maioria dos acidentes segundo o CID (Classificação Internacional de Doenças) no ano de 2013 estão relacionadas a acidentes com membros superiores. Na operação do torno mecânico, mãos e braços são usados continuamente e conseqüentemente onde ocorrem a maioria dos acidentes. Problemas de coluna e joelhos também acabam afetando trabalhadores desta atividade, decorrentes do esforço do tronco e posição no posto de trabalho.

Segundo Lida (2005), máquinas e equipamentos possuem em suas partes móveis os maiores riscos de acidentes, que podem tornar-se seguros se forem adequadamente projetados, construídos, instalados e operados corretamente por pessoas habilitadas. Os três pontos críticos na máquina, normalmente responsáveis pela maioria dos acidentes são: geração e transmissão de movimentos, ponto de operação e outros pontos móveis.

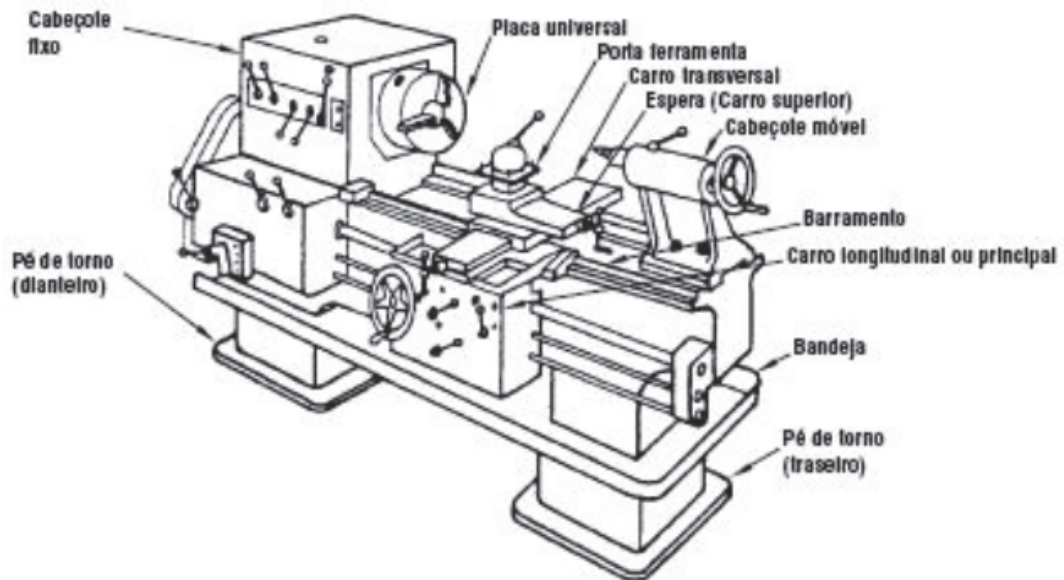
2.4 Torno mecânico convencional

Torno mecânico é uma máquina-ferramenta que permite usinar peças de forma geométrica de revolução. Através da rotação da peça a ser usinada presa em uma placa de castanhas ou fixadas entre os contra-pontos de centragem enquanto uma ou mais ferramentas de corte são pressionadas em um movimento regulável de avanço de encontro à superfície da peça, removendo material (chamado cavaco). O torno consegue efetuar as operações de corte externo e interno, sendo faceamento, torneamento cilíndrico, torneamento cônico, sangramento e rosqueamento.

Esta máquina-ferramenta permite a usinagem de variados componentes mecânicos, possibilitando a transformação do material em estado bruto, em peças que podem ter seções circulares, e quaisquer combinações destas seções.

Basicamente é composto de uma unidade em forma de caixa que sustenta uma estrutura chamada cabeçote fixo. As principais partes de um torno mecânico encontram-se ilustrados na Figura 2.

Figura 2 - Principais partes de um torno mecânico convencional



Fonte: Amazonaws.com/magoo (2017)

Os principais componentes, segundo Groover (2014), podem ser descritos como cabeçote fixo, mecanismo que contém a unidade de acionamento que faz girar o eixo árvore, que por sua vez, faz girar a peça. Ao lado oposto ao cabeçote fixo, está o cabeçote móvel em que está montado o centro de apoio para a outra extremidade da peça. No porta-ferramenta é fixada a ferramenta de corte que fica presa ao carro transversal. O carro principal, tem o objetivo de deslizar ao longo do barramento do torno, assim, possibilita o avanço da ferramenta paralelamente ao eixo de rotação. A placa universal, é responsável pela fixação da peça geralmente na forma cilíndrica, podendo prender o diâmetro externo de uma peça como também o diâmetro externo de peças tubulares, como exemplo. O barramento fica situado na base do torno, fornecendo uma estrutura rígida para a máquina-ferramenta.

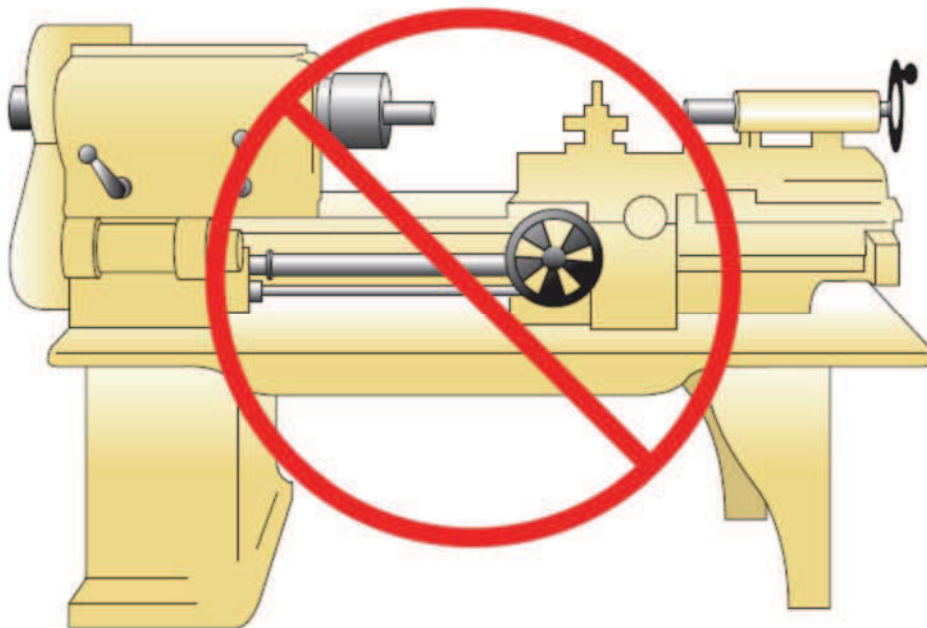
O acionamento do carro principal é feito por um parafuso, conhecido como fuso, que gira e fornece a velocidade de avanço desejada. O carro transversal avança na direção perpendicular ao movimento do carro principal, assim, movendo-se o carro principal, a ferramenta avança paralelamente ao eixo da peça ao executar

a função de torneamento na forma cilíndrica, já no deslocamento radial do carro ferramenta, a ferramenta avança sobre a peça realizando o processo de faceamento, perfilhamento radial ou operações de corte (GROOVER, 2014).

2.4.1 Os principais dispositivos de proteção

Em meados do século passado era comum encontrar nas indústrias máquinas desprovidas de dispositivos de proteção. O torno mecânico convencional possui uma zona de perigo situada na região de transformação da peça, árvore, ferramenta e fuso. Na figura 3 ilustra-se um torno mecânico convencional isento de dispositivos de segurança.

