

INDÚSTRIA EFICIENTE

Proteções físicas NR-12 e eficiência industrial: uma visão estratégica integrada

AVISO IMPORTANTE

O conteúdo técnico da palestra é de responsabilidade da empresa palestrante.

Fique à vontade para baixar o arquivo em PDF e se atualizar com as novas tecnologias apresentadas nesta edição.

NÃO É PERMITIDO COPIAR AS INFORMAÇÕES E IMAGENS E REPRODUZIR SEM A AUTORIZAÇÃO DA EMPRESA.

Qualquer dúvida em relação ao conteúdo apresentado, você pode entrar em contato direto com o palestrante.

Estatísticas

Brasil (2012-2024)

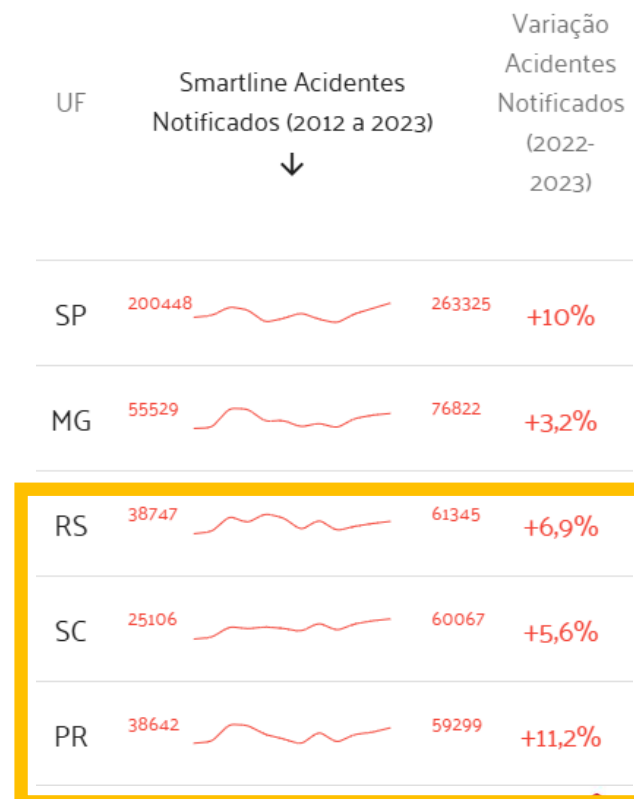
- 8.824.286 notificações de acidentes de trabalho
- 31.981 notificações de acidentes fatais
- 2.636.951 afastamentos acidentários

Fonte: Previdência Social, Ministério da Saúde – SINAN - Tratamento e análise: SmartLab.
Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho
<https://smartlabbr.org/sst>

Apesar de legislação robusta, Brasil ocupa 4º lugar no ranking de acidentes de trabalho no mundo.

