

LEONARDO REIS ZORZANELI

DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO POLIMERICO E MODULAR PARA  
ADEQUAÇÃO NR 12 DE CORREIAS TRANSPORTADORAS E  
OUTROS EQUIPAMENTOS

São Paulo

2019

LEONARDO REIS ZORZANELI

DISPOSITIVO DE PROTEÇÃO POLIMERICO E MODULAR PARA  
ADEQUAÇÃO NR 12 DE CORREIAS TRANSPORTADORAS E  
OUTROS EQUIPAMENTOS

Monografia apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do título de Especialista em  
Engenharia de Segurança do Trabalho

São Paulo

2019

Dedico á minha família que sempre me deu apoio nessa caminhada, amigos e colegas que sempre confiaram na qualidade e assertividade do meu trabalho e a empresa Titronic Plásticos Industriais parceira fundamental no desenvolvimento desse TCC.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por alcançar mais um objetivo.

Aos meus pais pelos exemplos de otimismo e determinação que sempre tive dentro do meu lar.

A minha esposa, companheira desta e de outras jornadas, pela dedicação e paciência sempre que precisei.

Agradeço também aos colegas do curso de Especialização de Engenharia de Segurança do Trabalho, pelas conversas, discussões e, principalmente, pela amizade sincera que acabaram transformando os encontros presenciais em momentos alegres e descontraídos.

A gerência e diretoria da empresa Titronic Plásticos Industriais que possibilitou o desenvolvimento de todo esse trabalho.

*“As coisas são mais belas quando vistas de cima.”  
Uma vez que você tenha experimentado voar, você  
andará pela terra com seus olhos voltados para  
céu, pois lá você esteve e para lá você desejará  
voltar.*

*(Madre Teresa de Calcutá)*

## RESUMO

Visto as exigências legais, é necessária e urgente uma solução para proteção de máquinas e equipamentos, que seja segura, economicamente viável, ergonômica, de baixa necessidade de manutenção, fácil manuseio e rápida instalação para atendimento as exigências da NR 12 no tocante a proteção de partes móveis. As opções até então existentes, não possibilitam uma adequação em larga escala e apresentam diversos inconvenientes. Aliado a isso, a NR 12 é vaga com relação a alguns quesitos como resistência mecânica mínima e muita rígida com relação a dimensões e alturas, o que gera duvidas e restrições durante o processo de adequação. Atentando-se a outras normas existentes será mostrado como esse problema pode ser contornado e como esses pontos foram aplicados no desenvolvimento de uma proteção, polimérica, modular, de baixo peso e alta durabilidade que permitiu a adequação de grandes plantas industriais no brasil.

Palavras-chave: Proteção de Máquinas. Grades de Proteção. Adequação NR12. Grades para Correias Transportadoras.

## ABSTRACT

Viewed the legal requirements for machine protection in Brazil, it is urgent and mandatory one protection solution for machines and equipment that it is safe, economically viable, ergonomic, of easy maintenance and handling, fast installation etc. The existing options, so far, do not allowed a large-scale adequation of big industrial plants allied with the lack on defining a minimum mechanical resistance of this protection at NR12, and in the other side, demanding overheights and distances during the implantation process. Those points were applied on the development of a polymeric guard of low weight, modular and of high durability that allowed the adequation os several big plants in Brazil.

Keywords: Machine Protection. Protection Guards. NR12 Brazil. Protection Guards for Conveyor belts

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Hierarquia da Legislação de SST .....	17
Figura 2 – Normas que sustentam a NR12 .....	26
Figura 3 - Estrutura da NR 12 .....	27
Figura 4 - Esquema de aplicação do impacto sobre painéis de guarda-corpos .....	31
Figura 5 - Prazos NR12.....	33
Figura 6 - Etapas Apreciação de Riscos .....	36
Figura 7 - Proteções Danificadas e oxidadas .....	40
Figura 8 – Proteções metálicas empenadas e amassadas .....	41
Figura 9 - Vista expandida projeto grades de proteção.....	42
Figura 10 - Conjunto de proteção.....	43
Figura 11 - Componentes do Conjunto de Proteção .....	45
Figura 12 - Proteção Montada.....	46
Figura 13 - Teste Anexo C NBR14718.....	50
Figura 14 – Tabela de distâncias – Anexo 1 da NR12 .....	52
Figura 15 - Tabela 1 NBR13852.....	53
Figura 16 - Parafuso de Travamento.....	55
Figura 18 - Grade Superior com cinco anos exposto a inteméries - Grade Inferior 5 anos sem exposição a intempéries .....	57
Figura 19 - Comparativo Teste de Resistência a Tração .....	58
Figura 20 - Comparativo resistência a Flexão .....	59
Figura 21 -Proteção de motores e Acionamentos .....	60
Figura 22 - Proteções Inferiores de TC's.....	60
Figura 23 – Solução para proteção de equipamentos de longas distâncias .....	61
Figura 24 -Proteção de Perímetros em Grandes Equipamentos.....	61
Figura 25 - Proteção de Moinhos .....	62
Figura 26 - Carta Patente .....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CAT	Comunicação de Acidente de Trabalho
FUNDACENTRO	Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina no Trabalho
MTB	Ministério do Trabalho
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MTPS	Ministério do Trabalho e da Previdência
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OSHA	<i>Occupational Safety and Health Administration</i>
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
SST	Saúde e Segurança no Trabalho
SSST	Secretaria Saúde e Segurança no Trabalho
SSTMA	Saúde Segurança e Meio Ambiente
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA NR 12.....	19
2.2 REVISÃO DE 2010 - PORTARIA SIT Nº 197, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010 23	
2.3 PRINCIPAIS EXIGÊNCIAS DA NR12 RELACIONADA A PARTES MÓVEIS....	27
2.4 NR18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA ....	29
2.5 NR22 - SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL NA MINERAÇÃO.....	29
2.6 NBR NM 272:2001 .....	30
2.7 NBR14718 – ANEXO C: TESTE DE IMPACTO.....	31
2.8 NM-ISO 13852:2003 .....	32
2.9 ACIDENTES.....	32
2.10 PRAZOS:.....	33
2.11 ETAPAS DA NR12 .....	33
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>39</b>
3.1 TITRONIC .....	39
3.2 ANÁLISE CRÍTICA DAS OPÇÕES EXISTENTES.....	39
3.3 PROJETO GRADES MODULARES EM POLIMERO - PREMISSAS .....	41
3.4 O PROJETO .....	42
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>

4.1 PONTOS OMISSOS NA LEGISLAÇÃO - DEFINIÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA .....	48
4.2 PROBLEMATICA DA ALTURA .....	50
4.3 EXIGENCIA DE TRAVAMENTO OU INTERTRAVAMENTO DAS PROTEÇÕES 54	
4.4 PRIMEIRAS APLICAÇÕES.....	56
4.5 PRINCIPAIS VANTAGENS APRESENTADAS.....	56
4.6 PATENTEAMENTO .....	63
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>64</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 OBJETIVO

Apresentar outra solução para proteção de máquinas e equipamentos, que seja segura, economicamente viável, ergonômica, de baixa necessidade de manutenção, fácil manuseio e rápida instalação para atendimento as exigências da NR 12 no tocante a proteção de partes móveis.

### 1.2 JUSTIFICATIVA

O grande número de acidentes com máquinas e equipamentos aliado a exigência legal (NR12) da proteção destes bens para a continuidade da atividade de diversas indústrias, fez surgir uma necessidade imensa de fabricação de proteções em larga escala para atendimento as necessidades do parque fabril nacional.

Tal fato consiste em um desafio enorme, uma vez que o parque industrial nacional é composto por dezenas de milhares de máquinas, várias dessas que requerem, por exemplo, 20, 40, 60 até 100 km de proteção.

Até então, a única opção disponível eram as grades metálicas, mas essas eram cheias de inconvenientes quando aplicadas em larga escala.

A solução para esse problema seria o desenvolvimento de uma proteção que tivesse as seguintes características:

- Poderia ser utilizada em todas as situações.
- Fosse modular e de rápida instalação.
- Componentes de tamanho e modelo padronizado facilitando a manutenção e reposição.
- Apresentasse resistência mecânica adequada.
- Polimérico, de modo a não amassar, empenar ou precisar de pintura.
- Leve e ergonômico.
- De alta durabilidade.
- Resistente as intempéries e a radiação UV.

- Anti-Chama.
- Não dificultasse a inspeção e manutenção dos equipamentos.
- Ecologicamente correto (Reciclável).

Nesse trabalho será possível entender como e porque essa demanda surgiu e as respectivas soluções encontradas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

O trabalho existe desde os primórdios da humanidade. Antes o homem era nômade e coletor. Depois surgiu o artesanato. Com a Revolução Industrial, surgiram as especialidades. Em 1700, o italiano Bernardino Ramazzini publicou uma obra na qual descreve cinquenta profissões distintas, e relaciona as doenças que cada uma dessas profissões causa no trabalhador. Com isso, Ramazzini introduziu um conceito de relação das doenças com a ocupação exercida pela pessoa. Devido à importância da obra, Ramazzini ficou conhecido como o “Pai da Medicina do Trabalho”. (CHIBINSKI,2011)

Por volta de 1760 e 1830 na Inglaterra, ocorreu um fato marcante: a Revolução Industrial. E ela teve origem com o surgimento da máquina de fiar. (CHIBINSKI,2011)

A mão de obra necessária para a manipulação das máquinas era facilmente garantida pelas famílias pobres. Eram aceitos como trabalhadores homens, mulheres e crianças, não importando a saúde nem outros requisitos. (OLIVER, 2019)

O empregador estabelecia as condições de trabalho de acordo com sua vontade e seu livre arbítrio, bem como a duração diária de trabalho. (OLIVER, 2019)

Todo esse quadro assumiu situações graves, o trabalhador não tinha nenhum respeito humano, culminando não só em acidentes, mas também enfermidades típicas ou agravadas pelo ambiente profissional. (OLIVER, 2019)

As primeiras leis de proteção ao trabalho surgiram na Inglaterra, França, Alemanha e Itália, tendo como principais destaques: (OLIVER, 2019)

- Na Inglaterra, em 1802 criou-se a lei de amparo aos operários; (OLIVER, 2019)
- Em 1819 surge a lei que proibia o trabalho para menores de 9 anos e limitava a 12 h a jornada para menores de 16 anos; (OLIVER, 2019)
- Em 1833, o Parlamento Inglês votou nova lei, reduzindo para 8 h o limite de jornada dos menores de 13 anos; e (OLIVER, 2019)

- Para 12 h aos menores de 18 anos e proibindo o trabalho noturno de menores; (OLIVER, 2019)
- Em 1847, passou a vigorar uma lei estabelecendo a duração diária do trabalho para 10 h e; (OLIVER, 2019)
- Essa lei dava proteção às mulheres e menores; (OLIVER, 2019)
- Já em 1908, foi estabelecida a jornada diária de 8 h; (OLIVER, 2019)
- Em 1910, foi criada a folga de meio dia por semana aos comerciários; (OLIVER, 2019)
- Em 1912, o Código de Leis Trabalhistas, foi ampliado sempre por estatutos especiais e portarias administrativas. (OLIVER, 2019)

Certamente pode se considerar que a Inglaterra foi o berço da ideia do repouso semanal e da limitação da jornada diária de trabalho. (OLIVER, 2019)

A segurança do trabalho foi sofrendo mudanças ao longo de toda a história, com vários países cada vez mais países observando a necessidade de melhora nas condições de trabalho. (OLIVER, 2019)

No Brasil não foi diferente, as primeiras leis surgiram em 1919 e foram aprimoradas ano após ano. (OLIVER, 2019)

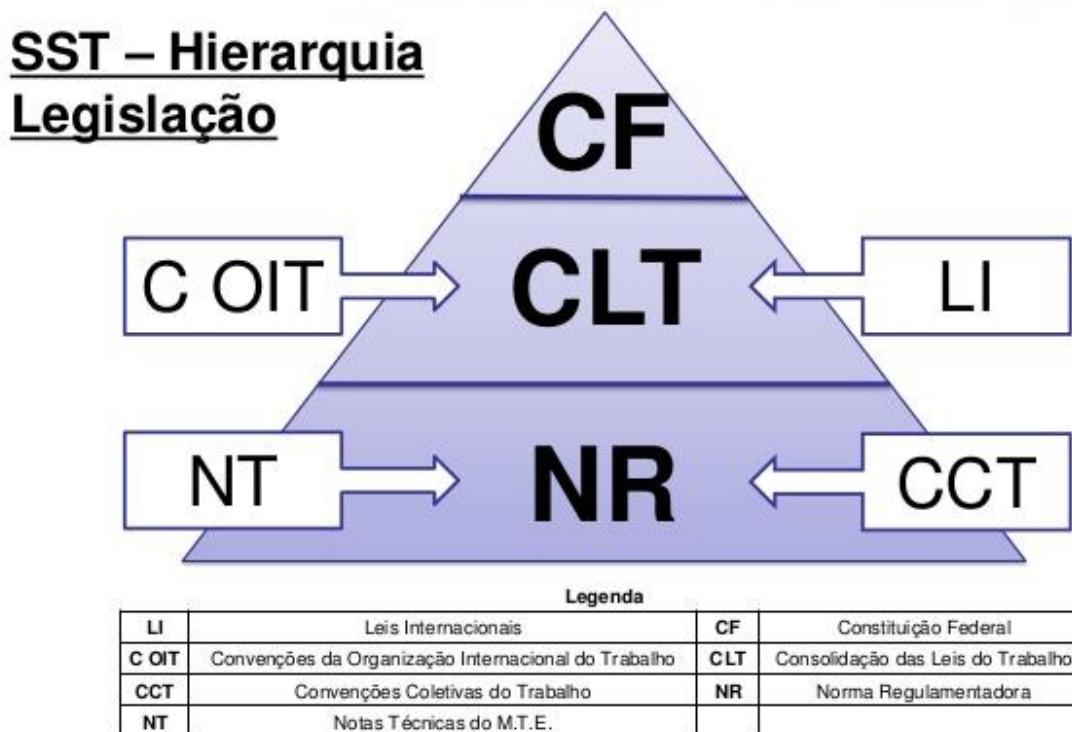
*“As máquinas se amontoavam ao lado umas das outras e suas correias e engrenagens giravam sem proteção alguma. Os acidentes se amiudavam porque os trabalhadores cansados, que trabalhavam às vezes além do horário, sem aumento do salário, ou trabalhavam aos domingos, eram multados por indolência ou pelos erros cometidos, se fossem adultos, ou surrados, se fossem crianças”.* (DEAN, 1971)

Contudo, foi somente em 1972 que a história da segurança do trabalho mudou consideravelmente. Foi nesse período que surgiu a portaria nº 3.237, onde foi estabelecida a obrigatoriedade dos serviços especializados em segurança, higiene e medicina do trabalho nas empresas. A partir dessa portaria, tantas outras surgiram sendo a mais importante e de destaque atual: a de 8 de junho de 1978, de nº 3.214. (OLIVER, 2019)

Nessa portaria foram aprovadas as Normas Regulamentadoras, NR's, do capítulo V da CLT. É importante ressaltar que as NR's são de aplicação obrigatória e possuem força de lei. (OLIVER, 2019).