Figura 3 - Torno mecânico sem dispositivos de segurança

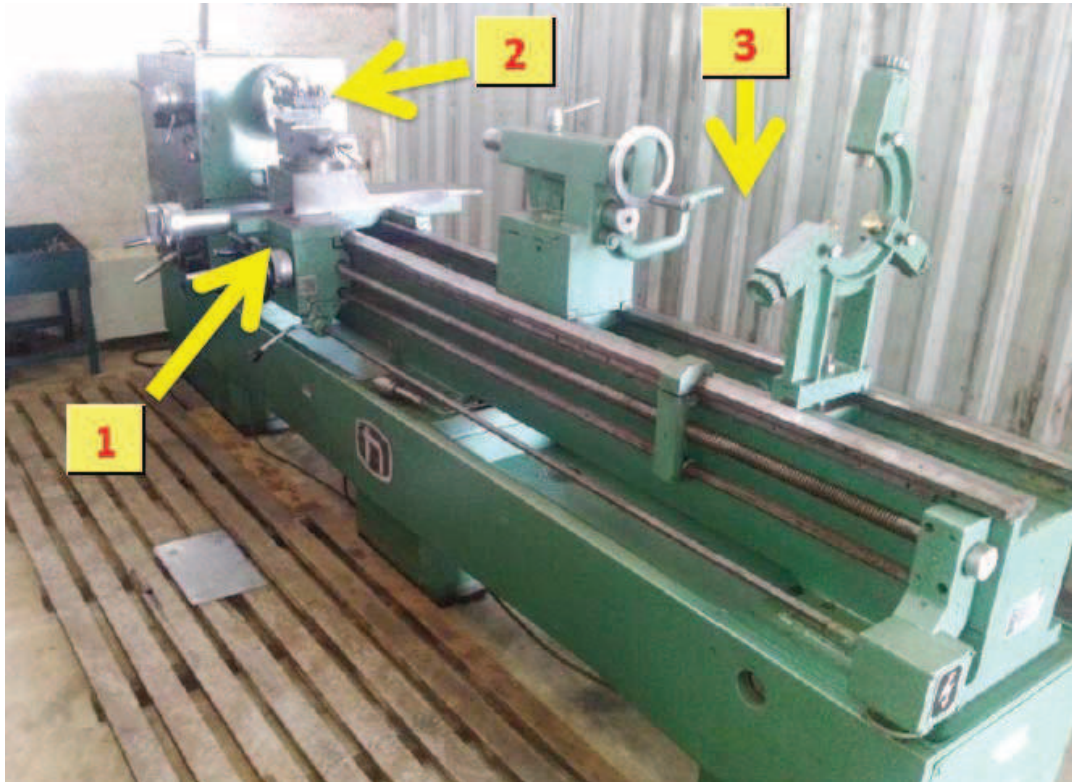


Fonte: Rockford Sistemas (2010)

O objetivo principal da implantação de dispositivos de segurança no equipamento é restringir o acesso do operador a zona de perigo na operação. No torno mecânico convencional esta zona está situada na região da transformação da peça, na sua fixação e na zona de corte e remoção de material. É nesta parte que necessita-se agir preventivamente, pois esta região é onde ocorre a maior incidência de acidentes. Esta zona pode também ser definida como zona de riscos potenciais,

local onde o operador fica posicionado, tanto para operar o movimento dos carros, quanto para observar o processo de usinagem que está sendo executado.

Figura 4 - Zonas de riscos potenciais no torno mecânico



Fonte: Oficina de Manutenção de Equipamentos e Máquinas Pesadas (2017)

Na figura 4, é possível observar os pontos onde o operador tende a estar exposto aos perigos da máquina. Na posição 1, é o local onde o torneiro mecânico posiciona-se para operar. Nesta região ocorrem movimentos giratórios dos manípulos de comando e da vara e fuso que movimentam o carro principal. A posição 2 é onde a usinagem se consolida. Pode ser considerada a zona de maior perigo, pois além das projeções de cavaco provenientes da remoção de material, existe ainda a possibilidade de desprendimento da peça ou quebra da ferramenta de corte. Na posição 3 é o local onde o material removido, chamado de cavaco, vai depositando-se. Com esta região desprovida de proteção, o cavaco tende a se espalhar pelo entorno da máquina, além de também evitar a retenção do fluido de corte, deixando o piso molhado e escorregadio.

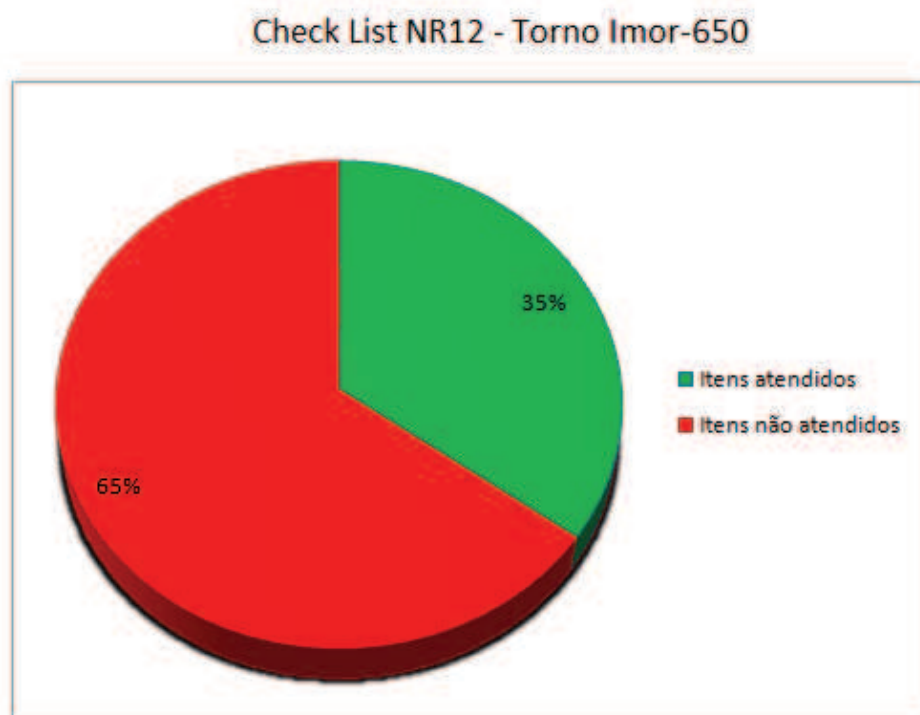
3 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com a proposta deste trabalho, foi feito um projeto e posteriormente executada uma adequação em um torno mecânico ,marca Imor-650, ano de fabricação 1995, em uma metalúrgica de Canoas na região metropolitana da capital gaúcha.

Como forma de identificar os itens envolvendo a adequação da máquina foi desenvolvido um check-list de acordo com os itens aplicáveis a esta máquina-ferramenta, baseados na norma em questão.

O modelo de ckeck-list de identificação dos itens conformes e não conformes, que foram avaliados está disposto no Apêndice A. De acordo com a avaliação desenvolvida, foi possível verificar o percentual de itens atendidos e itens não-atendidos pela norma NR-12, conforme demonstrado no gráfico.

Gráfico 1 – Porcentagem de conformidade e não conformidade



Fonte: o autor (2017)

No total, foram avaliados 37 itens diferentes no check-list, e destes, 13 itens (35%) estão de acordo com as exigências da norma e 24 itens (65%) não estão conformes. Com esse levantamento, foi possível verificar que existem diversas

medidas a serem tomadas para que a máquina atenda os requisitos mínimos previstos na norma regulamentadora sejam atendidos.