Fonte: M2 Comunicação Jurídica

Unidades federativas com o maior número de notificações de acidente de trabalho

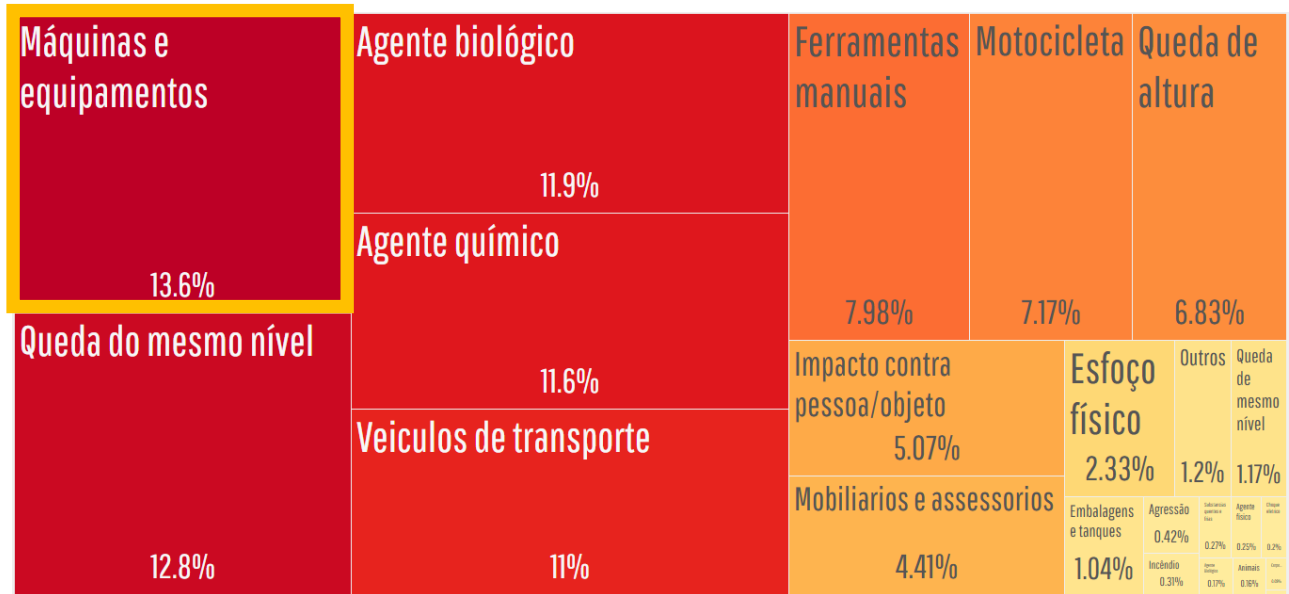


Fonte: Previdência Social, 2024

Belgo Soluções
Protec
belgo
arames

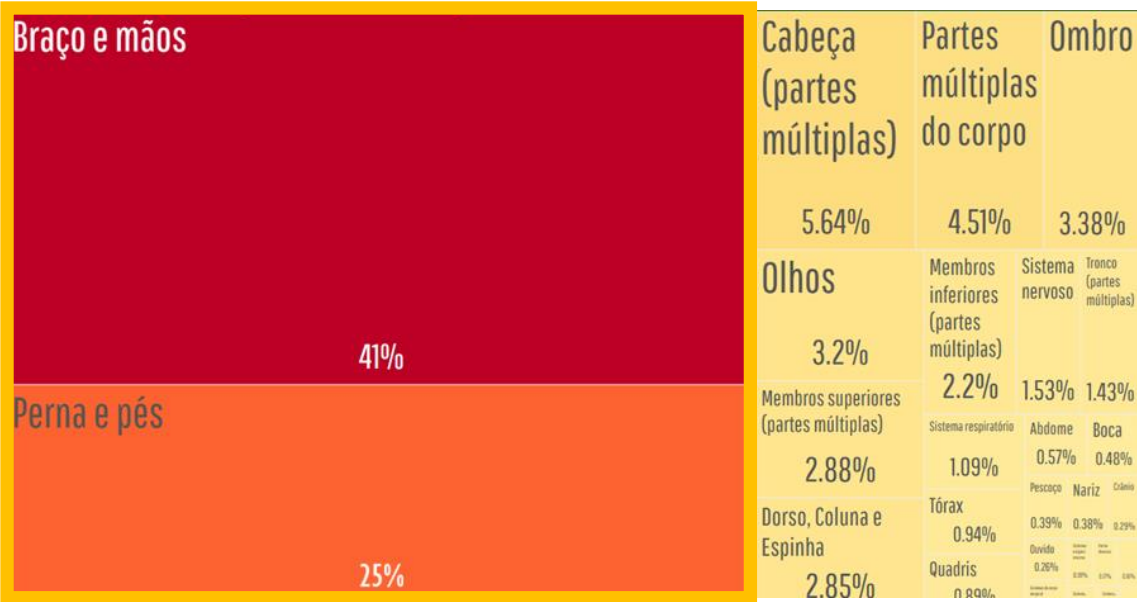
Estatísticas

Grupos de agentes causadores



Fonte: Previdência Social, Ministério da Saúde – SINAN - Tratamento e análise: SmartLab.
Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho
<https://smartlabbr.org/sst>

Partes do corpo mais frequentemente atingidas



ALIMENTADOR DE LINHA DE PRODUÇÃO
Ocupação com mais afastamentos - 40.320
(2012 A 2024)

Segurança de máquinas como infraestrutura de performance

 ➤ A proteção física e os dispositivos de segurança interligados, devem apenas **IMPEDIR O ACESSO AO RISCO** ou também **PROTEGER A EFICIÊNCIA DA ROTINA INDUSTRIAL?**

 ➤ Se uma máquina parar (min/horas), a indústria mede?

Para medir a performance, a indústria utiliza indicadores de eficiência global de equipamentos (OEE).

Qualquer interrupção não programada gera impactos diretos:

- ☐ Produtividade
- ☐ Custo de fabricação
- ☐ Eficiência da linha.

 ➤ Se uma proteção física dificultar diversas pequenas intervenções, a indústria mede?

Perdas silenciosas não mensuradas (“ladrões silenciosos” da produtividade).



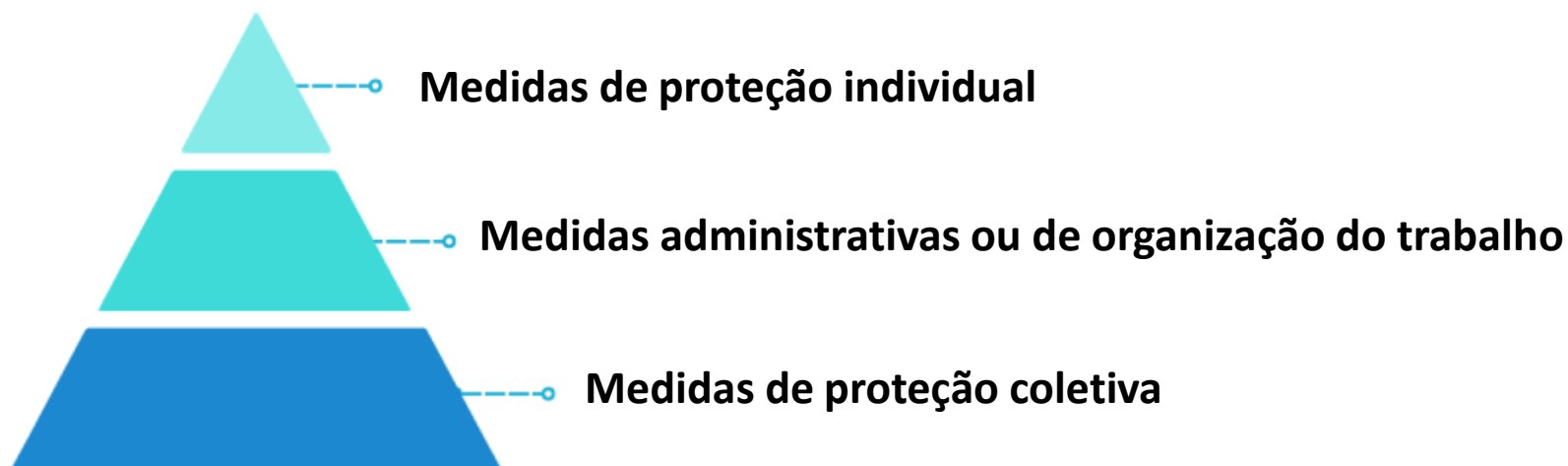
NR-12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos

O que é a NR-12 e qual seu principal objetivo?

- Norma regulamentadora criada pelo MTE em 1978 pela portaria de nº 3.214/78, cujo **cumprimento é uma exigência legal**.
- Define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece **requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho em máquinas e equipamentos**.

Princípios gerais da NR-12

- Ordem de prioridade das medidas de proteção conforme o parágrafo 12.1.8:



- 12.5.1 **As zonas de perigo** das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por **proteções fixas**, **proteções móveis** e **dispositivos de segurança interligados**, que resguardem proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.

Segurança e eficiência industrial

- **NR-12 NÃO É CHECKLIST:** A norma trata segurança de máquinas e equipamentos como parte do ciclo de vida.



- **A NR-12 é uma FERRAMENTA** para pensar em segurança de forma estratégica e não apenas reativa.

Leitura limitada

- Adequar para passar na auditoria.
- Fechar áreas de risco.
- Adquirir proteções físicas e sistemas de segurança.

Leitura estratégica

- Controlar e reduzir riscos sem comprometer a produtividade.
- Projetar acessos, visibilidade e intervenções seguras.
- Integrar engenharia, manutenção, produção e segurança.
- **Proteção física é um investimento em eficiência, não um custo normativo.**

Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

Implicações de não conformidade com a NR-12



Legalidade

- Multas e embargos
- Autos de infração
- Interdição imediata



Trabalhistas e Humanas

- Acidentes de trabalho graves
- Afastamentos e indenizações
- Ações trabalhistas
- Responsabilização civil/criminal



Financeiras e Operacionais

- Paralisação da produção
- Custos extras com reparos e adequações emergenciais
- Aumento no valor de seguros
- Perda de contratos



Reputacionais

- Imagem da empresa danificada
- Desconfiança de parceiros, investidores e clientes
- Dificuldade de atrair ou reter talentos



Estratégicas

- Perda de competitividade
- Travamento de projetos
- Atraso em inovações

QUANDO O RISCO VIRA PERDA OPERACIONAL

- **Não conformidade**, não gera apenas multa ou autuação; ela **cria indisponibilidade, variabilidade e decisões ruins sob pressão**. A **pergunta estratégica** deixa de ser “quanto custa adequar?” e passa a ser **“quanto custa operar com risco residual e perdas não mensuradas?”**

Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

Visão estratégica integrada

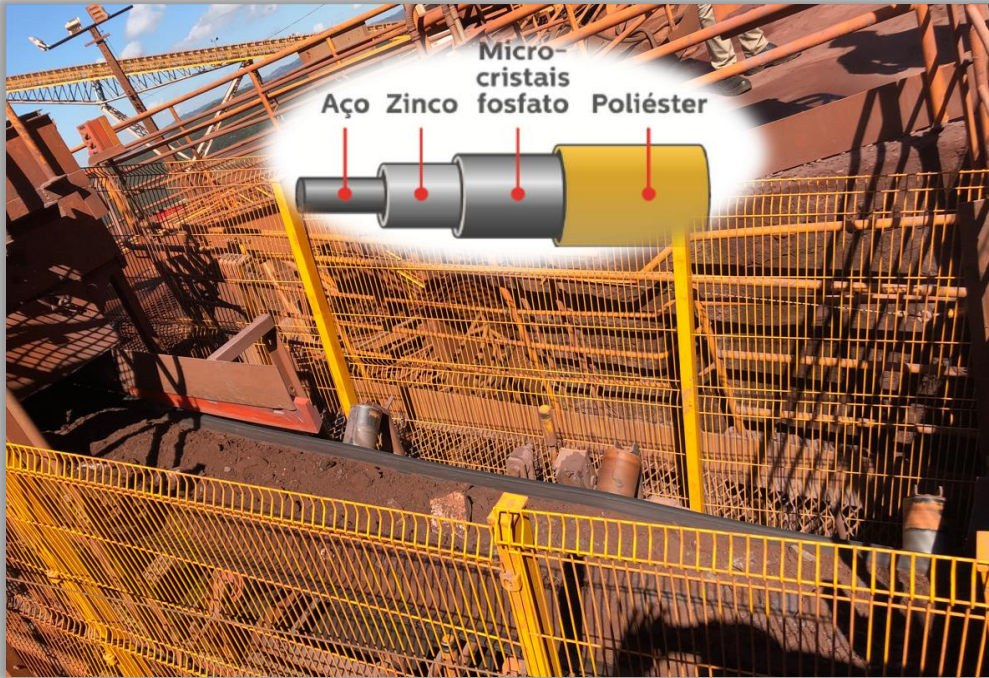


12.5 Sistemas de segurança NR-12

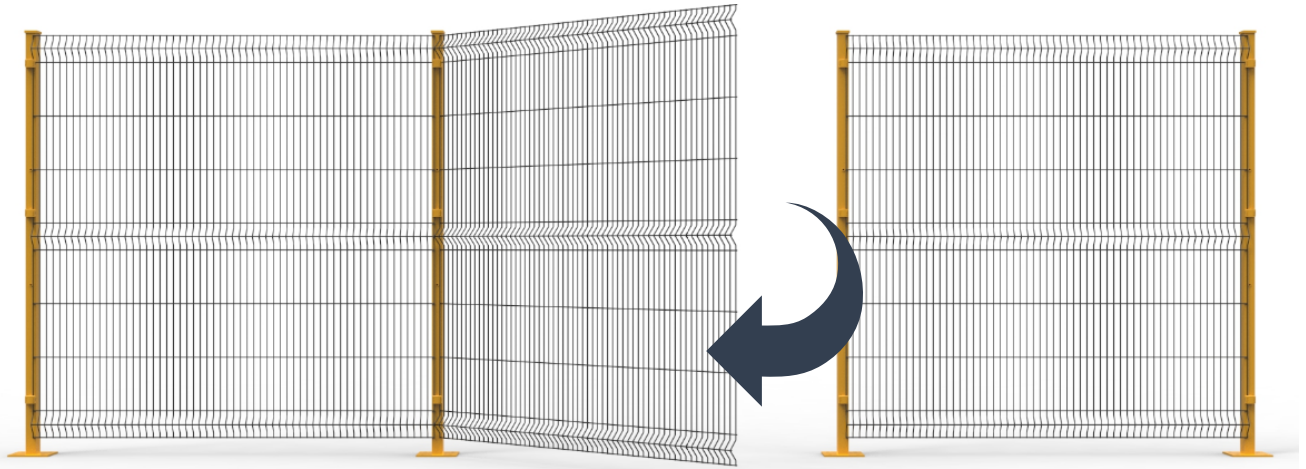
- 12.5.16 As proteções, dispositivos e sistemas de segurança são partes integrantes das máquinas e equipamentos e **não podem** ser considerados itens **opcionais** para qualquer fim.
- 12.5.4 Para fins de aplicação desta NR, considera-se **proteção** o elemento especificamente utilizado para **prover segurança** por meio de **barreira física**, podendo ser:
 - a) **Proteção fixa**, 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;
 - b) **Proteção móvel**, 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.

12.5 Sistemas de segurança NR-12

• 12.5.11 Como devem ser projetadas e construídas as proteções?:



- Ser construído de **materiais resistentes e adequado a projeção de peças, materiais e partículas;**
- **Resistir às condições ambientais onde estão instaladas;**