Na figura 1 pode-se verificar como funciona a hierarquia da nossa legislação de SST (Abimaq, 2015)

Figura 2 - Hierarquia da Legislação de SST



28

Fonte: Abimaq, 2015

As NR's são as conhecidas Normas Regulamentadoras, que são emitidas e regularmente alteradas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Sua existência se dá em cumprimento aos requisitos contidos na Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), mais especificamente no capítulo referente à segurança e medicina do trabalho. (blogsegurancadotrabalho, 2017)

O objetivo das NR's, em resumo, é orientar empregadores e trabalhadores quanto às normas de segurança do trabalho e quanto aos equipamentos de segurança exigidos para o exercício de cada atividade regulamentada, com vistas a difundir os métodos de prevenção de acidentes e de manutenção da saúde do trabalhador. (blogsegurancadotrabalho, 2017)

Por serem emitidas pelo MTE, órgão público, a observância de seus dispositivos é obrigatória pelas empresas e pelos empregados, e isso está previsto na CLTuma vez que ela determina que é papel das empresas cumprir e fazer cumprir as normas de segurança e medicina do trabalho e papel dos empregados observar as normas de segurança e medicina do trabalho, inclusive as instruções de que trata o item II do artigo anterior; " (Brasil, 1943)

Dessa forma, por haver obrigatoriedade na sua observação, o seu descumprimento pode levar à aplicação de sanções estabelecidas pelas próprias NR's, como emissão de multas e embargo ou interdição do estabelecimento da empresa. (blogsegurancadotrabalho, 2017)

Já as NBR's são as Normas Brasileiras, que são normas técnicas criadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). A ABNT é uma instituição privada, sem fins lucrativos, que foi reconhecida por lei como uma entidade de utilidade pública. (blogsegurancadotrabalho, 2017)

A ABNT atua como Foro Nacional de Normalização, previsto no Sistema Brasileiro de Normalização, no âmbito do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro). (blogsegurancadotrabalho, 2017)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas não tem seu campo de atuação restrito a assuntos afetos à segurança e saúde do trabalhador, ela atua em diversos campos que permitem a padronização de procedimentos, como qualificação de produtos, regras de escrita, entre outros. (blogsegurancadotrabalho, 2017)

Por ser uma entidade privada, as NBR's não são de observância presumidamente obrigatória. Contudo, há diversas leis que exigem que determinadas NBR's sejam atendidas para conferir validade a alguns procedimentos. Quando isso ocorre, a NBR passa a ser de cumprimento obrigatório, tal qual a NR. (blogsegurancadotrabalho, 2017)

Assim, as principais diferenças entre NR e NBR dizem respeito ao assunto tratado, pois as NR's tratam especificamente da saúde e segurança do trabalhador; ao órgão emissor, haja vista a NR ser emitida por órgão público e a NBR por entidade privada; e no que diz respeito à obrigatoriedade de cumprimento do seu conteúdo, sendo a NR de observância obrigatória desde a sua emissão e a NBR,

para ser requisito obrigatório, necessita de chancela de lei que a exija. (blogsegurancadotrabalho, 2017)

## 2.1 SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA NR 12

A norma regulamentadora número doze (NR-12) teve sua publicação dada pela Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978, que aprovou 28 normas regulamentadoras do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e à Medicina do Trabalho. (SPACH, 2018)

Quando a primeira NR 12 foi publicada, em 1978, trazia um texto básico, com três páginas, sem entrar nos mínimos detalhes sobre segurança em máquinas e equipamentos. (SPACH, 2018)

Passadas três décadas de evolução tecnológica, a norma tem hoje 85 páginas e um total de 12 anexos especificando obrigações técnicas por segmentos (SPACH, 2018)

Atualmente, existem 37 normas regulamentadoras, além de outras em processo de aprovação. Além disso, as normas regulamentadoras vêm passando por revisões ao longo dos anos. A NR12, por exemplo, já recebeu 17 atualizações desde a sua publicação, tendo sido a versão de dezembro de 2010 a mais importante e impactante atualização do texto normativo. (SPACH, 2018)

Para entender a evolução desta norma, é importante destacar alguns marcos, ao longo do tempo, que foram de fundamental importância para o desenvolvimento do tema: (SPACH, 2018)

### 1977 – LEI Nº 6.514, DE 22 DE DEZEMBRO DE 1977

Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. (SPACH, 2018)

### 1978 – PORTARIA SIT Nº 3.214, DE 8 DE JUNHO DE 1978

Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e à Medicina do Trabalho. Entre as 28 normas regulamentadoras, está a primeira publicação da NR12, na época denominada “NR-12 - Máquinas e Equipamentos”. (SPACH, 2018)

1994 – Brasil se torna signatário da Convenção nº 119 da OIT (SPACH, 2018)

Em 1994 o Brasil se torna signatário da Convenção nº 119 da OIT - sobre Proteção de Máquinas, por meio do Decreto nº 1.255 que adotou integralmente o conteúdo desta convenção, cuja redação é de 1963: (SPACH, 2018)

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, no uso das atribuições que lhe confere o art. 84, inciso VIII, da Constituição, e considerando que a Convenção nº 119, sobre Proteção das Máquinas, da Organização Internacional do Trabalho, promulgada entrou em vigor internacional em 21 de abril de 1965; (Brasil, 1994)

Considerando que o Governo brasileiro depositou a Carta de Ratificação do instrumento multilateral em epígrafe em 16 de abril de 1992, passando o mesmo a vigorar para o Brasil em 16 de abril de 1993, na forma do seu art. 19. DECRETA: (Brasil, 1994)

Art. 1º A Convenção nº 119, da Organização Internacional do Trabalho, sobre Proteção das Máquinas, concluídas em Genebra, em 25 de junho de 1963, apensa por cópia a este decreto, deverá ser cumprida tão inteiramente como nela se contém. (Brasil, 1994)

Art. 2º O presente decreto *entra em vigor na data de sua publicação*. (Brasil, 1965)

*Brasília, em 29 de setembro de 1994; 173º da Independência e 106º da República.* (Brasil, 1994)

*ITAMAR FRANCO”*

Para apoiar tecnicamente o texto da Convenção 119, a OIT lançou, na década de 90, a Enciclopédia de SST. O capítulo 58, de mais de 80 páginas, aborda conceitos como avaliação de risco, sistemas de segurança, proteções físicas, Inter travamento, monitoramento e detectores de presença, conceitos estes já há muito tempo existentes e que fazem parte da atual redação da NR12. (SPACH, 2018)

1994 – PORTARIA SSST Nº 13, DE 24 DE OUTUBRO DE 1994

Incorpora ao texto da Norma Regulamentadora nº 12 o item 12.3.9 e o Anexo I, que tratam de requisitos específicos para motosserras, devido ao elevado número de acidentes com este tipo de equipamento. (SPACH, 2018)

1996 – PORTARIA SSST Nº 25, DE 28 DE JANEIRO DE 1996.

Incorpora ao texto da Norma Regulamentadora nº 12 o item 12.3.10 e o Anexo II, que tratam de requisitos específicos para Cilindros de Massa, devido ao elevado número de acidentes na indústria de panificação. (SPACH, 2018)

1996 – 1ª Reunião entre fabricantes e usuários de prensas.

Em 1996, a DRT/SP abriu a discussão com órgãos públicos, técnicos, acadêmicos e representações sindicais, visando o estabelecimento de proteções e procedimentos de trabalho seguro em prensas e similares. (SPACH, 2018)

1997 – Criada Comissão de Negociação Tripartite sobre prensas - Coordenação DRT/SP. (SPACH, 2018)

A Portaria DRT/SP nº 50, de 11 de setembro de 1997, criou a Comissão de Negociação Tripartite sobre proteção em Prensas Mecânicas, onde evoluiu o entendimento entre as partes. (SPACH, 2018)

1998 – Assinatura do “Protocolo” de entendimento para proteção adequada de prensas mecânicas. (SPACH, 2018)

1999 – Assinatura da Convenção Coletiva de Prensas. (SPACH, 2018)

Assinatura da Convenção Coletiva de Prensas, em 27 de maio de 1999, envolvendo um sindicato dos trabalhadores e sete sindicatos dos empregadores, com validade para os municípios de São Paulo, Mogi das Cruzes e Região e contendo 12 cláusulas e 1 anexo que tratava de prensas, com 9 itens. (SPACH, 2018)

2002 – Assinatura da convenção coletiva de trabalho nas indústrias metalúrgicas no Estado de São Paulo. (SPACH, 2018)

Assinatura, em 29 de novembro de 2002, da Convenção Coletiva de melhoria das condições de trabalho nas indústrias metalúrgicas no estado de São Paulo. Em 2002 ocorreram diversos avanços: convenção de âmbito estadual; apoio da CUT,

Força Sindical e SDS; ampliação do objeto da convenção (prensas, injetoras e tratamento galvânico de superfícies); criação da Comissão Tripartite Permanente de Negociação Indústria Metalúrgica – CPN-IM, com o objetivo de acompanhar o pleno e integral cumprimento da Convenção Coletiva de Melhoria das Condições de Trabalho em Prensas e Equipamentos Similares, Injetoras de Plástico e Tratamento de Superfícies Nas Indústrias Metalúrgicas no Estado de São Paulo. (SPACH, 2018)

2004 - Bancada Patronal do Estado de SP convidada a participar da discussão da nota técnica para complementar a NR-12. (SPACH, 2018)

2005 – Publicação de Nota Técnica nº 16/2005: Em 07 de março de 2005 é publicada a Nota Técnica nº 16 da SIT/DSST substituindo a Nota Técnica nº 37, de 16 de dezembro de 2004, e abordando os princípios de boa prática para a proteção de prensas e equipamentos similares. (SPACH, 2018)

2006 – Convenção incorporando Nota Técnica nº 37/2004 e Nota Técnica nº 16/2005. (SPACH, 2018)

2007 – Reuniões para elaboração do texto com a participação da bancada do Governo, empregadores e trabalhadores. (SPACH, 2018)

A partir de 2007, passaram a ocorrer reuniões mensais para elaboração deste texto em diversas localidades, principalmente em São Paulo. O foco destas reuniões eram esclarecimentos técnicos em função das resoluções da OIT, Normas NBR e Normas EM. Dependendo dos assuntos que seriam abordados em cada reunião, eram convidados fabricantes de equipamentos específicos que viriam a fazer parte da NR12 e em diversos segmentos. A partir da segunda reunião, houve participação das 3 bancadas: (SPACH, 2018)

- 1<sup>a</sup> Reunião (23/04/09 – Brasília/DF) – Somente auditores; (SPACH, 2018)
- 2<sup>a</sup> Reunião (15/06/09 - Fundacentro – São Paulo/SP) - Tripartite e convidados; (SPACH, 2018)
- 3<sup>a</sup> Reunião (13/07/09 – FEM CUT – São Paulo/SP) - Tripartite e convidados; (SPACH, 2018)
- 4<sup>a</sup> Reunião (antes do envio para a CTPP - 10 e 11/08/09 – Abimaq São Paulo/SP); (SPACH, 2018)

- Envio do texto para CTPP (18/08/09); (SPACH, 2018)

Portaria nº 108 para Consulta Pública (26/08/09) - Divulga para consulta pública o texto técnico básico de revisão da Norma Regulamentadora nº 12; (SPACH, 2018)

Discussão das sugestões após a consulta pública NR12: (SPACH, 2018)

- 1ª Reunião (18 a 20/05/10 – Brasília/DF) - Tripartite; (SPACH, 2018)
- 2ª Reunião (23 a 25/06/10 – Caxias do Sul/RS) - Tripartite e convidados; (SPACH, 2018)
- 3ª Reunião (12 a 13/07/10 – São Paulo/SP) - Tripartite e convidados; (SPACH, 2018)
- 4ª Reunião (03 a 04/08/10 - Rio de Janeiro/RJ); (SPACH, 2018)
- Envio do texto para a CTPP (18/08/09). (SPACH, 2018)

#### 2010 – PORTARIA SIT Nº 197, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010

Altera a Norma Regulamentadora nº 12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS, aprovada pela Portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978. (SPACH, 2018)