O torno mecânico em questão, fabricante Imor, modelo 650, foi fabricado em uma época que não havia a exigência dos equipamentos serem comercializados com os dispositivos de segurança. Com a publicação da norma regulamentadora de número 12 em Dezembro de 2010 houve a necessidade de todos os equipamentos serem fabricados com os dispositivos de prevenção de acidentes, bem como todos os equipamentos existentes serem adequados para cumprirem todos os requisitos de segurança determinados na legislação.

As figuras a seguir mostram o estado do torno mecânico na primeira visita a empresa, com a máquina em plena operação. Nota-se claramente que não existem quaisquer tipos de proteções.

Segundo Campos e Pinto (2013), as máquinas e os equipamentos e seus respectivos sistemas de segurança, seja elétrico, eletrônico, mecânicos, pneumáticos ou hidráulicos devem ser elaborados e projetados conforme as exigências da norma regulamentadora NR 12 e normas técnicas vigentes. Devem possuir características mínimas de segurança as quais são de uso geral, e características específicas para o determinado tipo de máquina e equipamento.

Figura 5 - Torno mecânico Imor-650 antes da adequação (vista frontal)



Fonte: o autor (2017).

Figura 6 - Torno mecânico Imor-650 antes da adequação (vista traseira)



Fonte: o autor (2017).

3.1 Avaliação dos Riscos

Quando deseja-se analisar os riscos existentes em uma máquina, ferramenta ou equipamento, realiza-se uma análise de riscos. Segundo Cardella (1999), é um estudo detalhado de um objeto com a finalidade de alavancar perigos e avaliar os riscos associados em cada elemento, podendo o objeto ser organização, área, sistema, atividade, intervenção ou processo. Após o detalhamento dos perigos e riscos identificados, é possível gerar recomendações para que as chances de ocorrência sejam as menores possíveis.

Para quantificar e graduar os riscos foi aplicado o método HRN (Hazard Rating Number), ou seja, Número de Avaliação de Perigos. Este método é usado para classificar um risco de raro a extremo, dando ao risco uma nota baseado em diversos fatores e parâmetros. Usado e reconhecido mundialmente, o HRN é muito usado na análise de riscos de máquinas e pode ser adaptado a qualquer avaliação de análise de risco.

Os parâmetros utilizados por este método são:

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

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

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

Os parâmetros mencionados assim como as variáveis que cada um representa estão descritos nos quadros abaixo:

Quadro 1 - Probabilidade de Ocorrência (LO)

| LO (Probabilidade de ocorrência) | | |
|----------------------------------|------------------|-------------------------------|
| 0,033 | Quase impossível | Somente em situações extremas |
| 1 | Muito improvável | Mas pode ocorrer |
| 1,5 | Improvável | Embora concebível |
| 2 | Possível | Porém não usual |
| 5 | Alguma Chance | Pode acontecer |
| 8 | Provável | Sem surpresas |
| 10 | Muito provável | Esperado |
| 15 | Certamente | Sem dúvida |

Fonte: Adaptado da Metodologia HRN

A probabilidade de ocorrência é um fator que avalia as chances que cada risco tem de acontecer, podendo estar entre “certo”, ou seja, um acidente que certamente irá ocorrer, até “quase impossível”, ou seja, um acidente que provavelmente nunca irá acontecer.

Quadro 2 - Frequência de Exposição (FE)

| FE (Frequência de Exposição) | |
|------------------------------|-----------|
| 0,5 | Anual |
| 1 | Mensal |
| 1,5 | Semanal |
| 2,5 | Diária |
| 4 | Horário |
| 5 | Constante |

Fonte: Adaptado da Metodologia HRN

A frequência de exposição é um fator que avalia a regularidade com que as pessoas são expostas ao risco, podendo estar entre “anual”, ou seja, o risco ocorre uma vez ao ano, até “constante”, ou seja, o risco acontece a todo tempo.

Quadro 3 - Grau da Possível Lesão (DPH)

| DPH (Grau da Possível Lesão) | |
|------------------------------|---|
| 0,1 | Arranhão / Escoriação |
| 0,5 | Dilaceração / corte / enfermidade leve |
| 1 | Fratura leve de ossos - dedos das mãos / dedos dos pés |
| 2 | Fratura grave de ossos - mão / braço / perna |
| 4 | Perda de 1 ou 2 dedos das mãos / dedos dos pés |
| 8 | Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão |
| 12 | Enfermidade permanente ou crítica |
| 15 | Fatalidade |

Fonte: Adaptado da Metodologia HRN

A probabilidade máxima de perda é um fator que avalia a máxima dano que as pessoas que estão expostas ao risco podem sofrer se elas sofrerem um acidente, podendo estar entre “Arranhão / escoriação”, ou seja, se acontecer um acidente a pessoa vai sofrer poucos danos, até “fatalidade”, ou seja, tem chances de acontecer algum acidente fatal.

Quadro 4 - Número de Pessoas em Risco (NP)

| NP (Numero de pessoas em risco) | |
|---------------------------------|------------------------|
| 1 | 1-2 pessoas |
| 2 | 3-7 pessoas |
| 4 | 8-15 pessoas |
| 8 | 16-50 pessoas |
| 12 | Mais do que 50 pessoas |

Fonte: Adaptado da Metodologia HRN

O número de pessoas expostas, é um fator que avalia a quantidade de pessoas que estão expostas ao risco, podendo estar entre um numero baixo que são 1 ou 2 pessoas, até mais de 50.

Sua importância dá-se pelo fato, de que um acidente com mais pessoas é pior do que com menos pessoas.

Com base nos valores e nas variáveis pré-estabelecidas podemos chegar ao valor que determina o nível de risco mínimo e máximo de uma máquina ou equipamento avaliado pelo método HRN. O quadro que a seguir mostra o grau de risco e o range de perigo que pode ser calculado :

Quadro 5 - Valor do HRN para a classificação adequada

| Tabela de Grau de Risco Calculado | | |
|-----------------------------------|---------------|---|
| HRN | Risco | Comentário |
| 0-1 | Raro | Apresenta um nível de risco muito pequeno |
| 1-5 | Baixo | Apresenta um nível de risco a ser avaliado |
| 5-50 | Atenção | Apresenta riscos em potencial |
| 50-100 | Significativo | Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança no prazo máximo de uma semana |
| 100-500 | Alto | Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança no prazo máximo de um dia |
| >500 | Extremo | Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança imediata |

Fonte: Adaptado da Metodologia HRN

3.1.1 Análise HRN do torno IMOR-650 antes da adequação

Quando se analisa um torno, sabe-se que os pontos de maiores riscos são a placa e o fuso, pois são estas partes que efetuam trabalho, aplicando movimentos de rotação e alta velocidade, sendo também as partes que ficam sujeitas a algum contato acidental e involuntário do operador.

A máquina antes da adequação não era provida de botoeira de emergência para utilização em casos de rápido acionamento em situações de perigo, tampouco de proteções móveis ligadas aos sistemas de comando a que são integrados e paralisados os movimentos perigosos e anormais quando ocorrerem situações anormais no trabalho, conforme ilustrado na Figura 5.

Dessa forma o Quadro 6, apresenta a classificação do risco antes da adequação que os sistemas de força, tanto da placa, quanto do fuso, geram ao operador, de acordo a avaliação obtida pela análise de risco da metodologia HRN.