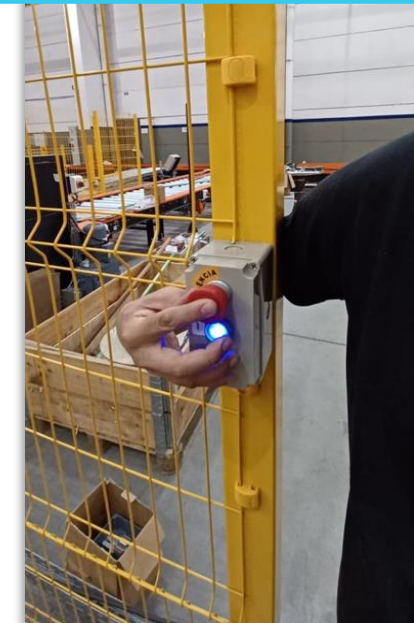
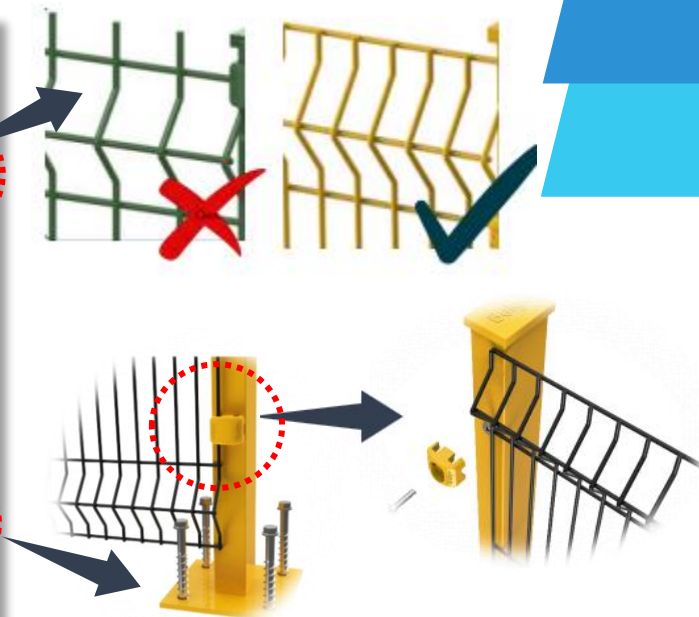
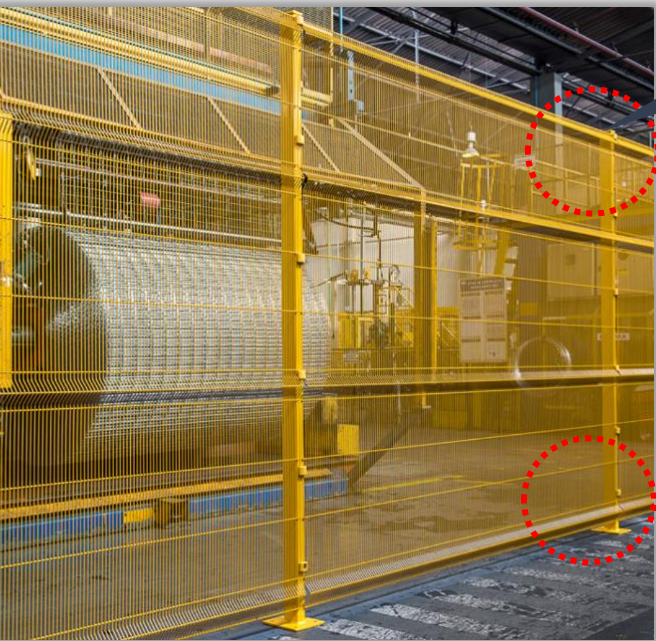


- Possibilitar **reposição das partes deterioradas ou danificadas;**
- Proporcionar **condições de higiene e limpeza;**

12.5 Sistemas de segurança NR-12

• 12.5.11 Como devem ser projetadas e construídas as proteções?:

- **Fixação firme, estável, resistente** aos esforços requeridos;
- **Não possuir extremidades e arestas cortantes** ou saliências perigosas;

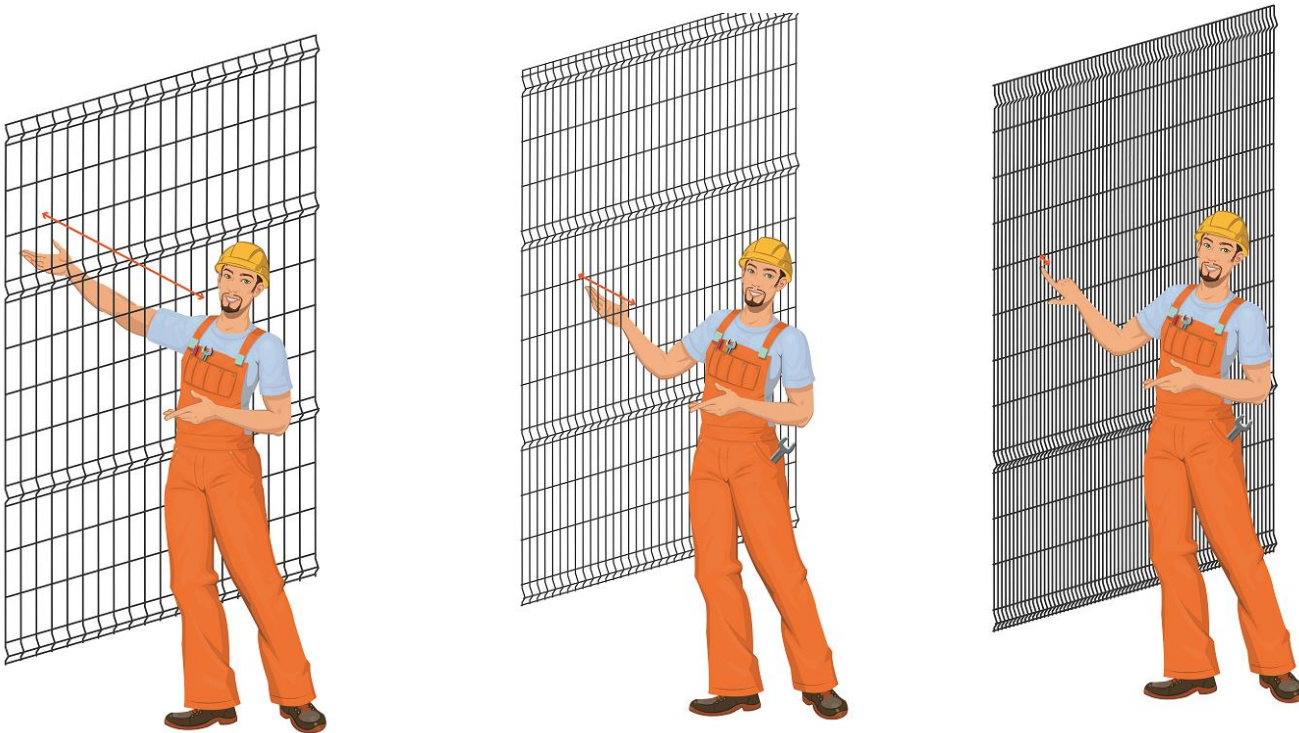


Belgo Soluções
Protec
belgo
arames

- Não criar **pontos de esmagamento** ou agarramento;
- Dificulte-se a burla.