#### 2.2REVISÃO DE 2010 - PORTARIA SIT Nº 197, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010

A NR12 publicada em 1978 apresentava um texto simples e pouco preciso a respeito das condições de segurança de máquinas e equipamentos e suas obrigatoriedades normativas. No início do Século XXI, o número alarmante de acidentes do trabalho com máquinas e equipamentos, e o consequente impacto no sistema previdenciário brasileiro, trouxe à tona a necessidade de uma revisão na legislação destes maquinários. (SPACH, 2018)

A primeira norma regulamentadora a sofrer uma grande atualização foi a NR10, através da Portaria TEM nº 598, de 07 de dezembro de 2004. A partir de 2007, começou a ser desenvolvido um trabalho para proposta de novo texto da NR12, trabalho este que se estendeu até o final de 2009, com a aprovação e publicação em 17 de dezembro de 2010, através da Portaria SIT nº 197. A NR12, que antes trazia em torno de 40 requisitos distribuídos em 3 páginas, passou a

contar com 18 tópicos e 12 anexos, com mais de 300 requisitos distribuídos em aproximadamente 85 páginas. (SPACH, 2018)

Embora tardia do ponto de vista trabalhista, a aprovação do novo texto contou com prazos apertados, do ponto de vista econômico. Os prazos finais para cumprimento da nova NR12, em sua íntegra, findaram-se em junho de 2013, momento no qual grande parte do parque fabril instalado ainda não havia sido adequado. Além da inviabilidade técnica e econômica para adequação de máquinas mais antigas, houve também bastante dúvida em relação a alguns requisitos normativos. (SPACH, 2018)

Esse constante trabalho de aperfeiçoamento no tema, iniciado em 2007 para desenvolvimento do texto da nova NR12, continua ocorrendo e, após a revisão de 2010, já foram publicadas mais 12 atualizações: (SPACH, 2018)

- Portaria SIT n.º 293, de 08 de dezembro de 2011
- Portaria MTE n.º 1.893, de 09 de dezembro de 2013
- Portaria MTE n.º 857, de 25 de junho de 2015
- Portaria MTPS n.º 211, de 09 de dezembro de 2015
- Portaria MTPS n.º 509, de 29 de abril de 2016
- Portaria MTb n.º 1.110, de 21 de setembro de 2016
- Portaria MTb n.º 1.111, de 21 de setembro de 2016
- Portaria MTb n.º 873, de 06 de julho de 2017
- Portaria MTb nº 98, de 08 de fevereiro de 2018
- Portaria MTb nº 252, de 10 de abril de 2018
- Portaria MTb nº 326, de 14 de maio de 2018
- Portaria MTb nº 1.083, de 18 de dezembro de 2018

A Norma Regulamentadora NR-12 e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a

prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis. (Brasil, 2010)

Após a sua publicação fica proibida a fabricação, importação, comercialização, leilão, locação, cessão a qualquer título e exposição de máquinas e equipamentos que não atendam ao disposto nesta Norma. (Brasil, 2010)

A NR12 tem por principais objetivos: (Abimaq, 2015)

- Promover a segurança do trabalhador.
- Promover a melhoria das condições de trabalho em prensas e similares, injetoras, máquinas e equipamentos de uso geral, e demais anexos.
- Tornar as máquinas e equipamentos intrinsecamente seguros.
- Apresentar o conceito de falha segura.
- Tornar as máquinas e equipamentos à prova de burla.

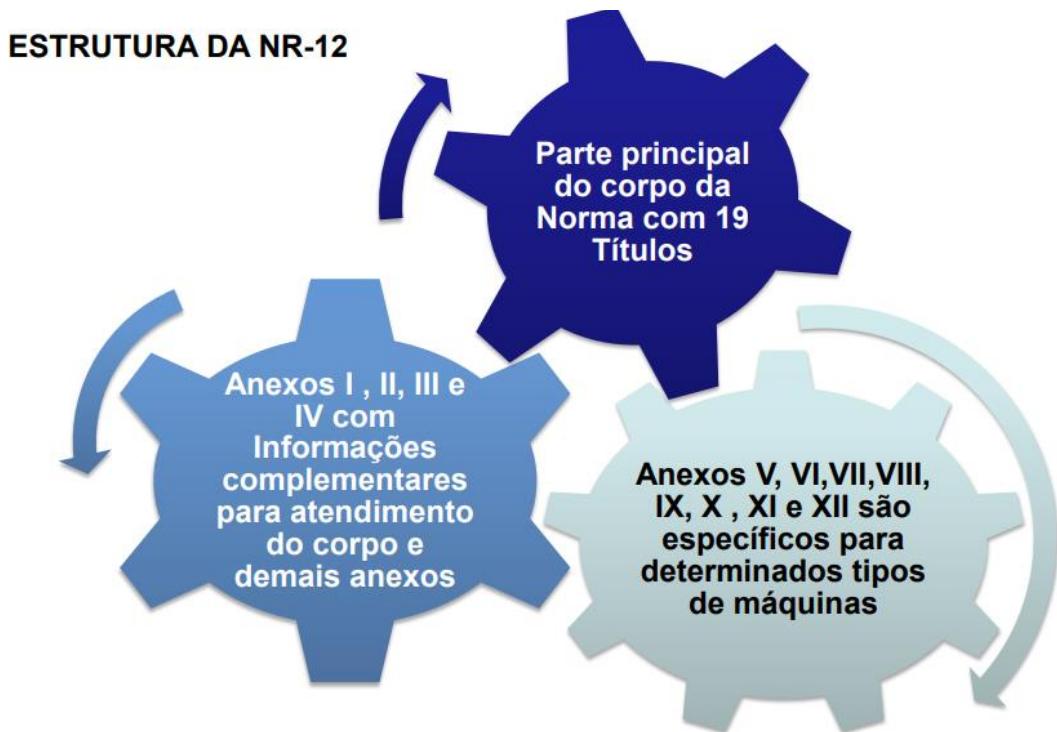
Na figura 2 observam-se as normas que sustentam a NR12. Já na figura 3 tem-se um esquema mostrando como a NR 12 é estruturada, uma vez que, basicamente ela é dividida no seu corpo principal e os diversos anexos. Os primeiros anexos com informações complementares ao colocado no corpo principal e os demais com informações mais específicas sobre diferentes tipos de máquinas e equipamentos. (Abimaq, 2015)

Figura 4 – Normas que sustentam a NR12



Fonte: Abimaq, 2015

Figura 6 - Estrutura da NR 12



Fonte: Abimaq, 2015

### 2.3 PRINCIPAIS EXIGÊNCIAS DA NR12 RELACIONADA A PARTES MÓVEIS

Segundo a NR 12, os movimentos perigosos dos transportadores contínuos de materiais devem ser protegidos, especialmente nos pontos de esmagamento, agarramento e aprisionamento formados pelas esteiras, correias, roletes, acoplamentos, freios, roldanas, amostradores, volantes, tambores, engrenagens, cremalheiras, correntes, guias, alinhadores, região do esticamento e contrapeso e outras partes móveis acessíveis durante a operação normal. (Brasil, 2010)

Diante disso, o empregador deve adotar medidas de proteção para o trabalho em máquinas e equipamentos, capazes de garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores. (Brasil, 2010)

As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança:

- cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas; (Brasil, 2010)

- b) ser constituídas de materiais resistentes e adequados a contenção de projeção de peças, materiais e partículas; (Brasil, 2010)
- c) fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos; (Brasil, 2010)
- d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções; (Brasil, 2010)
- e) não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas; (Brasil, 2010)
- f) resistir as condições ambientais do local onde estão instaladas; (Brasil, 2010)
- g) impedir que possam ser burladas; (Brasil, 2010)
- h) proporcionar condições de higiene e limpeza; (Brasil, 2010)
- i) impedir o acesso a zona de perigo; (Brasil, 2010)
- j) ter seus dispositivos de Inter travamento protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão, se necessário; (Brasil, 2010)
- k) ter ação positiva, ou seja, atuação de modo positivo; e (Brasil, 2010)
- l) não acarretar riscos adicionais. (Brasil, 2010)

Ao mesmo tempo, essa proteção tem que garantir que as passarelas, plataformas e rampas continuem com largura útil mínima de 0,60 m (sessenta centímetros); (Brasil, 2010)

Observe que a norma não coloca nenhum parâmetro definido com relação a resistência mecânica das proteções.

O item 12.41 adiciona uma codição importante para que um elemento possa ser considerado uma proteção para prover segurança por meio de barreira física.

Caso essa seja uma proteção fixa, ela 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 específicas. (Brasil, 2010)

Caso seja uma proteção móvel, ou seja, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos a estrutura da máquina ou

a um elemento fixo próximo. Essa, deve se associar a dispositivos de Intertravamento. (Brasil, 2010)

Quando a proteção for confeccionada com material descontinuo, devem ser observadas as distancias de segurança para impedir o acesso as zonas de perigo, conforme previsto no Anexo I, item A da NR12. (Brasil, 2010)

A NR12 reforça ainda que as proteções, dispositivos e sistemas de segurança devem integrar as maquinas e equipamentos, e não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim. (Brasil, 2010)

Se faz importante citar que além da NR 12, existem outras normas que falam sobre a proteção de máquinas e equipamentos:

#### 2.4 NR18 - CONDIÇÕES E MEIO AMBIENTE DE TRABALHO NA INDÚSTRIA

Essa norma exige que devem ser protegidas todas as partes móveis dos motores, transmissões e partes perigosas das máquinas ao alcance dos trabalhadores e que as máquinas e os equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes móveis, projeção de peças ou de partículas de materiais devem ser providos de proteção adequada. (Brasil, 2006)

#### 2.5 NR22 - SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL NA MINERAÇÃO

Essa norma estabelece que os trabalhos de limpeza e manutenção dos transportadores contínuos só podem ser realizados com o equipamento parado e bloqueado, exceto quando a limpeza for através de jato d'água ou outro sistema, devendo neste caso possuir mecanismo, que impeça contato acidental do trabalhador com as partes móveis. (Brasil, 1978)

Todas as partes móveis de máquinas e equipamentos ao alcance dos trabalhadores e que lhes ofereçam riscos tem de ser protegidas. (Brasil, 1978)

Assim como, todos os pontos de transmissão de força, de rolos de cauda e de desvio dos transportadores contínuos, devem ser protegidos com grades de segurança ou outro mecanismo que impeça o contato acidental (Brasil, 1978)

## 2.6 NBR NM 272:2001

A NBR NM 272:2001 nos traz mais algumas orientações com relação a fabricação de proteções.

Com relação a Resistência a impacto, fica definido que as proteções devem ser projetadas para resistir a impactos previsíveis de partes da máquina, produtos, ferramental quebrado, material sólido ou fluído expelido, impacto produzido pelo operador, etc. (ABNT,2001)

Onde as proteções possuem painéis translúcidos, consideração especial deve ser dada à seleção do material e ao método de sua fixação. Os materiais devem ser selecionados com propriedades adequadas para resistir à massa e a velocidade dos objetos expelidos. (ABNT,2001)

As proteções devem ser rígidas, com suportes de apoio, estrutura da proteção e reforços internos selecionados e posicionados de forma a prover uma estrutura estável e rígida para resistir a deformações. Isto é especialmente importante, onde a deformação do material pode ser prejudicial à manutenção das distâncias de segurança. (ABNT,2001)

As proteções ou partes delas devem ser presas por pontos de fixação de resistência, espaçamento e quantidade adequada, para permanecerem estáveis sob qualquer carregamento previsível. Sua fixação pode ser por meio de elementos de fixação ou grampos mecânicos, juntas soldadas ou coladas ou outros meios adequados à fixação. (ABNT,2001)

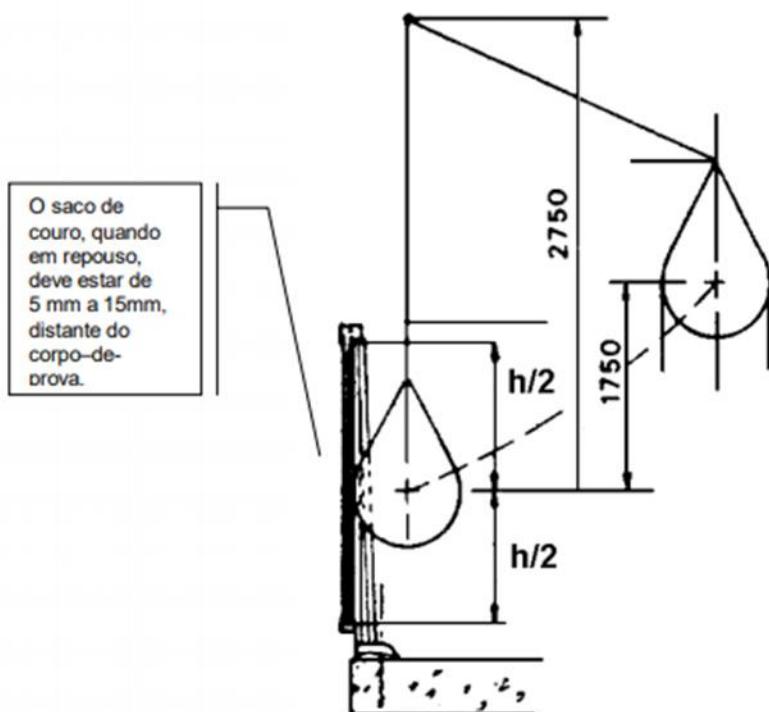
Onde houver um risco previsível de incêndio, os materiais selecionados devem ser resistentes e retardadores de fogo e faíscas e, não devem absorver ou emitir fluídos inflamáveis, fumos, etc. (ABNT,2001)

## 2.7 NBR14718 – ANEXO C: TESTE DE IMPACTO

A NBR14718, no seu anexo C, seria a norma que melhor especifica como mensurar a resistência ao impacto de uma proteção.