Quadro 6 - HRN dos sistemas de força antes da adequação

| Avaliação HRN dos Sistemas de Força - Antes da adequação | | |
|---|---|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Provável | 8 |
| FE - Frequência de Exposição | Diária | 2,5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão | 8 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 160 | |
| Grau de Risco | RISCO ALTO | |

Fonte: O Autor

Entende-se que perigos, como esmagamento, enroscamento, corte e outros danos, estão presentes devido ao operador ter acesso livre e evidente a placa e ao fuso. Dessa forma a avaliação resultou em um risco alto, relacionado à alta probabilidade do acidente ocorrer e da sua gravidade. O período para adequação neste caso, é de no máximo um dia, conforme descrito na metodologia HRN.

Outro risco semelhante, devido à falta de proteções ligadas aos dispositivos de intertravamento, é a da probabilidade do operador estar diretamente em contato ao porta-ferramenta, localizado no carro principal conforme ilustrado na figura 2.

Dessa forma, fez-se um levantamento dos possíveis riscos de esmagamento, rompimento de membros ou danos, de acordo com o Quadro 7:

Quadro 7 - HRN do sistema do porta-ferramentas antes da adequação

| Avaliação HRN do Sistema do Porta-ferramentas - Antes da adequação | | |
|---|--|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Possível | 2 |
| FE - Frequência de Exposição | Diária | 2,5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Perda de 1 ou 2 dedos das mãos / dedos dos pés | 4 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 20 | |
| Grau de Risco | ATENÇÃO | |

Fonte: O Autor

É possível verificar que o processo apresenta riscos em potencial perante a falta de dispositivos de segurança. O operador se torna vítima diária dos riscos. Para

tanto, é imprescindível o uso de proteção móvel para o porta-ferramenta da máquina, que esteja interligado aos dispositivos de intertravamento, impossibilitando a execução de ajustes durante a operação. Sendo o risco classificado como de atenção, medidas de controle adicionais devem ser implementadas ao sistema instalado na máquina.

Com base nesses requisitos, efetuou-se também a avaliação dos riscos que as partículas volantes geradas pelo contato da ferramenta de corte com a peça fixa no porta-ferramenta remetem ao operador. Assim, fez-se a avaliação, conforme Quadro 8:

Quadro 8 - HRN do contato com partículas volantes antes da adequação

| Avaliação HRN do contato com partículas volantes - Antes da adequação | | |
|--|--|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Provável | 8 |
| FE - Frequência de Exposição | Constante | 5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Fratura grave de ossos - mão / braço / perna | 2 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 80 | |
| Grau de Risco | SIGNIFICATIVO | |

Fonte: O Autor

Nessa avaliação, o resultado apresentou risco significativo. Para este grau de risco o período para adequação tem uma semana para ser solucionado, para tanto, de acordo com o item 12.48 da norma, toda máquina e equipamento que oferecer risco de projeção de partículas volantes, materiais ou substâncias, devem possuir proteções que garantam a saúde e a segurança dos operadores.

O botão utilizado para acionamento de parada de emergência também foi analisado. Antes do procedimento de adequação, a máquina não possuía este equipamento de segurança. Mesmo assim foi feita a análise para ver em qual grau de risco se enquadra o torno que não dispõe deste componente indispensável. Assim, obteve-se uma avaliação do risco de acordo com o Quadro 9:

Quadro 9 - HRN do Botão de Emergência antes da adequação

| Avaliação HRN do botão de emergência - Antes da adequação | | |
|--|---|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Alguma chance | 5 |
| FE - Frequência de Exposição | Constante | 5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão | 8 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 200 | |
| Grau de Risco | RISCO ALTO | |

Fonte: O Autor

O risco associado à inexistência do botão de emergência torna o risco alto. Este risco pode ocasionar a perda de membros e seu prazo para implementação é de até um dia, conforme metodologia HRN. O botão deverá ser instalado em local apropriado e que seja de possível acesso para outras pessoas, além do operador, em caso de emergência.

Por fim, fez-se uma análise em relação a proteção fixa que fica localizada na parte traseira da máquina. Como ilustrado na figura 5, antes da adequação, o torno não era provido deste equipamento de proteção

Quadro 10 - HRN da Proteção fixa traseira antes da adequação

| Avaliação HRN da proteção fixa traseira - Antes da adequação | | |
|---|--|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Alguma chance | 5 |
| FE - Frequência de Exposição | Diária | 2,5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Fratura grave de ossos - mão / braço / perna | 2 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 25 | |
| Grau de Risco | ATENÇÃO | |

Fonte: O Autor

O grau de risco sinalizado a atenção, evidencia a importância da instalação da proteção fixa traseira no torno mecânico. Projeções de peças, derramamento de fluido de corte associado ao trânsito de outros trabalhadores ao redor da máquina torna esse quesito de extrema relevância e apresenta riscos potenciais.

O resultado da avaliação mostrou que os riscos de operar uma máquina sem as devidas proteções, geram riscos expressivos que oscilam de médio a alto expondo o trabalhador à riscos constantes que podem resultar em graves consequências.

3.1.2 Análise HRN do torno IMOR-650 depois da adequação

Como forma de quantificar os resultados do processo de adequação, foram analisados os mesmos riscos, porém com o procedimento de instalação dos devidos equipamentos de proteção estabelecidos na norma NR12, conforme quadros a seguir:

Quadro 11 - HRN dos sistemas de força depois da adequação

| Avaliação HRN dos Sistemas de Força - Depois da adequação | | |
|--|---|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Improvável | 1,5 |
| FE - Frequência de Exposição | Diária | 2,5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão | 8 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 30 | |
| Grau de Risco | ATENÇÃO | |

Fonte: O Autor

Quadro 12 - HRN do sistema do porta-ferramentas depois da adequação

| Avaliação HRN do Sistema do porta ferramentas - Depois da adequação | | |
|--|--|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Improvável | 1,5 |
| FE - Frequência de Exposição | Diária | 2,5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Perda de 1 ou 2 dedos das mãos / dedos dos pés | 4 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 15 | |
| Grau de Risco | ATENÇÃO | |

Fonte: O Autor

Quadro 13 - HRN do contato com partículas volantes depois da adequação

| Avaliação HRN do contato com partículas volantes - Depois da adequação | | |
|---|--|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Improvável | 2,5 |
| FE - Frequência de Exposição | Constante | 5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Fratura grave de ossos - mão / braço / perna | 2 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 25 | |
| Grau de Risco | ATENÇÃO | |

Fonte: O Autor

Quadro 14 - HRN do botão de emergência depois da adequação

| Avaliação HRN do botão de emergência - Depois da adequação | | |
|---|---|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Improvável | 1,5 |
| FE - Frequência de Exposição | Diária | 2,5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão | 8 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 30 | |
| Grau de Risco | ATENÇÃO | |

Fonte: O Autor

Quadro 15 - HRN da Proteção fixa traseira depois da adequação

| Avaliação HRN da proteção fixa traseira - Depois da adequação | | |
|--|--|------------------|
| Fatores | Classificação | Valor HRN |
| LO - Probabilidade de ocorrência | Improvável | 1,5 |
| FE - Frequência de Exposição | Diária | 2,5 |
| DPH - Grau da Possível Lesão | Fratura grave de ossos - mão / braço / perna | 2 |
| NP - Nº de pessoas em risco | 1-2 pessoas | 1 |
| HRN Total | 7,5 | |
| Grau de Risco | ATENÇÃO | |

Fonte: O Autor

Através dos resultados encontrados na avaliação HRN, após o processo de adequação, é possível verificar que as probabilidades de ocorrência, tornam-se improváveis, pois existe um salvaguardas que serve de barreira entre o risco e o operador. Em contrapartida, nota-se que apesar de todas as adequações previstas

na norma NR12, o grau de risco indica para atenção em todas as avaliações. Isso se deve à natureza de operação do torno mecânico. Associado aos procedimentos de segurança, o treinamento e conhecimento técnico do trabalhador são fundamentais para aumentar o grau de segurança da operação.

