

Misturadores de argamassa (argamassadeiras)

Ricardo Silveira da Rosa

Auditor-Fiscal do Trabalho

Secretaria de Inspeção do Trabalho

Contextualização

- Misturadores de argamassa ou argamassadeiras são máquinas amplamente utilizadas na indústria da construção, para o preparo de argamassas em geral, a partir de matérias primas como água, cimento, areia e cal hidratada.
- Há relatos de acidentes causados por contato dos membros superiores do trabalhador com o eixo misturador da máquina, através da abertura (geralmente superior) de alimentação da matéria-prima, acidentes causados pelo impacto de proteções pesadas, não travadas, sobre o trabalhador, bem como choques elétricos.
- Os misturadores de argamassa novos, comercializados em lojas de equipamentos para construção e plataformas digitais, e os locados por empresas especializadas, possuem proteções fixas e proteções móveis intertravadas, muitas vezes em desacordo com a NR-12 e normas técnicas oficiais vigentes, especialmente a ABNT NBR ISO 12100:2013, a ABNT NBR 14153: 2022 e a ABNT NBR ISO 14119:2021.





Requisitos de segurança - Medidas de proteção coletivas - Sistemas de segurança

- **Proteções fixas e/ou proteções móveis com intertravamento para impedir o acesso das mãos e dedos a movimentos perigosos do eixo misturador e outras partes móveis, pela abertura (geralmente superior) de entrada de matérias-primas e pela abertura de saída do material processado (observar distâncias de segurança);**
- **Função de parada relacionada à segurança, provocada pela abertura da proteção móvel intertravada principal, com redundância e monitoramento;**
- **Proteções fixas e/ou proteções móveis intertravadas nas transmissões de força;**
- **Elementos de fixação (por exemplo, parafusos e porcas) de proteções fixas devem permanecer presos à máquina ou à proteção, quando removida ou aberta, e devem exigir o uso de ferramenta para sua abertura;**

Requisitos de segurança - Medidas de proteção coletivas - Dispositivos de partida e parada

- **Trava mecânica de retenção da proteção móvel** (grade superior), para evitar o movimento de retorno acidental quando aberta;
- **Dispositivos de partida e parada apropriados**, como botoeira e contatores, **que impeçam o funcionamento automático da máquina ao ser energizada** e o acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;
- **Sistema para o bloqueio do acionamento por pessoas não autorizadas** (por exemplo, com chave ou cadeado);
- **Dispositivos de parada de emergência acessíveis ao operador** em seu posto de trabalho e a outras pessoas, que desligue a energia do motor elétrico e provoque a parada dos movimentos perigosos em tempo tão reduzido quanto possível;

Requisitos de segurança - Medidas de proteção coletivas - Instalações e dispositivos elétricos

- **Plugue com pino de aterramento elétrico** da carcaça, invólucros, blindagens ou partes condutoras que possam ficar sob tensão (caso a máquina seja ligada diretamente na rede de alimentação, deve possuir dispositivo para o isolamento da energia elétrica que permita o bloqueio na posição “desligado”);
- **Circuitos elétricos** projetados com meios e dispositivos que garantam sua blindagem, estanqueidade, isolamento e aterramento, **que atendam aos requisitos de graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)**;
- **Componentes de partida, parada e controles que operem em extrabaixa tensão** de até 25VCA (vinte e cinco volts em corrente alternada) ou de até 60VCC (sessenta volts em corrente contínua);
- **Dispositivo DR de proteção a corrente diferencial-residual.**

Requisitos de segurança - Medidas de proteção administrativas

- **Sinalização de segurança** para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos, as instruções de operação e limpeza e outras informações necessárias para garantir sua integridade física e saúde (por exemplo, sobre não utilizar a máquina em caso de mau funcionamento dos sistemas de segurança);
- **Manual de instruções** com informações relativas à segurança em todas as fases de utilização da máquina, objetivo, claro, em linguagem de fácil compreensão, com ilustrações explicativas, sinais ou avisos referentes à segurança realçados;
- **Capacitação dos trabalhadores** compatível com suas funções, visando à operação, limpeza e demais intervenções na máquina com segurança;
- **Procedimentos de segurança** para a operação, limpeza e demais intervenções na máquina.

Apreciação e redução de riscos

O processo de apreciação e redução de riscos deve obrigatoriamente **contemplar todas as etapas e disposições da ABNT NBR ISO 12100:2013** - Segurança de máquinas - Princípios gerais de projeto - Apreciação e redução de riscos:

- **determinação dos limites da máquina**, considerando seu uso devido, bem como quaisquer formas de mau uso razoavelmente previsíveis;
- **identificação dos perigos e situações perigosas** associadas;
- **estimativa do risco para cada perigo ou situação perigosa**;
- **avaliação do risco e tomada de decisão quanto à necessidade de redução de riscos**;
- **eliminação do perigo ou redução de risco associado ao perigo, por meio de medidas de proteção.**

Requisitos normativos sobre instalações e dispositivos elétricos de máquinas

Aplicam-se ao projeto das instalações e dispositivos elétricos de máquinas, principalmente, as normas técnicas da série 60204 da IEC (International Electrotechnical Commission), entre outras normas técnicas específicas para partes, componentes e tipos de máquinas.

A principal norma técnica sobre o tema é a **ABNT NBR IEC 60204-1:2020 - Segurança de máquinas - Equipamentos elétricos de máquinas - Parte 1: Requisitos gerais**, aplicável a equipamentos e sistemas elétricos e eletrônicos de máquinas não transportáveis à mão durante o trabalho (a partir do ponto de conexão da alimentação elétrica).