Ela determina que um saco de couro, com 30 kg de massa em esferas de vidro, deve ser solto em movimento pendular, sendo 1 750 mm a altura de queda em relação ao ponto de aplicação do impacto, conforme figura 4.

Figura 9 - Esquema de aplicação do impacto sobre painéis de guarda-corpos



Fonte: ABNT, 2001

O guarda-corpo deve ser submetido a um impacto de 600 J, aplicado no centro geométrico do painel, com tolerância máxima de 50 mm, formado ao redor do centro de gravidade do corpo-de-prova, seja esse de vidro, do tipo gradil ou de qualquer outro material. (ABNT, 2001)

Após a aplicação do impacto, o guarda-corpo deve ser inspecionado, devendo ser anotadas as eventuais movimentações, deterioração dos sistemas de fixação e ruptura. (ABNT, 2001)

## 2.8 NM-ISO 13852:2003

Essa Norma estabelece valores para distâncias de segurança, de modo a impedir acesso às zonas de perigo, pelos membros superiores de pessoas com idade maior ou igual a três anos. Essas distâncias se aplicam quando, por si só, são suficientes para garantir a segurança das pessoas que transitam próximos a esses equipamentos (ABNT, 2003)

## 2.9 ACIDENTES

Levantamento realizado pelo MTE com base na CAT (Comunicação de Acidente de Trabalho), de 2011 a 2013 ([http://portal.mte.gov.br/seg\\_sau/](http://portal.mte.gov.br/seg_sau/)), registra 221.843 acidentes de trabalho com máquinas e equipamentos no Brasil. Do total, 601 resultaram em óbitos, 13.724 em amputações e 41.993 em fraturas. São Paulo foi o Estado com o maior número de acidentes do gênero, 90.098; seguido de Minas Gerais, 23.086 e Rio Grande do Sul, 19.750. As partes do corpo humano mais afetadas são os dedos (121.698 acidentes) e as mãos (26.592). As máquinas que mais representam perigo conforme as estatísticas são a serra (14.130 acidentes) e a prensa (12.583). (Agencia Senado, 2015)

No Brasil, segundo o Ministério do Trabalho, a cada 44 horas morre um trabalhador por acidente na indústria. São ainda 12 amputações por dia. Apesar de a legislação ser considerada pelos empresários como mais rígida que a da União Europeia, o Brasil tem números piores. A média nacional é de sete acidentes para cada cem mil trabalhadores, contra apenas dois da Europa. (Agencia Senado, 2015)

## 2.10 PRAZOS:

Os prazos para adequação descritos abaixo foram publicados na PORTARIA Nº 197, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2010. A figura 5 tem esses prazos esquematizados.

Figura 12 - Prazos NR12

### I - Máquinas novas:

12 (doze) meses	Subitem 12.20.2 e item 12.22.
15 (quinze) meses:	Itens 12.36, alínea ‘a’, e 12.37.
18 (dezoito) meses	Itens e Subitens: 12.38.1, 12.39, 12.40, 12.43, 12.44, 12.45, 12.46, 12.47.1, 12.51, 12.55, 12.55.1; 12.65, 12.69, 12.73, 12.74, 12.75, 12.94, 12.95, 12.96; 12.125 a 12.129; 12.133, 12.133.1 e 12.133.2.
30 (trinta) meses	Itens e Subitens: 12.86, 12.86.1, 12.86.2 e 12.92.

### II - Máquinas usadas:

4 (quatro) meses	Itens 12.135 a 12.147.
12 (doze) meses	Itens 12.22, 12.26, 12.27, 12.28, 12.29, 12.30, 12.30.1, 12.30.2, 12.30.3, 12.31 e 12.116 a 12.124.
18 (dezoito) meses	Itens e Subitens: 12.20.2; 12.153 e 12.154.
24 (vinte e quatro) meses	Itens e Subitens: 12.111.1; 12.125 a 12.129.
30 (trinta) meses	Itens e Subitens: 12.36, alínea ‘a’, 12.37, 12.39, 12.40, 12.43, 12.44, 12.45, 12.46, 12.47.1, 12.51, 12.55, 12.55.1, 12.65, 12.69, 12.73, 12.74, 12.75; 12.86, 12.86.1, 12.86.2 e 12.92.

Fonte: Brasil, 2010

## 2.11 ETAPAS DA NR12

Segue resumidamente as etapas para adequação a NR 12 de uma planta  
Ações Prioritárias para todas as empresas “pré-adequação”.

- A empresa deve estar Regularizada com Registro no CREA (Abimaq,2015)
  - Capítulo 12.123, alínea “d” da NR-12.
  - Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966.
  - Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973 - CONFEA.
  - Lei nº 6.496, de 07 de dezembro de 1977.
  - Lei nº 6.839, de 30 de outubro de 1980.
  - Resolução nº 336, de 27 de outubro de 1985 - CONFEA.

- Resolução nº 1.048, de 14 de agosto de 2013 - CONFEA.
- A empresa deve ter Responsável Técnico (Abimaq,2015)
  - Capítulo 12.30, da NR-12.
  - Lei nº 5.194, de 24 dez de 1966.
  - Lei nº 6.496, de 07 dez de 1977.

### 1) Inventário das máquinas e equipamentos (Brasil, 2010)

A primeira etapa da adequação seria realizar o inventário de máquinas e equipamentos da planta conforme item 12.153 da NR-12 - Manter o inventário atualizado com o seguinte conteúdo mínimo:

- Identificação da máquina e equipamento. (Brasil, 2010)
- Descrição geral. (Tipo, fabricante, modelo, características). (Brasil, 2010)
- Capacidade, produtividade, tempo de operação por dia, operadores envolvidos. (Brasil, 2010)
- Diagnóstico com relação a NR-12 (sistema de segurança). (Brasil, 2010)
- Previsão da adequação. (Brasil, 2010)
- Recursos financeiros para a adequação. (Abimaq,2015)
- Localização em planta baixa (layout). (Brasil, 2010)

De acordo com a NR-12 o empregador deve manter o inventário das máquinas atualizado com identificação por tipo, capacidade, sistemas de segurança e localização em planta baixa, elaborado por profissional qualificado ou legalmente habilitado e equipamentos atualizado com as devidas (Brasil, 2010)

As informações do inventário devem subsidiar as ações de gestão para aplicação da Norma. (Brasil, 2010)

## 2) Fazer a Apreciação de Riscos

Este item é exigido no capítulo 12.39, alínea “a” da NR-12. (Brasil, 2010)

Essa apreciação de riscos deve ser elaborada e executada por um profissional legalmente habilitado o qual realizará a análise de riscos de todo o sistema de segurança das máquinas e equipamentos, analisando todo o sistema elétrico, eletrônico, pneumático, hidráulico e mecânico. (Brasil, 2010)

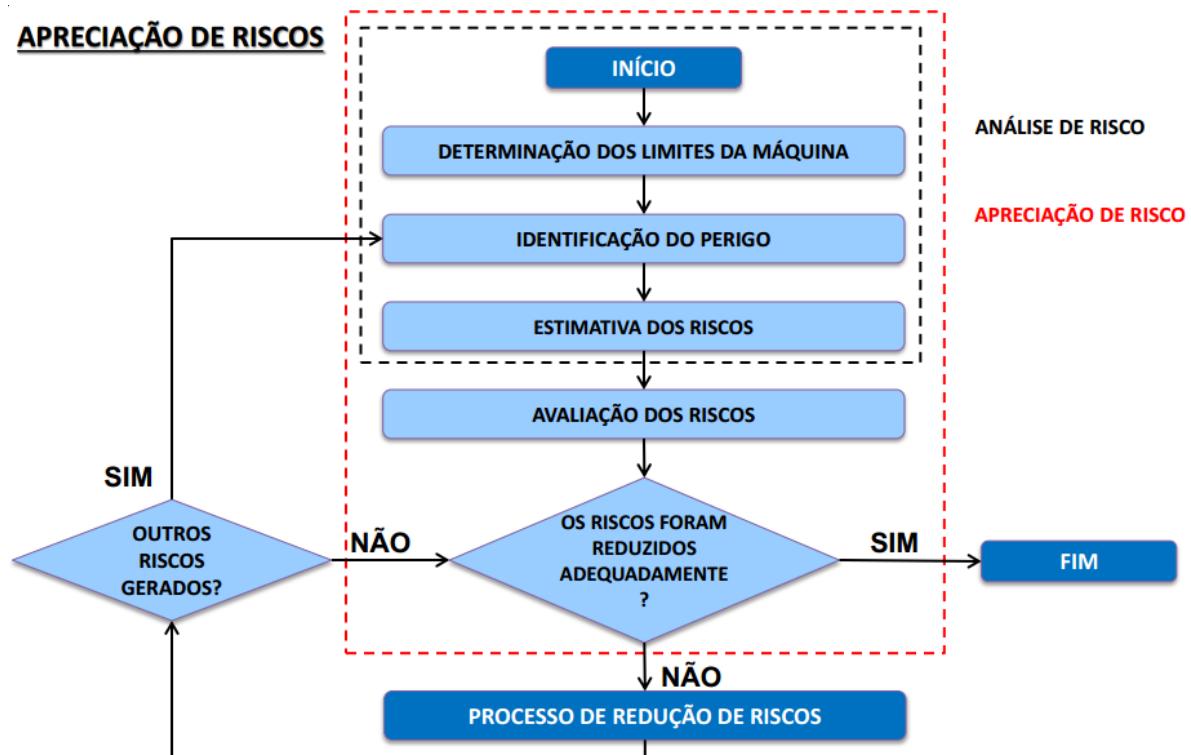
A análise de riscos é uma análise sistemática, e tem o objetivo de informar quais são os riscos que a máquina e equipamento oferecem, qual é a categoria do risco, quais as medidas de prevenção ou proteção que existem, ou deveriam existir para controlar os riscos, quais as possibilidades de os perigos serem eliminados, e quais são as partes da máquina e equipamento que estão sujeitos a causar lesões e danos. (Brasil, 2010)

A apreciação de riscos, de maneira geral, é um processo composto por uma série de etapas que permite, de forma sistemática, analisar e avaliar os riscos associados à máquina. (Brasil, 2010)

As normas técnicas oficiais e vigentes para a apreciação de riscos são:

- NBR ISO12100:2013, ISO 14121, e para a categorização do sistema de segurança a NBR 14153.
- NBR ISO 12100:2013 Segurança de máquinas — Princípios gerais de projeto — Apreciação e redução de riscos
- ISO/TR 14121 -2:2012 - Safety of machinery - Risk assessment - Part 2: Practical guidance and examples of methods.
- NBR 14153:2013 - Segurança de Máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para o projeto.

Figura 14 - Etapas Apreciação de Riscos



Fonte: Abimaq, 2015

A figura 6 esquematiza as etapas da apreciação de riscos.

Feita a Análise de Riscos é fundamental que se crie um plano de ação, como por exemplo: (Abimaq, 2015)

- Quais são as categorias de risco?
- Quais dispositivos serão incorporados?
- Refaça o projeto do equipamento acrescentando os dispositivos de segurança
- Quanto custará as modificações?
- Quanto tempo levará para a adequação?

### 3) Emitir a ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

Prevista no Capítulo 12.39, alínea “b” da NR-12 e na Lei nº 6.496, de 07 de dezembro de 1977.

O termo ART significa Anotação de Responsabilidade Técnica, é um instrumento indispensável para identificar a responsabilidade técnica pelas obras ou serviços prestados por profissionais ou empresas.

O profissional legalmente habilitado responsável pela elaboração, execução da apreciação de riscos deve recolher a ART no CREA de sua região, para que a análise de risco esteja sob sua responsabilidade técnica, conforme a NR-12: (Abimaq, 2015)

A apreciação de riscos deve ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes e estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado. (Brasil, 2010)

A Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, foi instituída pela Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977, a qual estabelece que todos os contratos referentes à Execução de serviços ou obras de Engenharia, Agronomia, Geologia, Geografia ou Meteorologia deverão ser objeto de anotação no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA. (Abimaq, 2015)

Quando possuir vínculo contratual com pessoa jurídica, cabe ao profissional emitir a ART e à empresa/instituição o pagamento do valor correspondente a esse serviço. (Abimaq, 2015)

Devem emitir a ART todos os profissionais legalmente habilitados que exercem suas profissões em organizações que executam obras ou serviços de Engenharia, Agronomia, Geologia, Geografia ou Meteorologia. (Abimaq, 2015)

#### 4) A adequação

Ao terminar a apreciação de riscos, após todos os perigos e riscos identificados e com a devida ART recolhida junto ao CREA, será necessário elaborar um plano de ação para adequar todo o parque de máquinas conforme a NR-12, e executar as alterações pertinentes identificadas na prévia análise de riscos. (Abimaq, 2015)

As máquinas e os equipamentos e seus respectivos sistemas de segurança, seja elétrico, eletrônico, mecânico, pneumático ou hidráulico devem ser elaborados, projetados conforme as exigências da norma regulamentadora NR-12 e normas técnicas oficiais vigentes. Devem possuir características mínimas de segurança as quais são de uso geral, e características específicas para o determinado tipo de máquina e equipamento. (Abimaq, 2015)

Essa etapa é a mais complicada da NR12 e é onde esse trabalho de graduação se concentra, ou seja, no desenvolvimento de soluções para a adequação das máquinas após a cumprimento das etapas previas da NR12. No decorrer deste trabalho, será apresentado como tal desenvolvimento foi feito.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 TITRONIC

Fundada em 1985, a TITRONIC é uma empresa especializada em fabricação e comercialização de produtos em plástico para uso industrial e serviços de manutenção e instalação de revestimentos em plástico. É uma empresa de porte médio e possui em torno de 20 funcionários.