3.2 Proteções móveis

As proteções móveis estão vinculadas à estrutura da máquina, tendo como principal característica o fato de poder ser retirada sem o auxílio de ferramentas. De acordo com MTE (2013), estas proteções (portas, tampas, dentre outras) podem ser utilizadas como dispositivos de segurança, porém com a obrigatoriedade de estarem associadas a dispositivos de monitoramento e intertravamento, de tal forma que a máquina não possa operar até que a proteção esteja instalada.

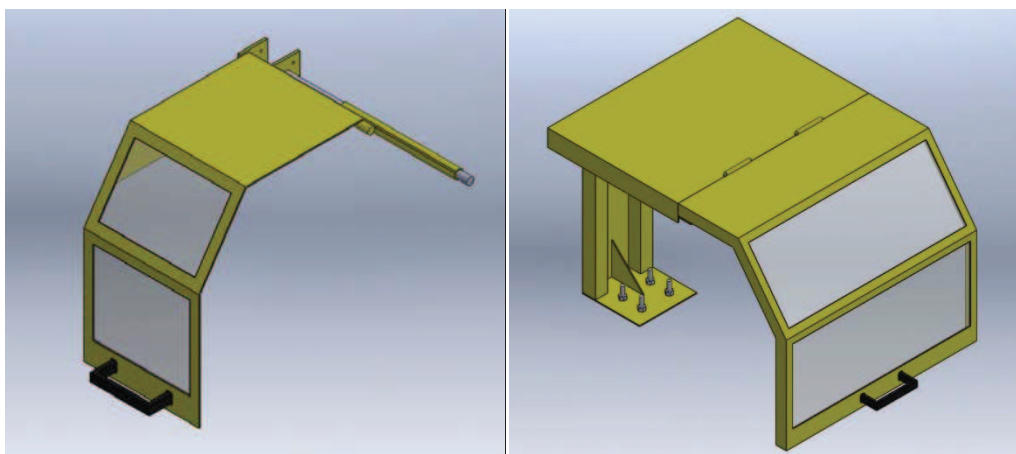
Este dispositivo tem intuito de proteger o operador e impedir seu acesso a zona de perigo do equipamento, mantendo a visibilidade adequada do processo e minimizando a necessidade da remoção da proteção para executar algumas funções, bem como dimensão e peso que permitam o fácil manuseio.

Na antiga NR12, este parágrafo citava apenas que os protetores removíveis só poderiam ser retirados para execução de limpeza, lubrificação, reparo e ajuste, ao fim das quais deveriam ser, obrigatoriamente, recolocados (Norma NR12, 1978).

A versão atualizada da norma, em seu parágrafo 12.41, aborda a utilização da proteção móvel de forma mais objetiva aliada a dispositivos eletromecânicos. A norma cita que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar a dispositivos de intertravamento (Norma NR12, 2010).

A figura 7 apresenta o projeto das proteções móveis da adequação do torno mecânico, na qual buscou-se aliar praticidade e um melhor custo benefício, atendendo os requisitos da norma.

Figura 7 - Projeto das proteções móveis



Fonte: o autor (2017).

Como observado nas figuras 5 e 6, o torno mecânico em seu projeto construtivo, não previa instalações destes dispositivos, portanto foi preciso adequá-los à estrutura da máquina de forma que a não comprometer a segurança do operador.

Na figura 8, observa-se as proteções sendo testadas e ajustadas na máquina antes do processo de pintura.

Figura 8 - Instalações das partes móveis em período de ajuste



Fonte: o autor (2017).

3.3 Proteções fixas

A máquina pode ser considerada fechada, quando não seja permitido o acesso da mão e dos dedos em sua área de atuação. Esta condição deverá ser preferencialmente analisada e desenvolvida durante a fase de projeto e confecção da máquina, podendo ser adaptada em máquinas existentes, observando se não irá criar riscos adicionais com a incorporação da proteção. Segundo MTE (2013), na proteção fixa é necessário a utilização de ferramentas, como chaves, para a remoção ou abertura da proteção da máquina. Na Figura 8 é mostrada uma proteção fixa para o motor principal do equipamento.

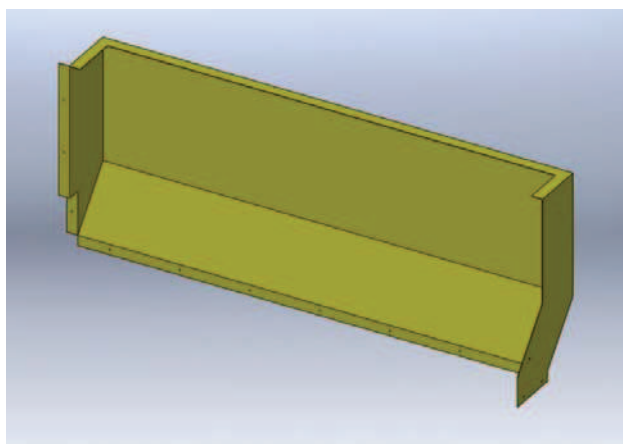
A versão antiga da NR12 especifica que os protetores devem permanecer fixados firmemente, à máquina, ao equipamento, piso ou a qualquer outra parte fixa, por meio de dispositivos que, em caso de necessidade, permitam sua retirada e recolocação imediatas (Norma NR12, 1978)

Em sua versão mais atualizada a norma, cita que deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas (Norma NR12, 2010).

Teoricamente nas duas versões, entende-se que as proteções devem estar fixadas a estruturas fixas, porém na norma revisada o que observa-se é a necessidade do uso de ferramentas para remoção. É a principal diferença com relação a proteção móvel, que necessariamente deve ser aberta manualmente.

Na figura 9 é apresentado o projeto da proteção fixa que será instalada na parte traseira do torno mecânico.

Figura 9 - Projeto da proteção móvel



Fonte: o autor (2017).

Após o processo de projeto, a proteção traseira foi testada e fixada na estrutura da máquina com a utilização de parafusos, atendendo a definição da normativa que especifica a remoção deste dispositivo apenas com uso de ferramentas.

Figura 10 - Instalação da parte fixa



Fonte: o autor (2017).

3.4 Adequação e montagem das proteções

3.4.1 Adequação das proteções móveis

Na concepção do projeto de adequação do equipamento torno mecânico convencional à NR12 foram utilizadas proteções móveis com intertravamento, todas elas com intuito de impedir o acesso do operador a zona de perigo. Outros pontos que também são considerados perigosos foram isolados, como o fuso de guia e vara de avanços.

Atendendo os requisitos da norma em seus parágrafos 12.38 e de forma mais específica no item 12.41.b, as proteções móveis foram instaladas conforme ilustrado nas figuras.11 e 12.

Figura 11 - Proteção da placa universal e intertravamento



Fonte: o autor (2017).