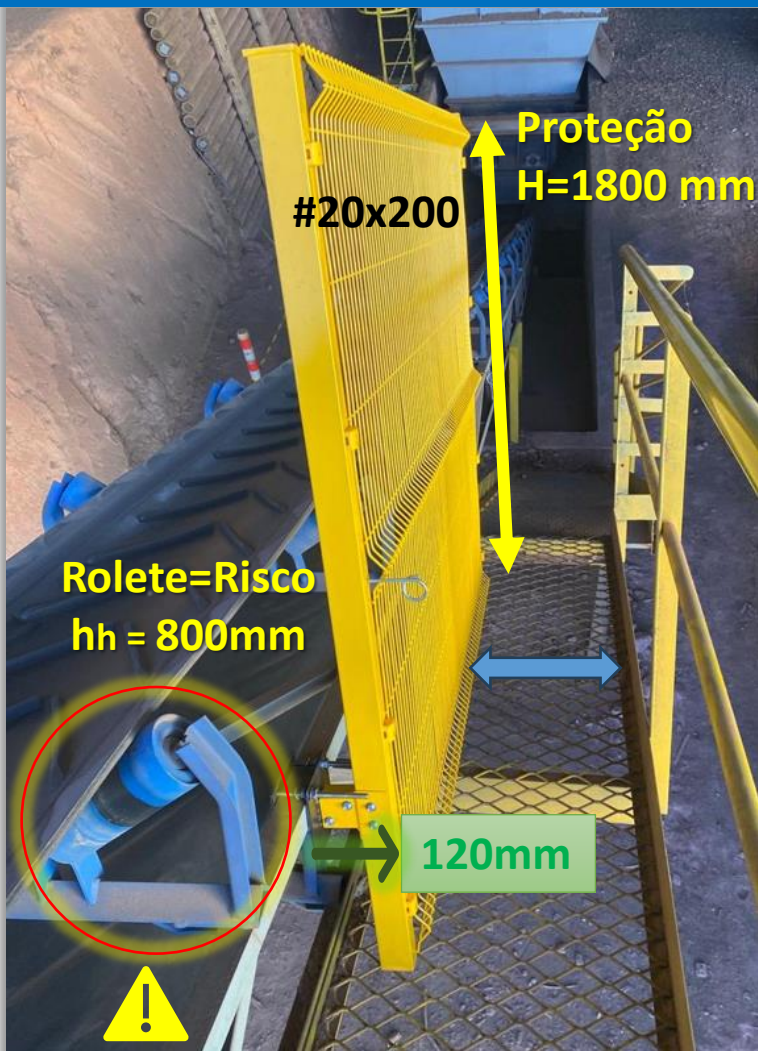
12.5 Sistemas de segurança NR-12

- 12.5.11 Como devem ser projetadas e construídas as proteções?:



- Impedir acesso à zona de perigo;
- Não acarretar riscos adicionais;
- Ter ação positiva;.

Distâncias de seguranças NBR-13857



Dimensões em milímetros

Parte do corpo	Ilustração	Abertura	Distância de segurança à zona de perigo, s_r		
			Fenda	Quadrado	Circular
Ponta dos dedos		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Dedo até a junta articular		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
Mão		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^a$	≥ 120	≥ 120
Braço até a junção com o ombro		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

Tabela 4 - Alcance através de aberturas regulares

h_h , altura do ponto da zona de perigo mais próxima da área de alcance dos membros superiores ^a	Dimensões em milímetros									
	h_{ps} , altura da estrutura de proteção ^{b, c}									
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500	2 700
S_h , distância horizontal do ponto da zona de perigo mais próxima da área de alcance dos membros superiores										
2 700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2 400	1 100	1 000	900	800	700	600	400	300	100	0
2 200	1 300	1 200	1 000	900	800	600	400	300	0	0
2 000	1 400	1 300	1 100	900	800	600	400	0	0	0
1 800	1 500	1 400	1 100	900	800	600	0	0	0	0
1 600	1 500	1 400	1 100	900	800	500	0	0	0	0
1 400	1 500	1 400	1 100	900	800	0	0	0	0	0
1 200	1 500	1 400	1 100	900	700	0	0	0	0	0
1 000	1 500	1 400	1 000	800	0	0	0	0	0	0
800	1 500	1 300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1 400	1 300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1 400	1 200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1 200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1 100	500	0	0	0	0	0	0	0	0

^a Para zonas de risco acima de 2 700 mm, ver 4.2.1.
^b Estruturas de proteção menores que 1 000 mm de altura não estão incluídas, porque elas não restringem suficientemente o movimento do corpo.
^c Não convém que as estruturas de proteção menores que 1 400 mm sejam aplicadas sem medidas de proteção adicionais.

Tabela 2 - Alcance sobre estruturas de proteção

Como implementar uma proteção física eficiente?



➤ Daqui a 5 anos, se sua planta passar por uma expansão ou mudança de layout, as proteções atuais acompanham a mudança ou viram sucata?



➤ Se sua linha de produção fosse interditada amanhã, qual seria o custo por hora de máquina parada e quantas horas duraria a parada até a regularização?



➤ O operador consegue executar suas tarefas de forma eficiente e segura, sem precisar contornar ou burlar a proteção?



➤ A proteção reduz interrupções não programadas causadas por falhas operacionais?



➤ Houve redução de paradas por acidentes ou incidentes após a adequação?



➤ Quanto tempo é despendido em intervenções não planejadas, decorrentes da exposição a riscos?



➤ Houve redução de afastamentos ou acidentes?

Solução modular – Eficiência e vantagens



Modularidade

Proteção modular reduz complexidade em projetos e possibilita maior padronização.



Flexibilidade em campo

Corte e dobra, sem solda *in loco*. Adaptável a geometrias irregulares, acompanha mudanças de layout.



Solução modular – Eficiência e vantagens



Alta visibilidade

Painel aramado permite inspeção visual sem exposição ao risco.
Favorece manutenção preventiva.



Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

Solução modular – Eficiência e vantagens



Agilidade na instalação

Remoção/reposição rápida, por meio de acessórios de retirada ágil, favorece a manutenção e reposição de peças, ergonomia e ganhos de produtividade.