Os principais produtos do seu portfolio hoje são as grades em polímero para proteção para correia transportadora, coberturas em polímero para correia transportadora e roletes em polímero para correia transportadora.

É uma empresa focada no desenvolvimento de soluções para o ambiente industrial. Normalmente o cliente traz até a empresa a sua necessidade e o seu corpo técnico se coloca a trabalhar na solução do problema em questão.

Para execução de seus projetos a mesma possui uma equipe de cerca de 20 colaboradores, um centro de usinagem com máquinas de última geração para confecção de peças, moldes, ferramentas e etc. Além de diversas injetoras dos mais diversos tamanhos que permitem a injeção peças em tamanhos, formas e materiais variados.

#### 3.2 ANÁLISE CRÍTICA DAS OPÇÕES EXISTENTES

Até então, a única opção disponível eram as grades metálicas, mas essas eram cheias de inconvenientes quando aplicadas em larga escala. Como exemplo pode-se citar:

- Falta de ergonomia: Normalmente possuem alto peso, o que as torna ergonomicamente desfavoráveis para manipulação do colaborador, podendo a vir causar, desgaste físico excessivo, fadiga e até mesmo lesões.
- Oxidação: Ambientes industriais normalmente são agressivos, o que contribui para uma acelerada oxidação deste material fazendo com ele tenha uma vida útil reduzida.

- Empenos: É comum que durante a retirada nas atividades de manutenção nem todo o cuidado seja dispensado a esse dispositivo, fazendo com ele empene ou amasse impossibilitando o seu encaixe na posição original.
- Manutenção/Pintura: É recorrente em grades metálicas a necessidade manutenção, reparos e pintura para aumentar a vida útil das mesmas.
- Travamento: É comum, principalmente em indústrias de minério e fertilizantes que o material processado entre nos encaixes e juntamente com a umidade trave a proteção fazendo com que a sua retirada seja extremamente difícil, muitas das vezes possível somente com corte via maçarico.

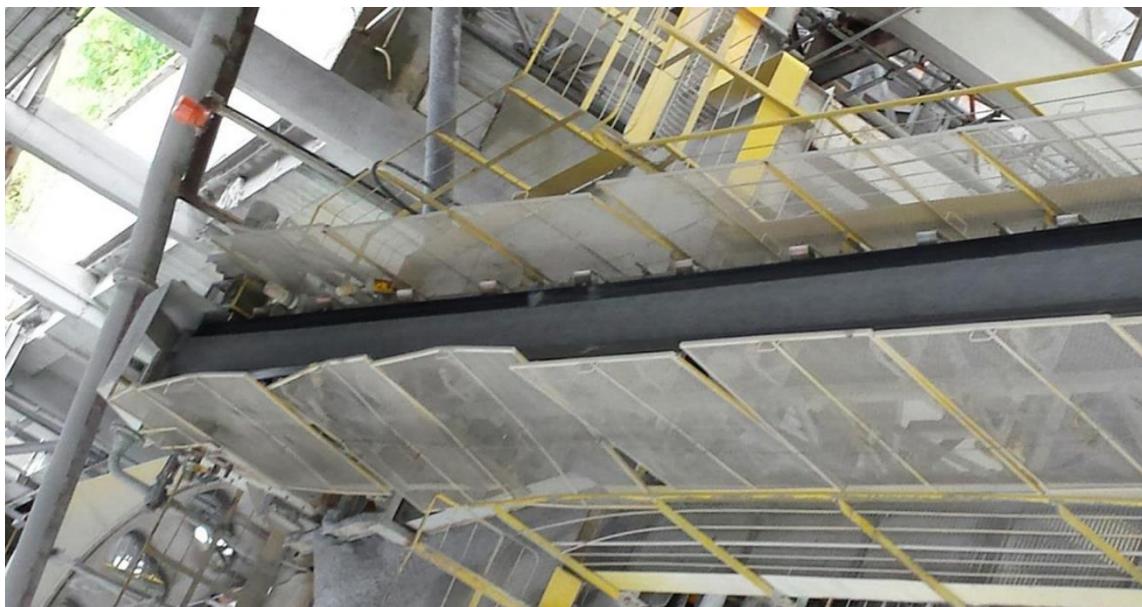
Nas figuras 7 e 8 a seguir é mostrado alguns exemplos de proteções metálicas e seus problemas:

Figura 15 - Proteções Danificadas e oxidadas



Fonte: Zorzaneli, 2015

Figura 19 – Proteções metálicas empenadas e amassadas



Fonte: Zorzaneli, 2015

### 3.3 PROJETO GRADES MODULARES EM POLIMERO - PREMISSAS

Após a análise e a verificação dos problemas nas opções existentes, aliada as necessidades do mercado e do ambiente industrial, a equipe técnica da empresa Titronic Plásticos Industriais, se colocou a trabalhar em uma solução modular, que tivesse as seguintes características:

- Atendesse as exigências das normas
- Poderia ser utilizada em todas as situações
- Fosse modular e de rápida instalação
- Componentes de tamanho e modelo padronizado facilitando a manutenção e reposição
- Apresentasse resistência mecânica adequada
- Polimérico, de modo a não amassar, empenar ou precisar de pintura
- Leve e ergonômico
- De alta durabilidade
- Resistentes às intempéries e a radiação UV
- Anti-Chama

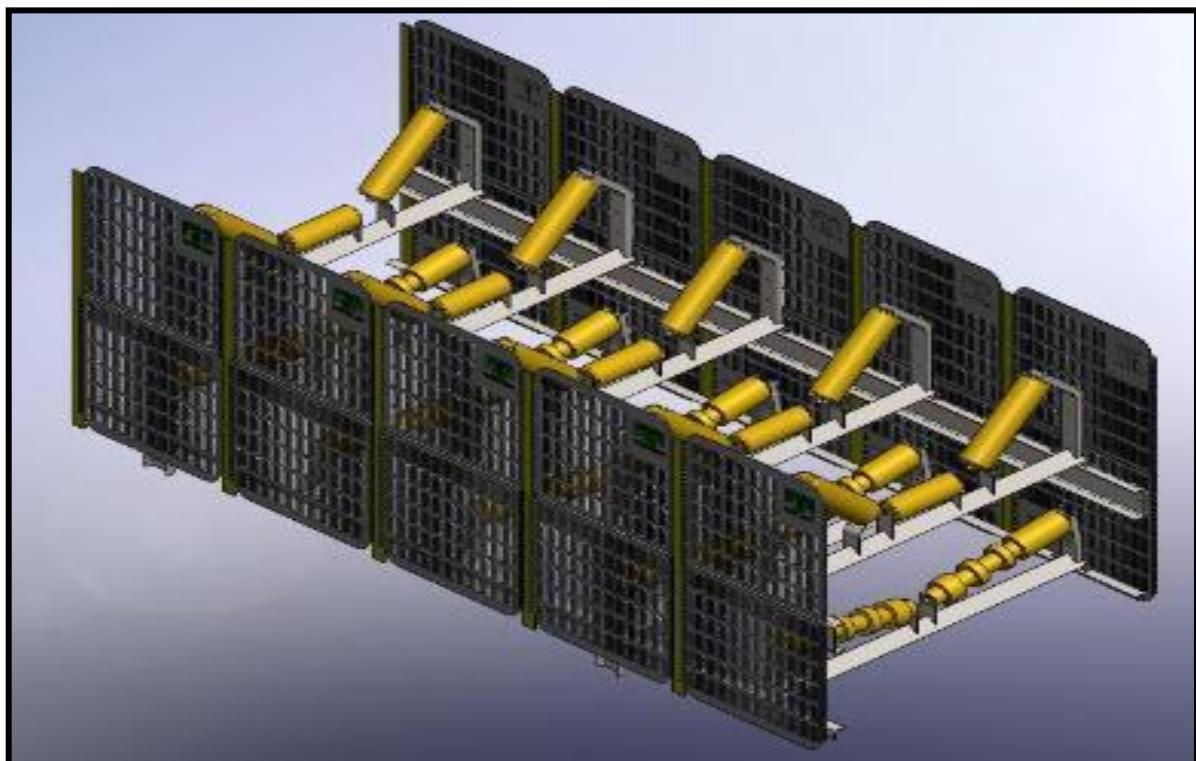
- Não dificultasse a inspeção e manutenção dos equipamentos
- Ecologicamente correto (Reciclável)

Dessa forma, contornariam-se todos os inconvenientes das opções já existentes permitindo uma adequação em duradoura e em larga escala do parque fabril nacional.

### 3.4 O PROJETO

Seguindo as premissas estabelecidas em 3.3, chegou-se ao projeto básico mostrado na figura 9:

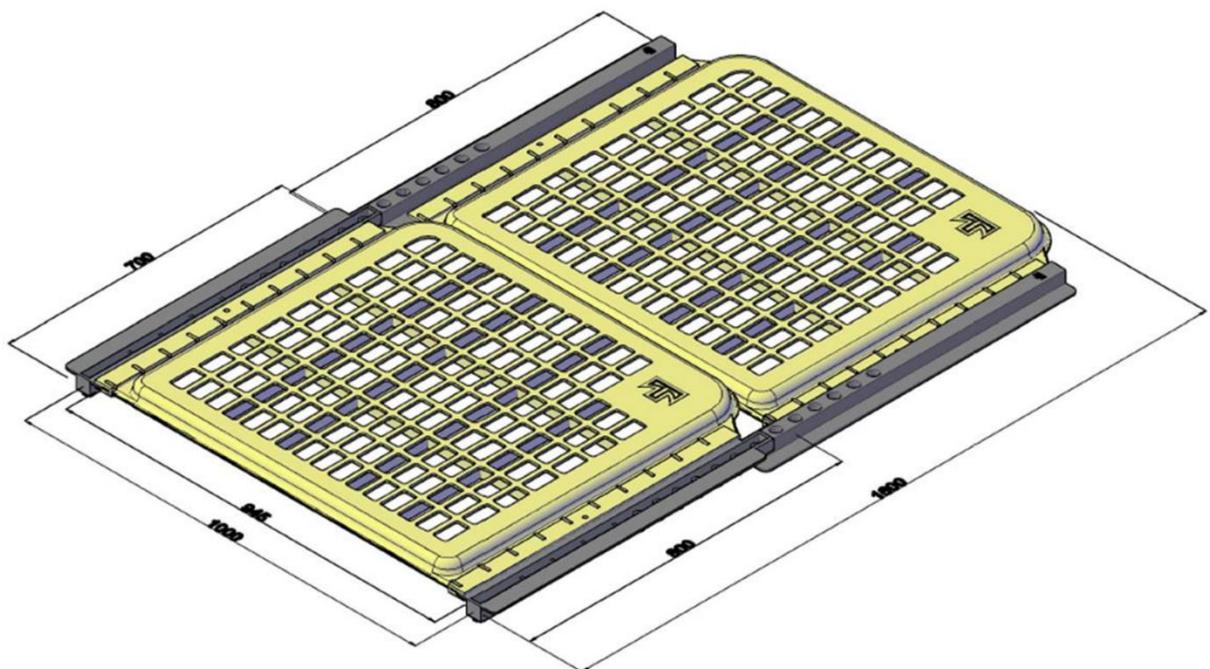
Figura 22 - Vista expandida projeto grades de proteção



Fonte: Zorzaneli, 2015

Na figura 10 é mostrada a forma de montagem do conjunto e as suas respectivas dimensões.

Figura 25 - Conjunto de proteção



Fonte: Zorzaneli, 2015



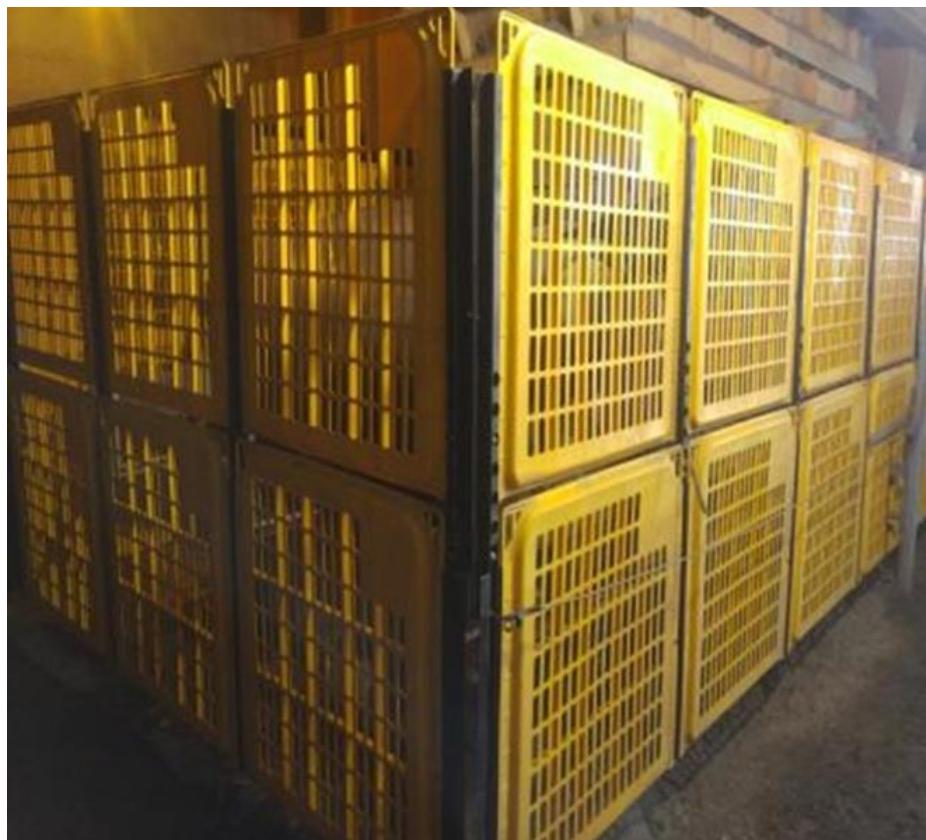
Na figura 11 se observa a esquemática de todos os componentes montados e suas respectivas nomenclaturas.