Figura 12 - Proteção do carro principal e intertravamento

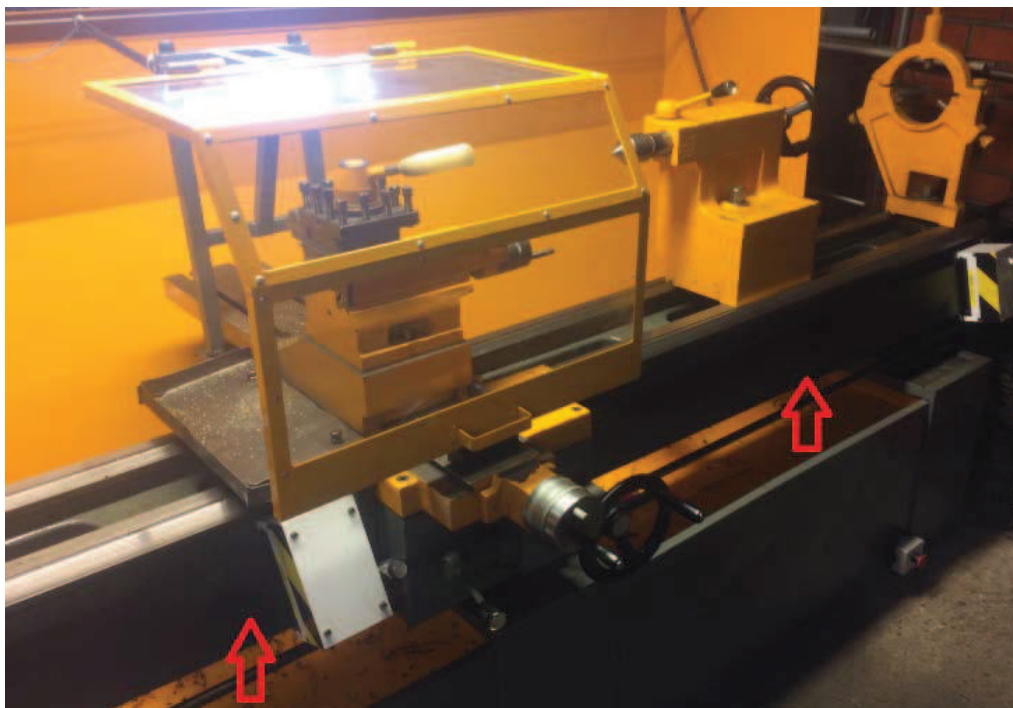


Fonte: o autor (2017).

A proteção tipo rolo cortina foi instalada com o objetivo de proteger o operador de contatos acidentais com o fuso e a vara de avanços.. Como existe o movimento horizontal constante nesta área do equipamento, a proteção deve se movimentar juntamente com o conjunto vara/fuso. Não são raros registros de enrolamento da roupa do operador com estas partes da máquina.

Na Figura 13 tem-se a proteção do tipo rolo cortina instalado no torno, após o processo de adequação.

Figura 13 - Proteção do rolo cortina no torno mecânico



Fonte: o autor (2017).

3.4.2 Adequação das proteções fixas

O principal objetivo da proteção fixa a ser instalada na parte posterior do torno deve atender os requisitos de segurança estipulados no parágrafo 12.49 da norma NR12, tais como:

- Ser construída de material resistente e adequado à contenção de projeção de peças, materiais e partículas;
- Possuir fixação firme que garanta a estabilidade e resistência mecânica compatível com os esforços requeridos;
- Não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções;
- Não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;
- Resistir às condições ambientais do local de instalação;
- Impedir o acesso a zona de perigo.

Na figura 14 é apresentada a montagem da proteção fixada na estrutura da máquina atendendo as premissas da normativa.

Figura 14 - Proteção da parte posterior do torno mecânico



Fonte: o autor (2017).

3.4.3 Quadros de energia

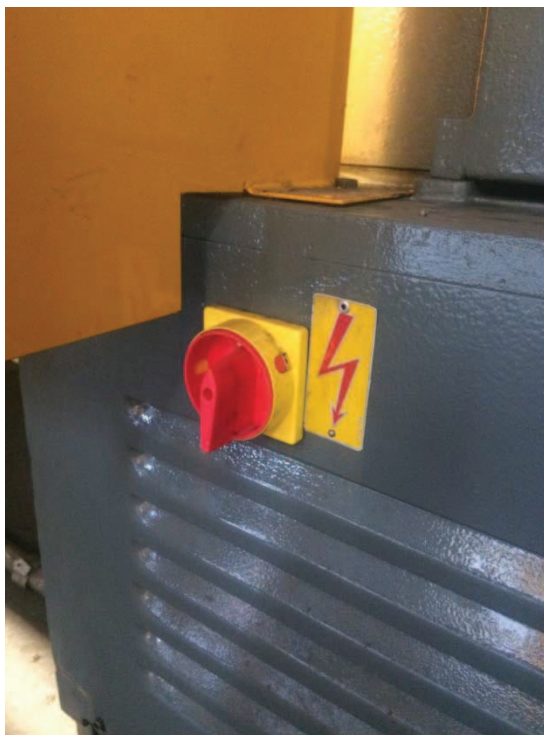
Na concepção do projeto do torno em análise, o quadro de comando é incorporado à estrutura da máquina. Seus equipamentos eletro eletrônicos são fixados em uma placa dentro do compartimento e seu acesso é bloqueado por uma chapa fixa por parafusos.

A norma NR12 especifica que os quadros de comando devem:

- Possuir porta de acesso, mantida permanentemente fechada;
- Possuir sinalização quanto ao perigo de choque elétrico e restrição de acesso por pessoas não autorizadas;
- Ser mantidos em bom estado de conservação, limpos e livres de objetos e ferramentas;
- Possuir proteção e identificação dos circuitos. e
- Atender ao grau de proteção adequado em função do ambiente de uso.

Para adequar-se à norma foi instalada uma chave geral, item que não constava no equipamento.

Figura 15 - Instalação da chave geral



Fonte: o autor (2017).

3.4.4 Parada de emergência e reset

De acordo com a norma NR12 (2010), os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que não se localizem em suas zonas perigosas, possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador, impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental, não acarretem riscos adicionais.

A torno em estudo, foi encontrado desprovido de tais componentes. Para atender os requisitos da norma, foi instalado uma botoeira de emergência tipo soco na cor vermelha e uma botoeira de rearme (reset) na cor verde, para habilitar a máquina em caso de abertura das partes móveis em operação ou após o uso do botão de emergência.

Figura 16 - Instalação da botoeira de emergência e de rearme



Fonte: o autor (2017).

No atendimento aos requisitos da norma, nos parágrafos 12.116 a 12.124, é mencionada a utilização de sinalizações que advertem os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos. Conforme a norma estas sinalizações devem ficar destacadas, em localização visível na máquina e ser de fácil compreensão. Nas figuras 15 e 16, observam-se as sinalizações fixadas no torno mecânico.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos podem ser considerados favoráveis, levando-se em consideração o estado em que a máquina foi encontrada, antes do processo de adequação.

Os pontos considerados críticos foram atendidos, ficando de responsabilidade da empresa e seu responsável técnico, algumas melhorias tais como a instalação de iluminação adequada, placas de sinalização e advertência no ambiente de trabalho, desobstrução de materiais no entorno da máquina e treinamento dos operadores quanto ao uso adequado dos equipamentos de segurança e sua correta utilização.

Na aplicação da metodologia HRN, foi possível verificar que após o processo de adequação os riscos diminuíram, porém a natureza de operação da máquina, requer cuidado e atenção permanente por parte do operador. Dentro das condições normais de operação estabelecidas, os riscos de acidentes diminuem consideravelmente.

O que se observa também é a necessidade da criação de procedimentos de trabalho para as atividades desempenhadas. Sem estes procedimentos, cada operador pode realizar a operação da forma que lhe convém, sem a garantia de que esta operação seja segura como também, impossibilitando padronização para que possa ser mapeado o erro ou a falha na operação da máquina.