Belgo Soluções
Protec

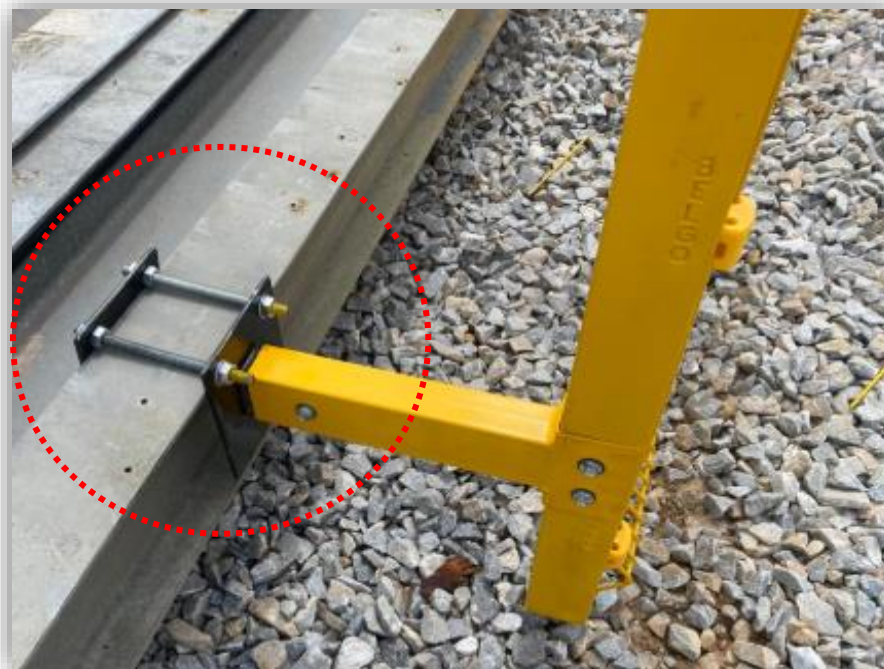
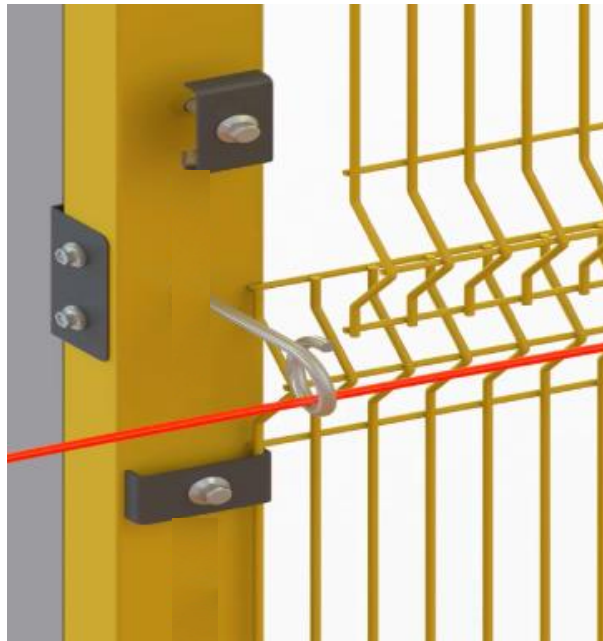
belgo
arames

Solução modular – Eficiência e vantagens



Agilidade na instalação

Sistemas de fixação que dispensam solda e que evitam perda de peças reduzindo o tempo de máquina parada e exposição ao risco.



Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

Solução modular – Eficiência e vantagens



Agilidade na instalação

Proteções móveis com sistemas de dobradiças reversíveis, possibilitando instalação com abertura lateral direita ou esquerda, conforme requisitos do layout e operação.



Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

Solução modular – Eficiência e vantagens



Alta durabilidade

Aço carbono galvanizado: vida útil >5 anos, resiste a intempéries e impactos, não inflamável, permite ventilação.



Custo-benefício elevado

Menos paradas e manutenções, menos substituições, maior previsibilidade, menor risco, maior vida útil do equipamento, eficiência operacional e produtividade.

Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

Aplicações de barreiras físicas NR-12 – Caso 1

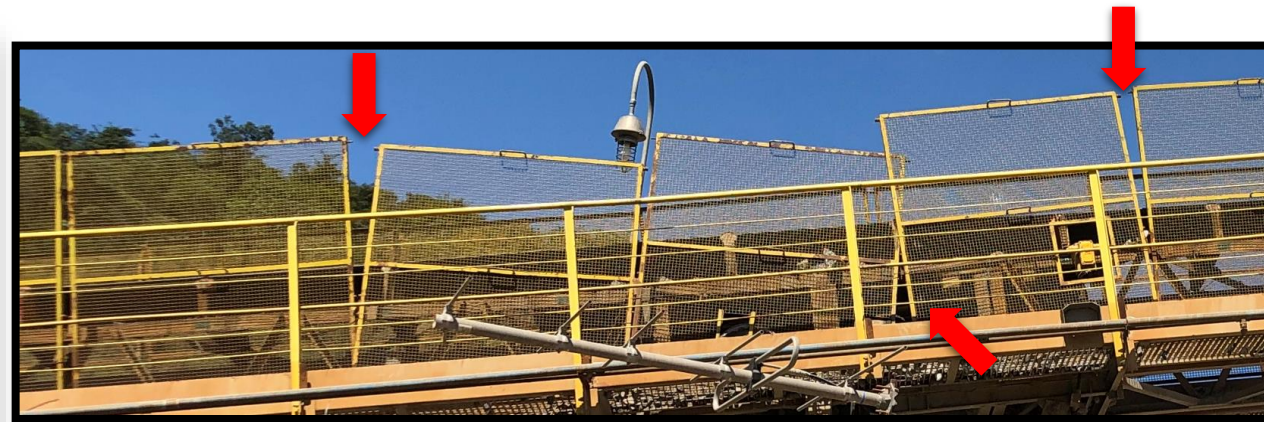
NR 12 - Impedir acesso à zona de perigo

⚠ Vãos e aberturas permitem acesso às partes móveis: risco de esmagamento, corte, aprisionamento de membros.



NR 12 - Possibilitar reposição das partes deterioradas ou danificadas

⚠ Serralheria customizada (requadro + tela soldada): não propicia substituição e reposição rápida, eficiente e padronizada.



Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

Aplicações de barreiras físicas NR-12 – Caso 1



NR 12 - Proporcionar condições de higiene e limpeza



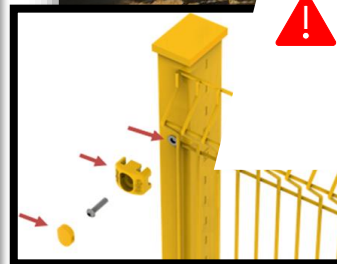
Fixação inadequada pode romper, não facilita retirada da proteção para limpeza/manutenção, propicia acúmulo de partículas na base e deslocamento da proteção, além de projetá-las para a área de circulação, ofertando risco adicional (tropeço/queda).