Figura 28 - Componentes do Conjunto de Proteção



Fonte: Zorzaneli, 2015

Figura 31 - Proteção Montada



Fonte: Zorzaneli, 2015

Na figura 12 tem se um exemplo de um equipamento já completamente protegido pelo conjunto.

Na figura 11 foi possível observar os componentes do conjunto. No texto abaixo será explicado funções de cada item:

- Grade de proteção: Feita em polímero especial de engenharia capaz de resistir ao teste de impacto do anexo C da NBR14718
- Suporte em Polímero: Parte onde as grades são encaixadas e travadas. Feito do mesmo material da grade para que os itens principais possam ser todos poliméricos de alta resistência mecânica, a corrosão e ao mesmo tempo leves e ergonômicos.
- Guia da corda de emergência: As correias transportadoras são dotadas de cordas ao longo de toda a sua extensão para que em caso de acidentes seja possível paralisar o equipamento em qualquer posição

em que se esteja. Com a aplicação das grades de proteção essas cordas ficariam por detrás destas, ou seja, inalcançáveis em caso de necessidade de acionamento. Com essa peça, também toda em polímero, foi possível realocar a cordoalha para frente da proteção, deixando ao alcance de qualquer um que esteja próximo da correia.

- Prolongador metálico: É a peça que faz a união entre a parte metálica (longarina da correia) com a proteção. Com ela é também possível ajustar a altura e posicionamento do conjunto de proteção.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 PONTOS OMISSOS NA LEGISLAÇÃO - DEFINIÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA

Escolher a matéria prima base para injetar a proteção foi um grande problema, pois, no mercado havia uma gama enorme de possíveis produtos e com preços diretamente proporcionais a resistência que proporcionavam ao material.

Porém, qual material escolher? Infelizmente a NR 12 não é clara com relação à resistência mecânica a ser utilizada. Conforme consta no capítulo 2, ela cita apenas que o produto tem de ter uma resistência mecânica adequada a aplicação.

Mas então qual seria essa tal resistência adequada aos esforços requeridos?

Buscando mais nas normas a respeito foi verificado que a NBR NM 272:2001 “Segurança de máquinas – Proteções- – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis” destaca em seu texto diversos itens importantes a serem observados no projeto de uma proteção, entretanto, mesmo com todas essas especificações ainda continua-se com a medida da resistência vaga, não se tem nenhum número que de a exata resistência necessária para o material.

Como agravante tem-se que alguns dos parâmetros acima variam de equipamento para equipamento e para alguns tipos de máquinas seriam inexequíveis, uma vez que se tem máquinas com mais 1500 - 2000 CV de potência, ou seja, impossível construir uma proteção que resista as forças que elas são capazes de desenvolver.

Diante dessa problemática, foi considerando que a principal função da proteção é impedir o contato com as partes móveis, com isso, focou-se em atender principalmente ao quesito “resistir ao impacto produzido pelo operador” exigido pela a NBR NM 272:2001 porém, não mensurado ou especificado de forma quantitativa.

Mas como mensurar o item “impacto produzido pelo operador”? Pesquisando sobre normas de impacto observa-se que a NBR 14718 “Anexo C (normativo) Determinação da resistência a impactos” determina a resistência ao impacto que um guarda corpo deve ter.

Como, por lógica, entende-se que não existe diferença entre um indivíduo cair do segundo andar de uma construção (no caso do rompimento de um guarda corpo) ou cair dentro de uma máquina operando (no caso do rompimento de uma proteção) foi estabelecido que essa seria a resistência mecânica mínima aceita para a proteção.

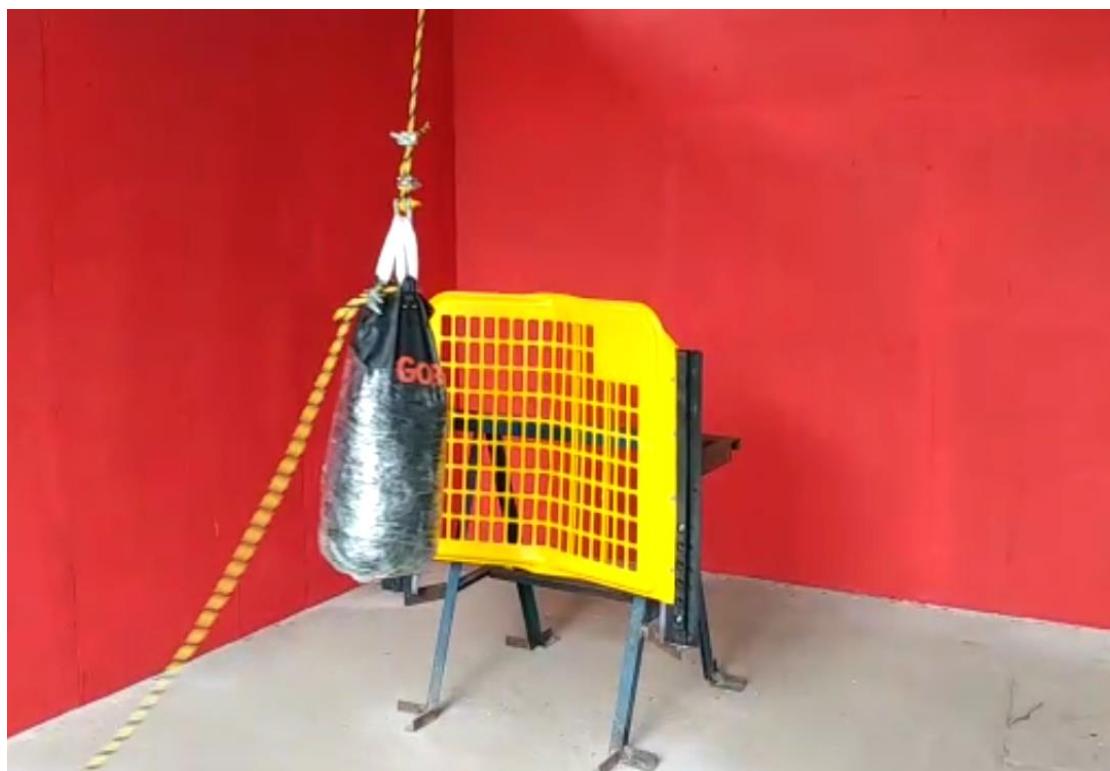
Resistir a esse teste significa que a proteção é capaz de absorver um impacto de 600 joules sem se romper. Essa seria a energia máxima esperada que uma pessoa que eventualmente, por alguma fatalidade, venha a ir contra a ela possa aplicar na proteção. Com isso já se consegue estabelecer um parâmetro.

Uma vez tendo um parâmetro de resistência estabelecido, foi solicitado a um laboratório credenciado ao Inmetro que fosse feito o teste e na sequência a emissão do certificado de atendimento à norma, pois assim, no caso de um acidente futuro com as proteções (por exemplo um operador escorrega, vai de encontro com as proteções e essa se rompe), a sua resistência está amparada por alguma normativa legal, e não em algum certificado de um teste não normatizado, ou mesmo uma medida de resistência qualquer dada pelo fabricante.

Também se passou a divulgar tal fato aos clientes, pois, a partir do momento que uma empresa exige que a proteção atenda ao teste do Anexo C da NBR14718, independentemente do tipo de proteção utilizada, ela estará se resguardando legalmente que está comprando um produto capaz resistir ao impacto de uma pessoa, ou seja, mesmo caso ocorra uma falha, essa culpa recairia sobre fornecedor. Caso o cliente não estabeleça resistência alguma, qualquer material poderia ser utilizado, e em caso de falha, a responsabilidade é toda da empresa compradora do produto final que não se preocupou nem mesmo em estabelecer uma resistência mecânica mínima nas proteções que serão instaladas com o objetivo de resguardar a segurança de seus colaboradores.

Na figura 13 é mostrado o teste do anexo C da NBR14718 sendo realizado na grade em polímero da Titronic.

Figura 33 - Teste Anexo C NBR14718



Fonte: Zorzaneli, 2015

#### 4.2 PROBLEMATICA DA ALTURA

Outro problema que deixava confecção das proteções inviável foi a exigência de alturas e/ou distâncias exageradas dos equipamentos.

Para correias transportadoras, por exemplo, a proteção tem de estar bem próxima ao equipamento já que este tem passarelas de acesso ao seu lado. Se a proteção se afastar muito, o espaço para as pessoas transitarem fica prejudicado, chegando-se ao ponto até de se tornar perigoso e desconfortável essa passagem.

Em outras situações, se exige uma altura tão grande que muitas plantas não têm nem mesmo pé direito o suficiente para que seja colocada tal proteção.

Por exemplo, observando-se a figura 14, retirada da NR12, um TC médio que possui uma altura dos roletes em 1200 mm, exige uma proteção com 2000 mm de

altura. Ou seja, totalmente impraticável do ponto de vista de longas distâncias, tanto com relação ao custo quanto da manutenção.

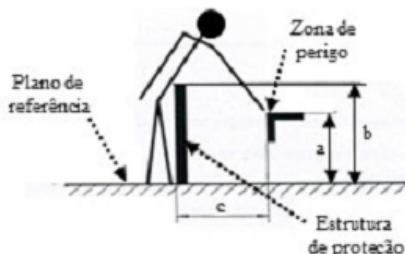
Considerando-se que esses equipamentos precisam de manutenção constante, uma proteção dessa altura iria prejudicar muito essa atividade.

Outro detalhe importante é o peso que seria adicionado ao equipamento. Para os já existentes esse é um ponto primordial, visto que, quando dimensionados, essa adição de carga não foi considerada na fase de projeto podendo inclusive ser considerado um risco adicional. Também aumentaria-se a carga de vento sobre os mesmos, ou seja, os esforços sobre as estruturas quando submetidas a ventos fortes, seriam bem maiores que os inicialmente calculados.

Conforme mencionado acima, alguns locais não possuem nem mesmo 2 metros de pé direito para colocar a proteção. Ou seja, nem querendo, seria possível a adequação.

Figura 36 – Tabela de distâncias – Anexo 1 da NR12

Figura 1 - Alcance sobre estruturas de proteção. Para utilização do Quadro II observar a legenda da figura 1 a seguir.



Legenda:

- a: altura da zona de perigo
- b: altura da estrutura de proteção
- c: distância horizontal à zona de perigo

#### QUADRO II

Alcance sobre estruturas de proteção - Alto risco (dimensões em mm)

Altura da zona de perigo a	Altura da estrutura de proteção b <sup>1)</sup>									
	1000	1200	1400 <sup>2)</sup>	1600	1800	2000	2200	2400	2500	2700
2700 <sup>3)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	-
2400	1100	1100	900	800	700	600	400	300	100	-
2200	1300	1200	1000	900	800	600	400	300	-	-
2000	1400	1300	1100	900	800	600	400	-	-	-
1800	1500	1400	1100	900	800	600	-	-	-	-
1600	1500	1400	1100	900	800	500	-	-	-	-
1400	1500	1400	1100	900	800	-	-	-	-	-
1200	1500	1400	1100	900	700	-	-	-	-	-
1000	1500	1400	1100	800	-	-	-	-	-	-
800	1500	1300	900	600	-	-	-	-	-	-
600	1400	1300	800	-	-	-	-	-	-	-
400	1400	1200	400	-	-	-	-	-	-	-
200	1200	900	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1100	500	-	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup> Estruturas de proteção com altura inferior que 1000 mm (mil milímetros) não estão incluídas por não restringirem suficientemente o acesso do corpo.

<sup>2)</sup> Estruturas de proteção com altura menor que 1400 mm (mil e quatrocentos milímetros), não devem ser usadas sem medidas adicionais de segurança.

<sup>3)</sup> Para zonas de perigo com altura superior a 2700 mm (dois mil e setecentos milímetros) ver figura 2.

Não devem ser feitas interpolações dos valores desse quadro; consequentemente, quando os valores conhecidos de "a", "b" ou "c" estiverem entre dois valores do quadro, os valores a serem utilizados serão os que propiciarem maior segurança

Fonte: ABNT NBR NM-ISO 13852:2003 - Segurança de Máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores.

Fonte: Brasil, 2010

Visto a impossibilidade de adequar o parque industrial existente em grande escala, principalmente no tocante a correias transportadoras a exigência na íntegra da NR12, foi-se em busca da solução mais próxima ao ideal.

Ela foi encontrada na NBR13852, norma a qual a própria NR12 tirou a tabela da figura 14. Nela encontra-se uma tabela muito similar, porém com alturas que seriam possíveis de serem executadas.