5 DISCUSSÃO

A revisão da NR12 ocorrida em dezembro de 2010 pôs em discussão a dificuldade em cumprir algumas de suas exigências.

Com a nova versão da norma em vigor, as grandes e médias empresas, que detém um maior poder aquisitivo, procuram adequar seu maquinário dentro das especificações da norma, e por vezes optam por substituir seus equipamentos por outros mais modernos e automatizados. Embora o uso destas máquinas ainda detém um vasto mercado de pequenas empresas, a tendência é que aos poucos elas acabem se extinguindo das indústrias.

Passados mais de seis anos da publicação da norma, milhares de plantas industriais já tiveram suas máquinas regularizadas por todo o país, quer seja pela atuação da Auditoria-Fiscal do Trabalho, quer seja pela ação preventiva dos empresários. Mas ainda há muita morosidade e falta de atitude das indústrias. Alegações diversas servem para atrasar o processo de adequação, como a falta de recursos financeiros, problemas na interpretação da norma e falta de fornecedores adequados tanto para fornecerem novos equipamentos quanto para adequarem os existentes. O que, em parte, encontramos justificativas, mas na maioria dos casos a situação é resolvida com a priorização das adequações necessárias, que até o momento acontece em um grupo reduzido de empresas.

6 CONCLUSÃO

Como todas as estatísticas, estudos comparativos e históricos existentes comprovam, fica evidente que a segurança do operador em qualquer tipo de operação deve ser o ponto de partida em qualquer situação.

Embora ainda exista alguma resistência em promover tais mudanças, os profissionais de segurança e os fiscais do Ministério do Trabalho, hoje tem o domínio suficiente para cumprir a legislação e as tecnologias de segurança. Hoje sabe-se o que a lei exige, o Brasil dispõe de equipamentos e, acima de tudo, de literatura de qualidade que proporciona a implementação de modelos de gestão capazes de trazer indicadores significativos de redução de acidentes com máquinas e equipamentos implicando em resultados financeiros mais satisfatórios.

Importante ressaltar que além de adequar o equipamento, é preciso conscientizar o trabalhador através de procedimentos e capacitação adequados.

Portanto, as máquinas e equipamentos devem se integrar aos dispositivos de segurança, uma vez que diminuem sensivelmente os riscos existentes, porém não os eliminam totalmente, sendo necessário capacitar os trabalhadores e estabelecer procedimentos seguros.

Em virtude dos fatos que foram mencionados conclui-se que a ideia de segurança deve ser o fator preponderante para que os principais recursos que a empresa dispõe sejam preservados: o trabalhador, suas máquinas e ferramentas e o meio em que se encontra inserido. Os conceitos de saúde e segurança do trabalho devem estar alinhados com os modelos de gestão e inseridos nos cotidiano da sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, A. A. M.; PINTO, J. B. B. **O Impacto da Nova Norma de Proteção de Máquinas**. In: SEMINÁRIO NACIONAL NR 12, 2013, Curitiba, 2013.

CARDELLA, B. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes – Uma Abordagem Holística**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1999.

CORRÊA, Martinho Ullmann. **Sistematização e aplicações da NR-12 na segurança em máquinas e equipamentos**. 2011. 111f. Monografia Pós Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Ijuí/RS

DEL VECCHIO, Marcelo. **NR:12 SEM MISTÉRIOS** CIESP. 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfObYAI/ciesp-nr-12>> Acesso em 02 set. 2017

GROOVER, M. P. **Introdução aos Processos de Fabricação**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

IIDA, Itiro. **Ergonomia Projeto e Produção**. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 2005.

Metodologia HRN. Utilidades Engenharia e Consultoria. <http://www.utilidades.eng.br/media/6958/Metodologia-HRN-avaliação-de-riscos.pdf>. Acesso em 10.out.2017

Ministério da Previdência Social. <http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/dados-abertos-previdencia-social> Acesso em 16.set.2017

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Portaria GM nº 3214, de 08 de junho de 1978.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Portaria MTE nº 857, de 25 de junho de 2015.

PEINADO, Sidnei Esteves. **NR12 Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. ABIMAQ. São Paulo. 2016.

SOUZA, Fábio Gil de. **Impactos da Nova Redação da NR12 nas Indústrias**. 2014. 65f. Monografia de Especialização. Universidade Federal do Paraná.

SESI. **Segurança de Máquinas e Equipamentos de Trabalho: Meios de proteção contra os riscos mecânicos**. Rio de Janeiro, 2012

APÊNDICE A – CHECK LIST NR12 – TORNO IMOR-650

| CHECK LIST NR12 TORNO HORIZONTAL IMOR-650 | | STATUS | |
|--|--|--------|-----|
| | | 13 | 24 |
| ITEM | TÓPICO | OK | NOK |
| 12.8 | A ÁREA SITUADA EM TORNO DA MÁQUINA ESTÁ ADEQUADA AO TIPO DE OPERAÇÃO? | X | |
| 12.8.1 | A DISTÂNCIA MÍNIMA ENTRE MÁQUINAS GARANTE A SEGURANÇA DO OPERADOR DURANTE OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO, INSPEÇÃO OU LIMPEZA? | X | |
| 12.14 | EXISTEM RISCOS DE INCÊNDIO, EXPLOSÃO OU OUTROS TIPOS DE ACIDENTES ELÉTRICOS? | | X |
| 12.15 | AS PARTES CONDUTORAS DA MÁQUINA ESTÃO DEVIDAMENTE ATERRADAS? | X | |
| 12.16 | EXISTEM PARTES DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA QUE ESTEJAM EM CONTATO COM ÁGUA OU AGENTES CORROSIVOS? ESTAS ESTÃO CORRETAMENTE ATERRADAS/BLINDADAS/ISOLADAS? | X | |
| 12.18 | A PORTA DE ACESSO AO QUADRO DE ENERGIA ESTÁ PERMANENTEMENTE FECHADA? O QUADRO DE ENERGIA POSSUI SINALIZAÇÃO QUANTO AO PERIGO DE CHOQUE ELÉTRICO? A PORTA DE ACESSO AOS PAINÉIS ELÉTRICOS É RESTRITA SOMENTE À PESSOAS AUTORIZADAS? OS QUADROS DE ENERGIA SÃO MANTIDOS LIMPOS E LIVRES DE OBJETOS? OS CIRCUITOS ELÉTRICOS POSSUEM PROTEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO? | | X |
| 12.21 | A CHAVE GERAL É UTILIZADA COMO DISPOSITIVO DE PARTIDA E PARADA? (PROIBIDO)EXISTEM PARTES ENERGIZADAS EXPOSTAS? (PROIBIDO) | X | |
| 12.24 | OS DISPOSITIVOS DE PARTIDA/ACIONAMENTO/PARADA PODEM SER ACIONADOS, EM CASO DE EMERGÊNCIA, POR OUTRA PESSOA QUE NÃO SEJA O OPERADOR? OS DISPOSITIVOS DE PARTIDA/ACIONAMENTO/PARADA IMPEDEM O ACIONAMENTO INVOLUNTÁRIO OU ACIDENTAL? OS DISPOSITIVOS DE PARTIDA/ACIONAMENTO/PARADA PODEM SER BURLADOS? (PROIBIDO) | | X |
| 12.25 | OS COMANDOS DE PARTIDA OU ACIONAMENTO POSSUEM DISPOSITIVOS QUE IMPEÇAM SEU FUNCIONAMENTO AUTOMÁTICO AO SEREM ENERGIZADOS? | X | |
| 12.38 | AS ZONAS DE PERIGO DA MÁQUINA POSSUEM DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA COMO PROTEÇÕES FIXAS, MÓVEIS E DISPOSITIVOS DE INTERLIGADOS, QUE GARANTAM A INTEGRIDADE FÍSICA DO TRABALHADOR? | | X |
| 12.39 | OS SISTEMAS DE SEGURANÇA ESTÃO SOB A RESPONSABILIDADE DE UM PROFISSIONAL LEGALMENTE HABILITADO? OCORRE A PARALIZAÇÃO DOS RISCOS NA PRESENÇA DE FALHAS OU SITUAÇÕES ANORMAIS DE TRABALHO? | | X |
| 12.40 | O SISTEMA DE SEGURANÇA EXIGE RESET/REARME DO SISTEMA APÓS SUA PARALIZAÇÃO DEVIDO A FALHAS OU SITUAÇÕES ANORMAIS DE TRABALHO? | X | |
| 12.41 | AS PROTEÇÕES FIXAS SÓ PODEM SER REMOVIDAS COM USO DE FERRAMENTAS? AS PROTEÇÕES MÓVEIS, LIGADAS À DISPOSITIVOS MECÂNICOS ESTÃO LIGADAS À DISPOSITIVOS DE INTERTRAVAMENTO (CHAVES ELETROMECAÑICAS OU SENSORES)? | | X |
| 12.44 | EXISTEM PROTEÇÕES MÓVEIS EM ZONAS DE RISCO QUE DEVEM SER ACESSADAS MAIS DE UMA VEZ POR TURNO? AS PROTEÇÕES MÓVEIS ESTÃO ASSOCIADAS A UM SISTEMA DE BLOQUEIO QUANDO ACESSADAS? | | X |