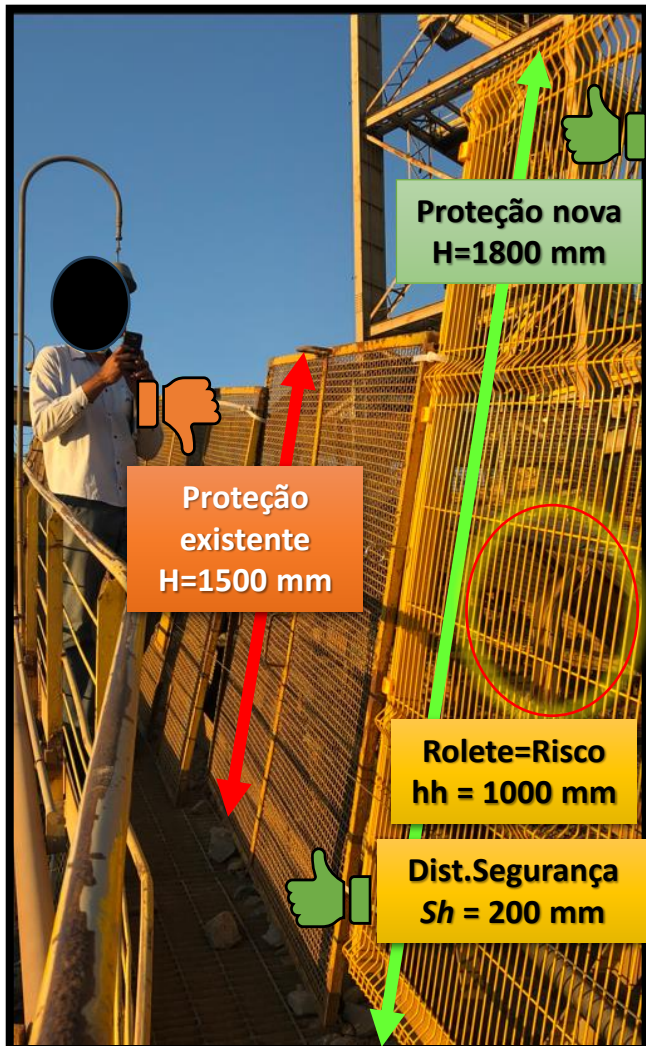
NR 12 - Não acarretar riscos adicionais



Proteção existente risco ergonômico e mecânico: dimensão, peso e pontos de apoio sem manuseio seguro, operador vulnerável ao aprisionamento e esmagamento de membros.



Aplicações de barreiras físicas NR-12 – Caso 1



NR 12 – Atender aos requisitos estabelecidos nas normas técnicas oficiais vigentes



NBR ISO 13857 - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores e inferiores.

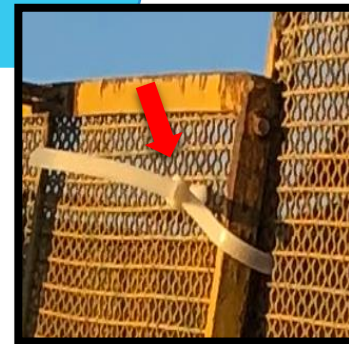
A altura da proteção existente em relação à zona de risco, não atende ao disposto na Tabela 2, permitindo acesso ao risco pelos membros superiores.

NR 12 - Fixação firme, estável, resistente aos esforços requeridos



Fixação por meio de abraçadeiras plásticas não aplicáveis, sem resistência e estabilidade adequadas ao conjunto.

NR 12 exige que proteções sejam fixadas por meio de elementos que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas, o que não se aplica às abraçadeiras plásticas.



ações
tec **belgo**
arames

Análise de eficiência e impacto operacional – Caso 1

Custo de ciclo de vida

ANTES

Serralheria customizada: (requadro metálico + tela soldada)
Encarece custo de MO e aumenta prazos.

DEPOIS

Módulos padronizados (sem requadro): adaptáveis (corte e dobra *in loco*), dispensam projeto de montagem, permitem fácil rápida reposição.

Tempo de máquina parada

ANTES

Elementos de fixação inadequados. Solda e adaptações locais aumentam tempo de intervenção (recorrente e corretiva). Malha com baixa visibilidade (aumento de microparasas)

DEPOIS

Elementos de fixação permitem instalação/remoção rápida e segura. Malha favorece inspeção visual, detectando riscos antecipadamente. Intervenções planejadas.

Risco operacional

ANTES

Proteção sem conformidade (NR-12) mantém risco residual (zonas de perigo continuam acessíveis)
Incentiva a burla.
Potencial para acidente de trabalho.

DEPOIS

Proteção modular efetiva reduz riscos: impede acesso, reduz resistência operacional e burla. Inspeção visual sem exposição. Conformidade legal garantida.

Produtividade

ANTES

Variabilidade reduz previsibilidade: manutenções e substituições improvisadas. Auditoria vulnerável: ausência de rastreabilidade.

DEPOIS

Módulos com controle de acesso. Manutenção planejada e rastreável. Sistema auditável. Estabiliza performance da operação.

Aplicações de barreiras físicas NR-12 - Caso 2



NR 12 - Impedir acesso à zona de perigo

- ⚠️ **Proteção plástica existente:** vãos e aberturas que permitem acesso às partes móveis, com risco de esmagamento, corte, aprisionamento de membros.

NR 12 - Ser construído de materiais resistentes e adequado a projeção de peças, materiais e partículas. Resistir às condições ambientais onde estão instaladas.

- ⚠️ **Proteções plásticas:** baixa durabilidade (média 3 anos), suscetível à ressecamento e ruptura (sensível à intempéries e condições adversas) comprometendo a segurança.
- ✅ **Proteções modulares em aço carbono** têm alta durabilidade (superior a 5 anos) - Substituições/manutenções menos frequentes, redução de custos.

Aplicações de barreiras físicas NR-12 - Caso 2

NR 12 - Dificulte-se a burla

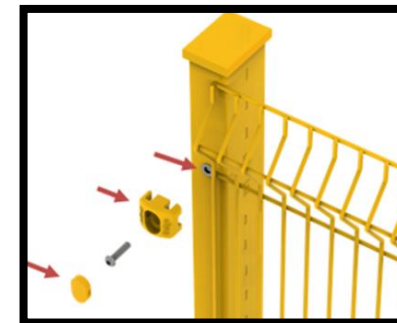


NR-12: PROTEÇÃO FIXA deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas.

Barreira física plástica existente não atende: sistema de fixação tipo "guilhotina", o que permite que permaneça em sua posição e/ou seja retirada manualmente na ausência de elementos de fixação.



Atende aos requisitos da NR 12



Belgo Soluções
Protec
belgo
arames

Aplicações de barreiras físicas NR-12 - Caso 2

**NR 12 - Proporcionar condições de higiene e limpeza;
Não acarretar riscos adicionais.**



Barreira física plástica existente:

- **Trama mais fechada:** baixa visibilidade, dificultando inspeções preventivas e limpezas superficiais.
- Bloqueio de fluxo de ar: compromete resfriamento de equipamentos específicos;
- Inflamável;
- Composição plástica: pode causar irritação cutânea/respiratória, mediante tempo e ambiente de exposição (fuligens, partículas finas, vapores).



Proteções modulares em aço carbono: malha com alta visibilidade, favorece a inspeção visual sem exposição ao risco.

Proteção
modular aço
carbono

Proteção
plástica



Belgo Soluções
Protec
belgo
arames

Análise de eficiência e impacto operacional

Custo de ciclo de vida

ANTES

Proteção Plástica: baixa vida útil, resseca/rompe (~ 3 anos).
Substituições: grande volume no curto prazo (custo elevado).

DEPOIS

Módulos aço carbono galvanizados: alta durabilidade (> 5 anos), substituições pontuais e menos frequentes (redução custos).