Figura 38 - Tabela 1 NBR13852

Altura de la zona peligrosa a / Altura da zona de perigo a	Altura de la estructura de protección b <sup>1)</sup> / Altura da estrutura de proteção b <sup>1)</sup> Dimensiones en milímetros / Dimensões em milímetros								
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2500
<i>Distancia horizontal a la zona peligrosa c / Distância horizontal à zona de perigo c</i>									
2500 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2400	100	100	100	100	100	100	100	100	-
2200	600	600	500	500	400	350	250	-	-
2000	1100	900	700	600	500	350	-	-	-
1800	1100	1000	900	900	600	-	-	-	-
1600	1300	1000	900	900	500	-	-	-	-
1400	1300	1000	900	800	100	-	-	-	-
1200	1400	1000	900	500	-	-	-	-	-
1000	1400	1000	900	300	-	-	-	-	-
800	1300	900	600	-	-	-	-	-	-
600	1200	500	-	-	-	-	-	-	-
400	1200	300	-	-	-	-	-	-	-
200	1100	200	-	-	-	-	-	-	-
0	1100	200	-	-	-	-	-	-	-

<sup>1)</sup> Las estructuras de protección de altura inferior a 1 000 mm, no están incluidas, porque no restringen suficientemente el movimiento del cuerpo./ <sup>1)</sup> Estruturas de proteção com altura inferior que 1 000 mm não estão incluídas por não restringirem suficientemente o acesso do corpo.  
<sup>2)</sup> Para las zonas peligrosas por encima de 2 500 mm, remitirse a 4.2./ <sup>2)</sup> Para zonas de perigo com altura superior a 2 500 mm ver 4.2.

Fonte: ABNT, 2003

Na figura 15 observa-se que as alturas são mais razoáveis e praticáveis. Com isso, foi decidido por módulos de 800 mm de altura e 400 mm de altura.

Assim, pode-se ter proteções de qualquer altura ao se conjugar as grades de 400 mm e/ou de 800 mm.

Entretanto, adotou-se como padrão a altura de 1,6 metros, já que, quando montada ela fica com uma altura de 1800 mm. Esse vão inferior é extremamente importante para que seja realizada a limpeza dos equipamentos.

No caso de correias transportadoras, por exemplo, é essencial que o material transportado não fique acumulado na parte inferior da máquina. Caso esse fenômeno ocorresse, estaria sendo adicionando um risco a operação, pois, devido ao atrito do material com a correia, essa poderia rasgar-se, os roletes poderiam travar ou até mesmo ocorrer um superaquecimento seguido de incêndio.

A tabela 1 da NBR13852 é prevista para ser aplicada em equipamentos que possuem “baixo risco”, porém, com ela consegue-se atender a premissa principal da NR12 com relação a proteção de correias transportadoras que seria o item 12.85 transcrita na integralidade abaixo:

*“12.85 Os movimentos perigosos dos transportadores contínuos de materiais devem ser protegidos, especialmente nos pontos de esmagamento, agarramento e aprisionamento formados pelas esteiras, correias, roletes, acoplamentos, freios, roldanas, amostradores, volantes, tambores, engrenagens, cremalheiras, correntes, guias, alinhadores, região do esticamento e contrapeso e outras partes móveis acessíveis durante a operação normal.” (Brasil, 2010)*

Ou seja, ao se executar um projeto de proteção de máquinas, tem de se ter cuidado para que as proteções sejam instaladas de modo que, nem que o colaborador queira, ele possa ter acesso as partes móveis, elas têm de estar totalmente inacessíveis.

#### 4.3 EXIGENCIA DE TRAVAMENTO OU INTERTRAVAMENTO DAS PROTEÇÕES

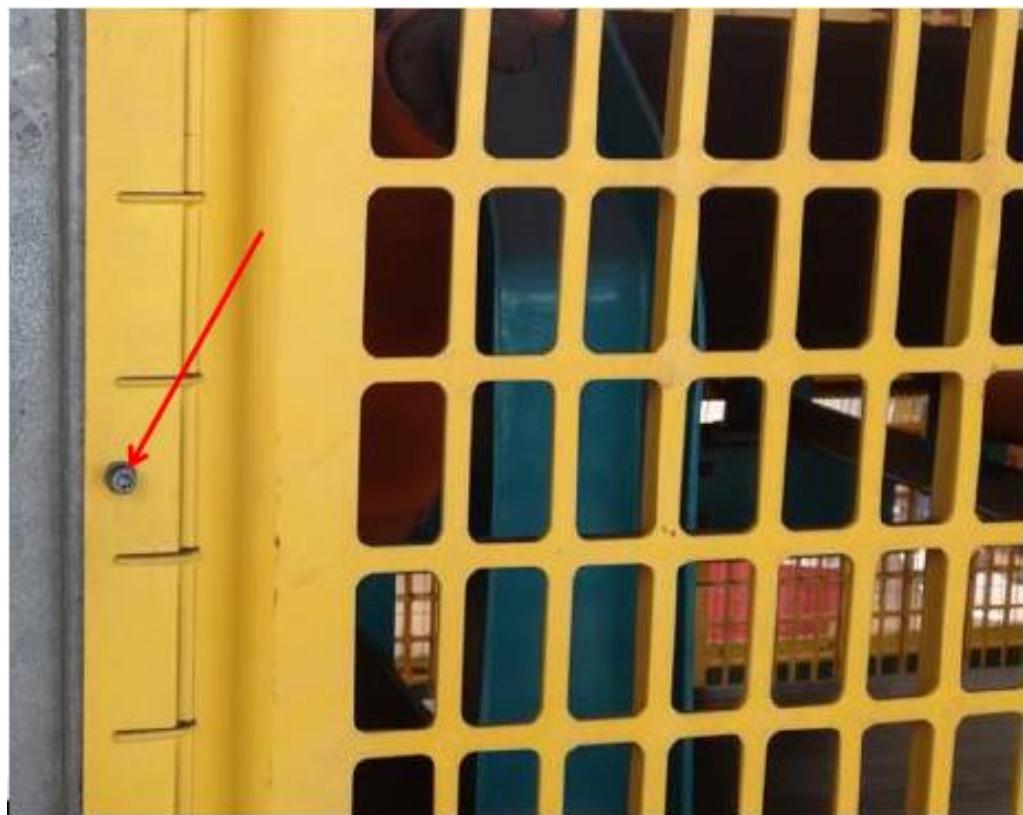
A NR12 possui algumas outras exigências para que as proteções sejam consideradas efetivas com relação ao atendimento da norma, como por exemplo a exigência de travamento (item 12.41 NR12). Para equipamentos de longas distâncias, com longos perímetros a serem protegidos, a colocação de proteções conforme o item “proteção móvel” se mostra inviável do ponto de vista da operação, manutenção e custo. Por exemplo, uma correia transportadora de 2 quilômetros, protegida com 8 mil grades, teria que ter 8 mil sensores, todos monitorados em uma

sala de controle e no caso de retirada de qualquer uma dessas grades o equipamento teria que parar.

Isso sem contar que ao ter-se 8 mil sensores, a probabilidade que após algum tempo de funcionamento tenha-se defeitos em alguns destes é grande, o que ocasionaria perdas constantes nas operações dos equipamentos e consequentemente vultuosos prejuízos financeiros. Por exemplo, tem-se empresas no Brasil com mais de 100 quilômetros de correia, tornando essa opção totalmente inviável.

Com isso, optou-se pela opção “proteção fixa” na qual a grade somente pode ser retirada com a utilização de ferramentas. Para que isso fosse possível, foi adicionado um bilongo passante ao suporte e na grade um canal por onde se enrosca um parafuso fazendo o travamento dessa no suporte. Ver Figura 16.

Figura 39 - Parafuso de Travamento



Fonte: Zorzaneli, 2015

#### 4.4 PRIMEIRAS APLICAÇÕES

Após o desenvolvimento dos primeiros protótipos, foi feita a primeira aplicação em 2010 em uma grande mineradora localizada na cidade de Mariana-MG.

O material passou por 6 meses de observação em campo e acompanhamento com os usuários onde realmente ficou comprovado que o mesmo atendia as premissas estipuladas em 3.3.

Desde então a aplicação se expandiu a agora a o produto é utilizado nos mais diversos tipos de máquinas, equipamentos e situações.

Esse processo foi totalmente inovador, sendo um produto que revolucionou o mercado de dispositivos de proteção de máquinas.

Com ele, as proteções que antes eram confeccionadas quase que artesanalmente, em baixa escala e a um custo altíssimo, puderam agora ser produzidas em escala industrial, com a possibilidade de atendimento a uma gama enorme de clientes em um curto espaço de tempo.

Graças a ele, grandes empresas do setor de mineração e outros, puderam viabilizar e alavancar o seu processo de proteção de máquinas/adequação NR12, em especial os de correias transportadoras que por anos caminhava a passos lentos visto a inexistência de algo similar no mercado.

#### 4.5 PRINCIPAIS VANTAGENS APRESENTADAS

- Mostrou-se com mínima interferência na operação, manutenção, lubrificação e limpeza dos equipamentos, máquinas e sistemas.
- Depois de instalado, permite a visualização dos elementos da correia transportadora sem a necessidade de remoção da proteção.
- Pelo fato dos componentes serem de tamanho e modelo padronizado facilitou-se a manutenção e a reposição
- Não sofre corrosão ou oxidação o que permite a sua aplicação em ambientes altamente agressivos.
- Como as grades permitem a retirada e recolocação imediata, não dificultaram muito as atividades dos responsáveis pela manutenção e operação.

- Diminuiu os riscos de choque elétrico por curto-circuito no equipamento pelo fato do material ser não condutor de eletricidade.
- Material Reciclável, diminuindo o impacto ambiental em sua utilização
- Ergonomicamente favorável devido ao seu baixo peso em relação a uma grade metálica de mesmo tamanho
- Alta durabilidade mesma em condições industriais agressivas e resistência a intempéries

Como ponto negativo pode se destacar a perda de coloração (Figura 18). Entretanto, a sua resistência mecânica diminuiu muito pouco ao longo do tempo.

Figura 41 - Grade Superior com cinco anos exposto a intemperies - Grade Inferior 5 anos sem exposição a intempéries

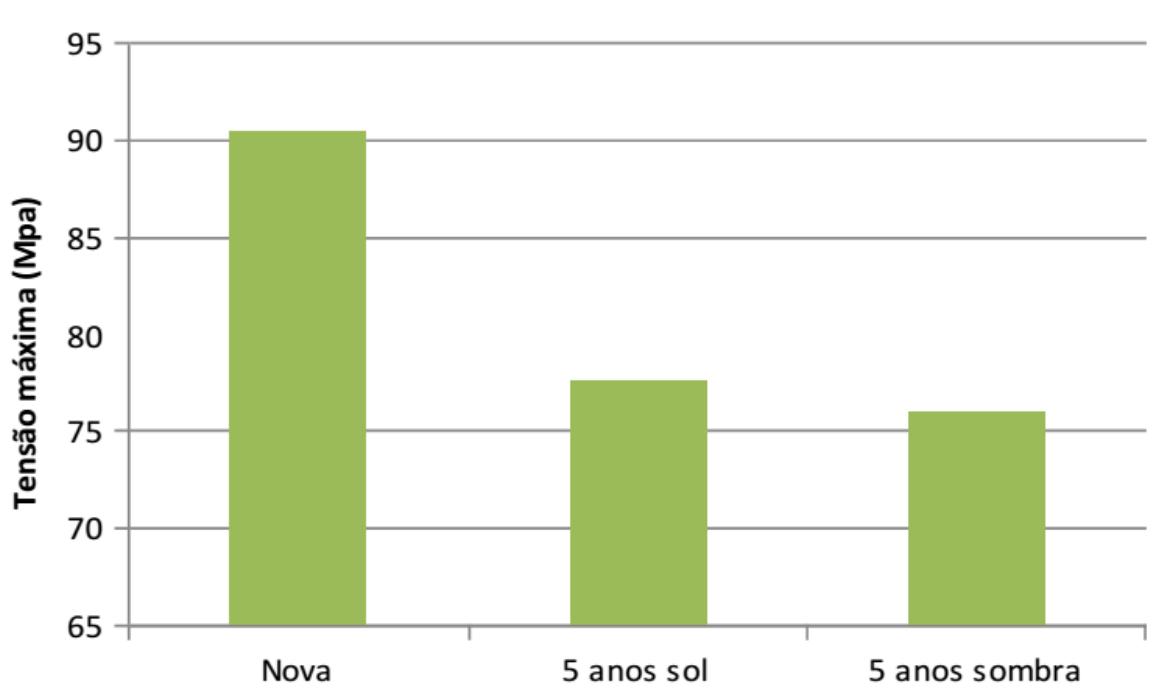


Fonte: Zorzaneli, 2018

Nos testes de tração (ASTM D638) e flexão (ASMT D790) efetuados nas amostras novas e nas amostras com cinco anos de uso expostas a intempéries e não expostas a intempéries foi observada uma diminuição de apenas 13% na resistência inicial, ou seja, a grade mesmo após cinco anos continua a atender aos requisitos de resistência adotados na etapa inicial do projeto.