| | | | |
|---------|---|---|---|
| 12.45 | A MÁQUINA OPERA SOMENTE QUANDO AS PROTEÇÕES MÓVEIS ESTIVEREM FECHADAS? A MÁQUINA PARALISA SUAS FUNÇÕES QUANDO SUAS PROTEÇÕES MÓVEIS SÃO ABERTAS? | | X |
| 12.46 | OS DISPOSITIVOS DE INTERTRAVAMENTO ASSOCIADOS A PROTEÇÕES MÓVEIS PERMITEM OPERAÇÃO SOMENTE QUANDO A PLACA ESTIVER FECHADA? | | X |
| 12.47 | AS TRANSMISSÕES DE FORÇA E COMPONENTES MÓVEIS POSSUEM PROTEÇÕES FIXAS OU MÓVEIS INTERLIGADAS COM DISPOSITIVOS DE TRAVAMENTO? | X | |
| 12.48 | EXISTEM PROTEÇÕES CONTRA PROJEÇÃO DE MATERIAIS? | | X |
| 12.49 | AS PROTEÇÕES RESISTEM DURANTE A VIDA ÚTIL DA MÁQUINA OU POSSIBILITAM REPOSIÇÃO DE PARTES DETERIORADAS? AS PROTEÇÕES SÃO CONSTITUÍDAS DE MATERIAIS QUE RESISTAM À CONTENÇÃO DE PEÇAS, MATERIAIS E PARTÍCULAS? AS PROTEÇÕES ESTÃO FIXAS ADEQUADAMENTE DE MODO A RESISTIR OS ESFORÇOS REQUERIDOS? AS PROTEÇÕES NÃO CRIAM PONTOS DE ESMAGAMENTO COM OUTRAS PARTES DA MÁQUINA? AS PROTEÇÕES NÃO POSSUEM EXTREMIDADES OU ARESTAS CORTANTES? AS PROTEÇÕES DE SEGURANÇA RESITEM AS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DO LOCAL? AS PROTEÇÕES PODEM SER BURLADAS? AS PROTEÇÕES PROPORCIONAM CONDIÇÕES DE HIGIENE E LIMPEZA? AS PROTEÇÕES IMPEDEM O ACESSO À ZONAS DE PERIGO? OS DISPOSITIVOS DE INTERTRAVAMENTO DAS PROTEÇÕES ESTÃO PROTEGIDOS CONTRA SUJIDADES, POEIRAS E CORROSÃO? | | X |
| 12.54 | AS PROTEÇÕES/DISPOSITIVOS/SISTEMAS DEVEM INTEGRAR A MÁQUINA E NÃO SER OPCIONAIS? | | X |
| 12.55 | A MÁQUINA POSSUI DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA SOB A RESPONSABILIDADE DE UM PROFISSIONAL? | | X |
| 12.56 | A MÁQUINA POSSUI AO MENOS UM DISPOSITIVO DE PARADA DE EMERGÊNCIA? | | X |
| 12.56.1 | OS DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA SÃO UTILIZADOS COMO MEIOS DE ACIONAMENTO / PARTIDA? (PROIBIDO) | X | |
| 12.57 | OS DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA ESTÃO INSTALADOS EM LOCAIS DE FÁCIL ACESSO E VISUALIZAÇÃO? | | X |
| 12.116 | AS MÁQUINAS/INSTALAÇÕES POSSUEM SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA PARA ADVERTIR OS RISCOS EXPOSTOS, DISPONIBILIZAR INSTRUÇÕES DE OPERAÇÕES, DENTRE OUTROS? | | X |
| 12.117 | A SINALIZAÇÃO DE SEGURANÇA FICA DESTACADA NA MÁQUINA OU EQUIPAMENTO E FICA EM LOCALIZAÇÃO CLARAMENTE VISÍVEL E É DE FÁCIL COMPREENSÃO? | | X |
| 12.118 | OS SÍMBOLOS, INSCRIÇÕES E SINAIS LUMINOSOS E SONOROS SEGUEM OS PADRÕES ESTABELECIDOS PELAS NORMAS TÉCNICAS NACIONAIS VIGENTES E, NA FALTA DESSAS, PELAS NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONAIS? | | X |
| 12.122 | AS PROTEÇÕES FIXAS E MÓVEIS, E OUTROS COMPONENTES DESTINADOS À SEGURANÇA, ESTÃO NA COR AMARELA? AS PARTES DE COMUNICAÇÃO DE PARALISAÇÃO E BLOQUEIO DE SEGURANÇA PARA MANUTENÇÃO ESTÃO EM AZUL? | | X |
| 12.124 | EXISTEM INDICADORES DE LEITURA QUANTITATIVA/QUALITATIVA PARA ADVERTIR OS TRABALHADORES SOBRE OS POSSÍVEIS RISCOS? | | X |
| 12.125 | A MÁQUINA POSSUI MANUAL DE INSTRUÇÕES FORNECIDOS PELO FABRICANTE OU IMPORTADOR, COM AS INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA EM TODAS AS FASES DA VIDA ÚTIL DO EQUIPAMENTO? | | X |

| | | | |
|--------|--|---|---|
| 12.130 | EXISTEM PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS E DETALHADOS PARA A EXECUÇÃO DAS TAREFAS COM SEGURANÇA? | | X |
| 12.131 | É FEITA UMA INSPEÇÃO (CHECK-LIST) ANTES DE INICIAR AS ATIVIDADES, NO INÍCIO DE CADA TURNO, OU APÓS NOVA PREPARAÇÃO DA MÁQUINA? | | X |
| 12.148 | AS FERRAMENTAS E MATERIAIS UTILIZADOS NAS INTERVENÇÕES EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS SÃO ADEQUADOS ÀS OPERAÇÕES REALIZADAS? | X | |
| 12.149 | OS ACESSÓRIOS E FERRAMENTAL UTILIZADOS PELAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS SÃO ADEQUADOS ÀS OPERAÇÕES REALIZADAS? | X | |