Tempo de máquina parada

ANTES

Sistema de fixação inadequado.
Adaptações locais aumentam tempo de intervenção (recorrente e corretiva).
Trama fechada: baixa visibilidade (aumento de microparas) (aumento de microparas)

DEPOIS

Sistema de fixação permite instalação/remoção rápida e segura. Malha favorece inspeção visual, detectando riscos antecipadamente. Intervenções planejadas.

Risco operacional

ANTES

Proteção sem conformidade (NR-12) mantém risco residual (zonas de perigo continuam acessíveis)
Incentiva a burla (sistema guilhotina / encaixe).
Potencial para acidente de trabalho.

DEPOIS

Proteção modular efetiva reduz riscos: impede acesso, reduz resistência operacional e burla. Inspeção visual sem exposição. Conformidade legal garantida.

Produtividade

ANTES

Malha fechada: superaquecimento, menor vida útil e eficiência do equipamento.
Risco elevado de paradas e interdições.

DEPOIS

Malha favorece a ventilação, contribuindo com a eficiência operacional.

Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

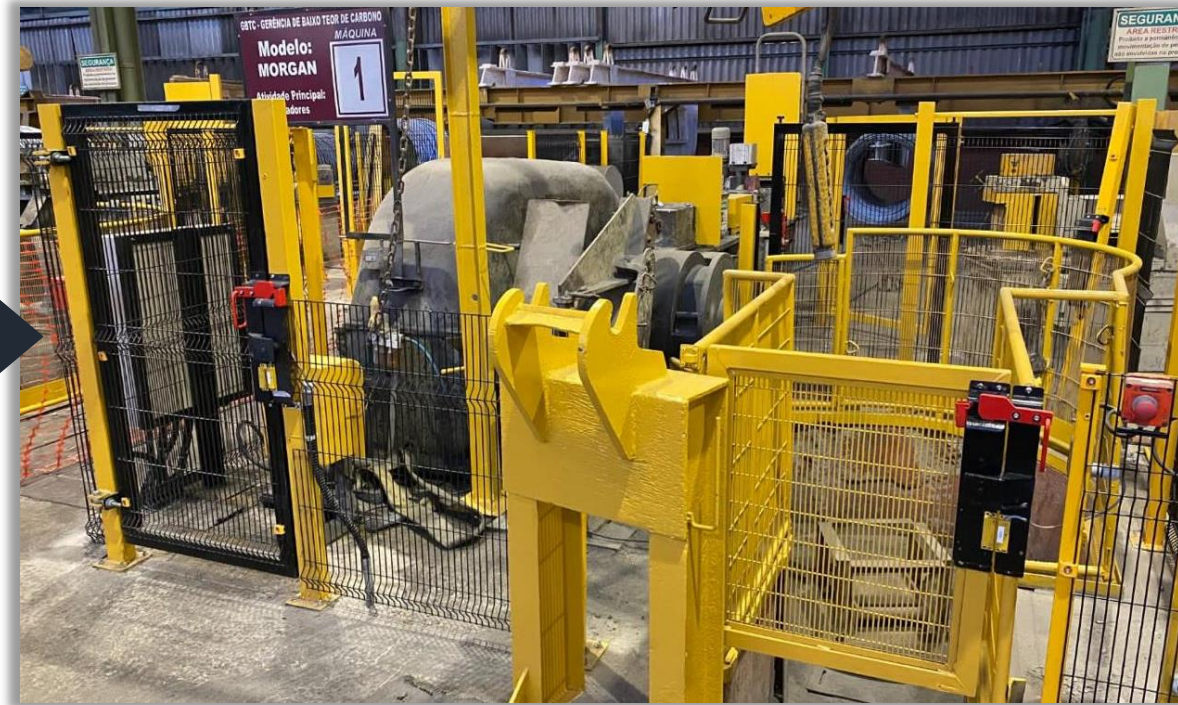
Aplicações de barreiras físicas NR-12 – Caso 3

⚠ **SITUAÇÃO:** equipamento operando com partes móveis expostas, ausência de barreira física adequada, operador exposto ao risco.

✅ **SOLUÇÃO:** Adequação NR-12 – Instalação de proteção física modular em aço carbono + sistemas de segurança integrados.



ANTES



DEPOIS

Análise de eficiência e impacto operacional – Caso 3

Custo de ciclo de vida

ANTES

Alta probabilidade de custos com acidentes: indenização, honorários, paradas, laudo, interdição, seguro e reputação.

DEPOIS

Proteção física reduz risco de acidentes e afastamentos.
ROI (retorno investimento) da segurança percebido como aumento de receita.

Tempo de máquina parada

ANTES

Manutenção sem planejamento e controle de acesso, sob critério da atenção do operador.
Paradas não programadas afetam disponibilidade da máquina.

DEPOIS

Manutenção segura, planejada e controlada.
Redução de tempos de parada (inclusive por acidentes).
Disponibilidade previsível.

Risco operacional

ANTES

Operador em contato direto com partes móveis em cada turno.
Falha humana, risco de acidentes.
Probabilidade alta e crescente com tempo de exposição acumulado.

DEPOIS

Proteção física (conformidade NR-12) elimina contato direto com a zona de risco.
Dispositivos de segurança garantem parada automática ao acessar risco.
Maior confiabilidade operacional.

Produtividade

ANTES

Operador sob tensão constante — foco dividido entre produção e risco de acidente.
Impossibilidade de auditoria.

DEPOIS

Ambiente seguro: operador com foco em produção.
Área organizada, auditável.

A **PROTEÇÃO FÍSICA** não é apenas uma **BARREIRA DE SEGURANÇA**, é uma **VARIÁVEL CRÍTICA DE PERFORMANCE OPERACIONAL**.

Belgo Soluções
Protec

belgo
arames

Sua empresa toma decisões de segurança estratégicas?

-  ➤ Na última auditoria de segurança na sua planta, foram identificadas não conformidades (NR-12)?
-  ➤ Quantas máquinas da sua planta estariam aptas a operar sem risco de interdição se houvesse uma fiscalização surpresa?
-  ➤ Já vivenciou ou conhece algum caso de acidente causado por proteção física inadequada ou inexistente?
-  ➤ Quanto sua empresa investe anualmente em adequações preventivas? E se houve, qual foi o valor desembolsado no último acidente, autuação ou embargo?
-  ➤ Conhecendo todos os riscos, ainda assim, o que limita sua empresa a se adequar? Orçamento, falta de prioridade, ausência de direcionamento técnico?

A CONFORMIDADE NÃO É O OBJETIVO FINAL, É O CAMINHO. O OBJETIVO PRINCIPAL É GARANTIR A CONTINUIDADE DO NEGÓCIO, PROTEGENDO PESSOAS, OPERAÇÕES E RESULTADOS.

Rodrigo Viana

Executivo de negócios

rodrigo.gomes@belgo.com.br



Obrigado!

Belgo Soluções
Protec

belgo
arames