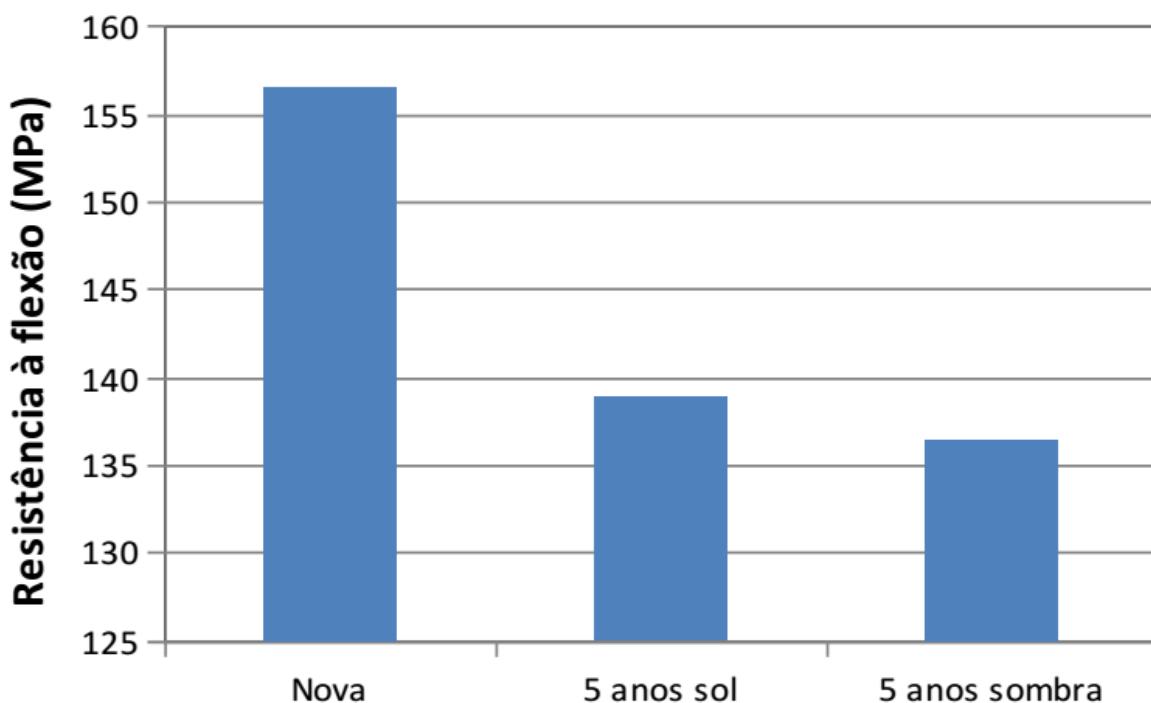
Na figura 19 é demonstrado o exposto acima no quesito resistência a tração. Na figura 20 são mostradas as diferenças no quesito flexão. Ambas tiveram redução na mesma proporção de 13%.

Figura 42 - Comparativo Teste de Resistência a Tração



Fonte: IFES, 2015

Figura 44 - Comparativo resistência a Flexão

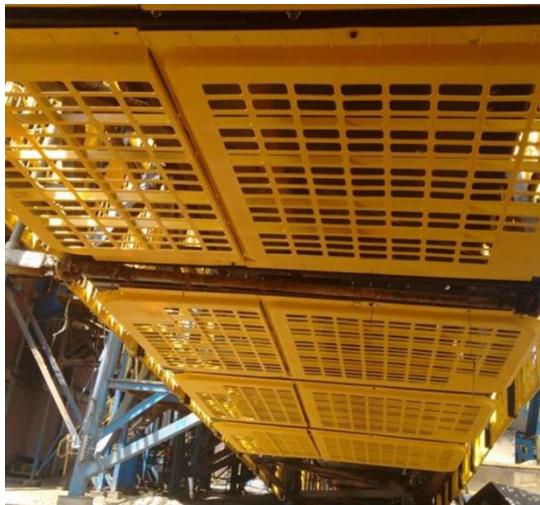


Fonte: IFES, 2015

Por ser modular, leve e de fácil instalação sua aplicação acabou se expandindo para além das correias transportadoras, e hoje acabou sendo utilizada também para:

- Proteção de motores, acionamentos (Figura 21)
- Proteção inferior de correias transportadoras (Figura 22)
- Proteção de correias de longas distâncias (Figura 23)
- Proteção de moinhos, contra-peso, e cercamentos de perímetro em geral e substituição de grades metálicas (Figura 24 e figura 25)
- Entre outros

Figura 50 - Proteções Inferiores de TC's



Fonte: Zorzaneli, 2017

Figura 47 - Proteção de motores e Acionamentos



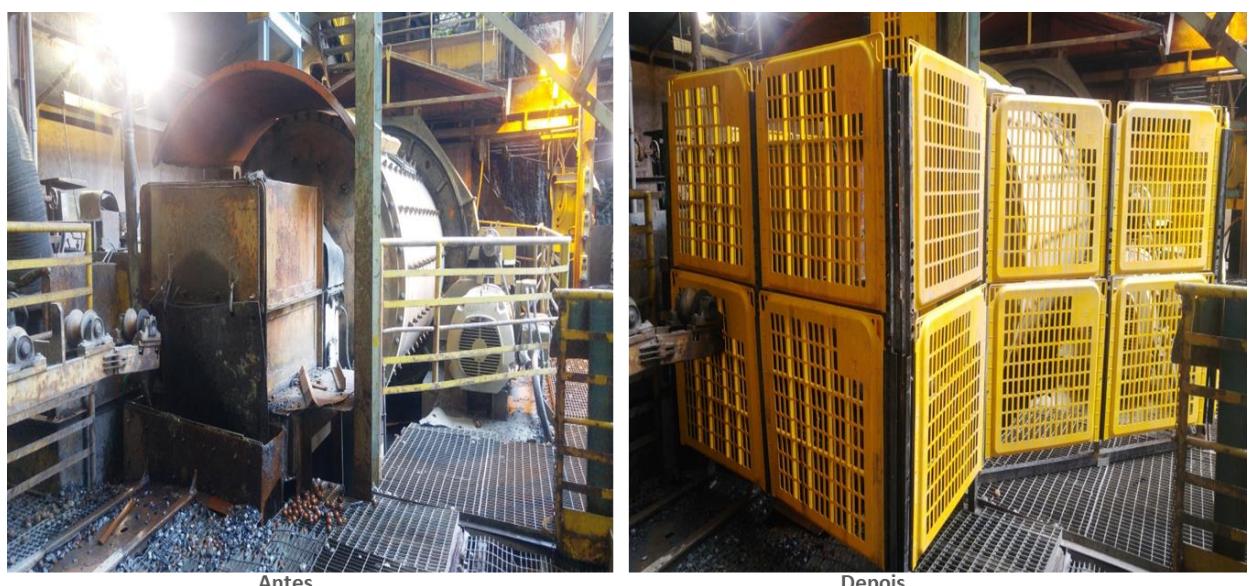
Fonte: Zorzaneli, 2017

Figura 52 – Solução para proteção de equipamentos de longas distâncias



Fonte: Zorzaneli, 2018

Figura 55 -Proteção de Perímetros em Grandes Equipamentos



Fonte: Zorzaneli, 2018

Figura 56 - Proteção de Moinhos



Fonte: Zorzaneli, 2018

#### 4.6 PATENTEAMENTO

Diante da grande inovação que esse produto representou, foi feito o depósito da patente do mesmo. Na figura 17 é mostrado um trecho da carta patente.

Figura 26 - Carta Patente



Fonte: INPI, 2017

## 5. CONCLUSÃO

Foi apresentada uma solução para proteção de máquinas e equipamentos, segura, economicamente viável, ergonômica, de baixa necessidade de manutenção, fácil manuseio e rápida instalação e que atende as exigências da NR12 no tocante a proteção de partes móveis.

## REFERÊNCIAS

ABIMAQ, **Manual de Instruções da NR12**, 2015

ABNT, **NBR NM 272:2001: Segurança de máquinas - Proteções - Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis**, Rio de Janeiro, 2001

ABNT, **NBR 14718: Guarda-corpos para edificação**, Rio de Janeiro, 2001

ABNT, **NBRNM 13852: Segurança de máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores**, Rio de Janeiro, 2003

**As Causas da Revolução Industrial.** Disponível em <http://www.tudodomundo.com.br/causas-darevolucao-industrial/>. Acesso em: 05/02/2019

ABIMAQ. **Manual de Instruções da Norma Regulamentadora NR-12**, São Paulo, 2016.

BECKER, A. C. **Apresentações NR-12**, MTE, 2013 - (com adaptações)

Brasil, **Consolidação das Leis do Trabalho – CLT**; 1943

DEAN, W. **A industrialização de São Paulo (1880-1945)**, 1971, São Paulo: Difel.

BRASIL. **Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978.** Disponível em: < <http://portal.mte.gov.br/legislacao/portaria-n-3-214-de-08-06-1978-1.htm> > Acesso em: 05/02/2019.

BRAUER, R. L. **Safety and Health for engineers**. New York: Van Nonstrand Reinhold, 1994.

**BRITISH STANDARD. Guide to Occupational Health and Safety Management**

**BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Occupational Health and Safety Management Systems. Requirements – BSI OHSAS 18001.** London, 2007.

CHIBINSKI; M. **Introdução à Segurança do Trabalho**, 1e.d, Paraná, 2011

CARDELLA, B. **Segurança no Trabalho e Prevenção de Acidentes**, 1e.d, São Paulo, 2012.

CERQUEIRA, J. P. **Sistemas de gestão integrados: ISO 9001, NBR 16001, OHSAS 18001, SA 8000: Conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro, Qualitymark, 2006.

FALCONI, V. **Controle da Qualidade Total**, 1e.d, Belo Horizonte, 1992.

FELICIANO, Wanderley Costa. **Artigo - Análise de riscos como ferramenta de gestão ambiental**. São Paulo, 2005 – Artigo publicado no Conselho Regional de

**FUNDACENTRO. Diretrizes sobre sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho.**São Paulo, Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, 2005.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4a ed. São Paulo, Atlas, 2002.

IFES. **Ensaios de Tração e Flexão em Grade de Proteção de Correia Transportadora,** Vitória, 2015

KIRCHTEIGER, C... **Risk Assessment and Management in the Context of the Seveso II Directive,** Elsevier, Oxford, 1998.

KLETZ, T. A. **What Went Wrong – Case Histories of Process Plant Disasters,** Gulf Publishing Company, USA, 1985?

LAPA, R. P. & GOES, M.L.S.. **Investigação e Análise de INCIDENTES, Conhecendo o Incidente Para Prevenir,** 1e.d. – São Paulo, 2011.

LEES, F. P. **Loss Prevention in the Process Industries: Hazard Identification, Assesment and Control.** 2nd edition, London: Butterworth – Heinemann, 1996.

MORAN, M... **OSHA'S Process Safety Management Standard – A Proven Written Program for Compliance,** Government Institute Inc., USA, 1996.

MTE. **Norma Regulamentadora 12 (NR 12)** n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 35 de 28 de dezembro de 2018.** Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br>> Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 18 (NR 18)** n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 247 de 12 de julho de 2015.** Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br>> Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 22 (NR 22)** n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 345 de 10 de outubro de 2017.** Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br>> Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 09 (NR 09)** n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 25 de 29 de dezembro de 1994.** Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br>> Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 10 (NR 10)** n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 598 de 07 de dezembro de 2004.** Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br>> Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 15 (NR 15)** n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 291 de 8 de dezembro de 2011.** Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br>> Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 16 (NR 16)** n.º 3.214, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 1885 de 2 de dezembro de 2013.** Disponível em: < <http://portal.mte.gov.br> > Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 19 (NR 19)** n.º 228, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 1885 de 24 de maio de 2011.** Disponível em: < <http://portal.mte.gov.br> > Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 20 (NR 20)** n.º 308, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 1885 de 29 de fevereiro de 2012.** Disponível em: < <http://portal.mte.gov.br> > Acesso em: 31/01/2019.

MTE. **Norma Regulamentadora 23 (NR 23)** n.º 221, de 08 de junho de 1978. **Atualização Portaria SSMT n.º 1885 de 6 de maio de 2011.** Disponível em: < <http://portal.mte.gov.br> > Acesso em: 21/01/2019.

OIT (Organização Internacional do Trabalho). **Base de dados.** Disponível em: < [http://www.oit.org.br/base\\_dados](http://www.oit.org.br/base_dados) > Acesso em: 28/02/2019.

OSHA (Occupational Safety and Health Administration), **Flammable and Combustible Liquids.** Disponível em: < [https://www.osha.gov/dte/library/flammable\\_liquids/flammable\\_liquids.html](https://www.osha.gov/dte/library/flammable_liquids/flammable_liquids.html) > Acesso em: 28/02/2019.

OLIVER, R. **A história da segurança do trabalho** Disponível em: <https://prolifeengenharia.com.br/historia-da-seguranca-do-trabalho/> > Acesso em: 28/02/2019.

PORTAL HSE, FISPQ – **Uma ferramenta a favor de HSE**, 2012, Disponível em: < <http://portalhseq.blogspot.com.br/2012/04/fispq-uma-ferramenta-favor-do-hse.html> > Acesso em: 28/02/2019.

REIS, R. **Segurança e saúde no trabalho: Normas Regulamentadoras.** 10 ed. [S.I.]: Yendis, 2012.

SPACH, E. **Breve Histórico da NR12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos** Disponível em: < <https://www.linkedin.com/pulse/breve-hist%C3%B3rico-da-nr12-seguran%C3%A7a-trabalho-em-e-becker-spach/> > Acesso em: 01/02/2019.

**NR e NBR – Qual a Diferença** <https://www.blogsegurancadotrabalho.com.br/2017/10/nr-e-nbr-qual-diferenca.html> Acesso em: 25/02/2019

**Manual de Instruções da NR12:** <file:///C:/Users/user/Downloads/manual-de-instrucoes-da-nr-12-160524183455.pdf> Acesso em: 05/02/2019

INPI: <https://gru.inpi.gov.br/pePI/servlet/LoginController?action=login> Acesso em: 05/01/2019

VIEIRA, S. **Acidentes com máquinas causam 12 amputações e quase um óbito por dia de trabalho no país,** Disponível em:,

<https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2015/09/08/ accidentes-com-maquinas-causam-12-amputacoes-por-dia-e-601-mortes-por-ano> Acesso em: 15/02/2019