Para **instalações elétricas de edificações** (da rede até o ponto de conexão da alimentação elétrica da máquina), **inclusive aterramento**, aplica-se a **ABNT NBR 5410:2004 - Instalações elétricas de baixa tensão**.

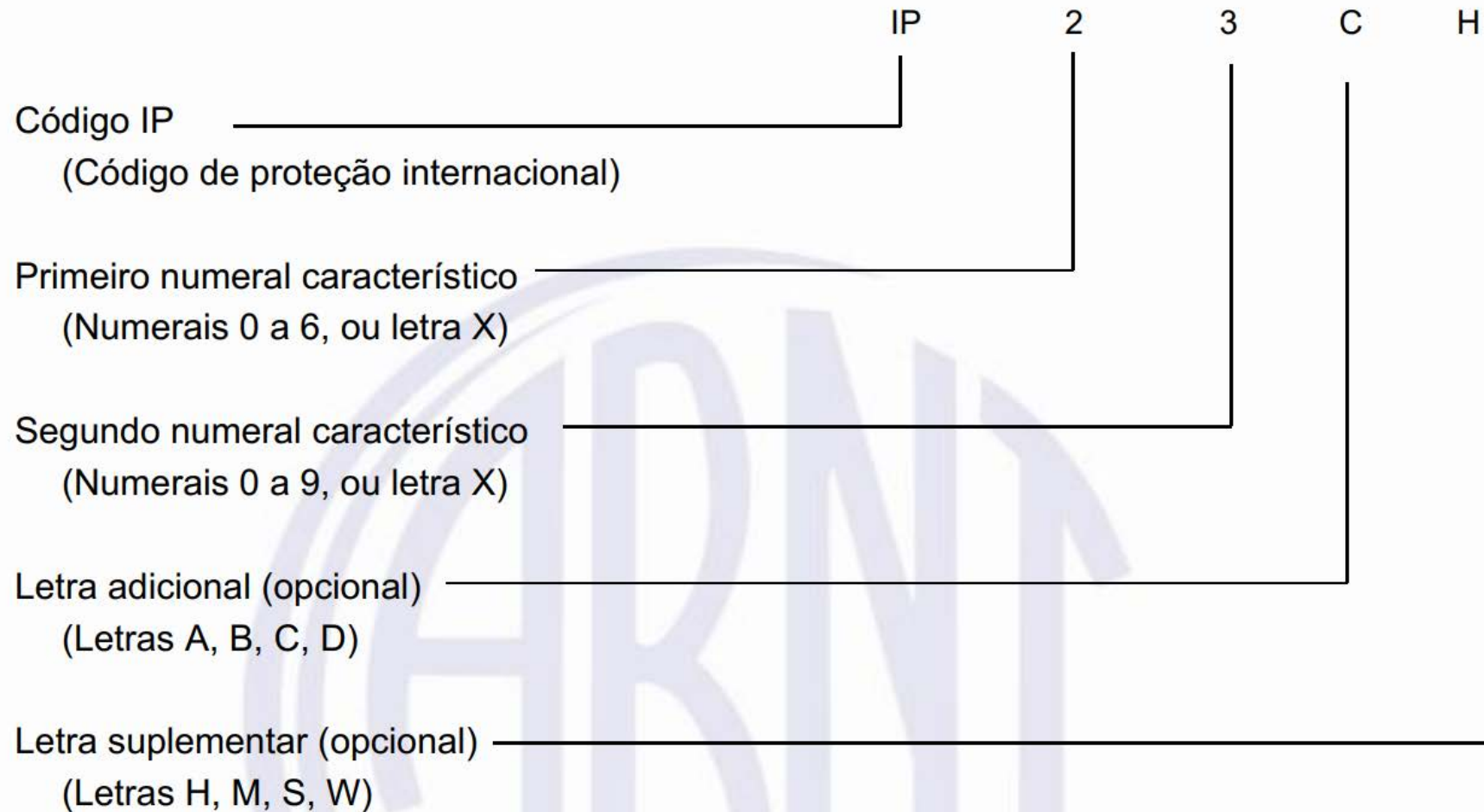
Requisitos normativos sobre instalações e dispositivos elétricos de máquinas

Conforme a NR-12, os circuitos elétricos de comando e potência das máquinas e equipamentos que **estejam ou possam estar em contato direto ou indireto com água ou agentes corrosivos** devem ser projetado com meios e dispositivos que garantam sua blindagem, estanqueidade, isolamento e aterramento, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.

A **ABNT NBR IEC 60529:2017 - Graus de proteção providos por invólucros (Códigos IP)** estabelece definições, requisitos e ensaios para:

- proteção de pessoas contra o acesso às partes perigosas no interior do invólucro;
- proteção dos equipamentos no interior do invólucro contra o ingresso de objetos sólidos estranhos;
- proteção dos equipamentos no interior do invólucro contra os efeitos prejudiciais devido ao ingresso de água.

ABNT NBR IEC 60529:2017 - Disposição do Código IP



Onde não for requerida a especificação de um numeral característico, ele deve ser substituído pela letra "X" ("XX" se ambos os numerais forem omitidos).

ABNT NBR IEC 60529:2017 - Elementos do Código IP

| Primeiro numeral característico | | Contra o ingresso de objetos sólidos estranhos | Contra o acesso às partes perigosas com: | Seção 5 |
|---------------------------------|---|--|--|---------|
| | 0 | (não protegido) | (não protegido) | |
| | 1 | ≥ 50 mm de diâmetro | dorso da mão | |
| | 2 | ≥ 12,5 mm de diâmetro | dedo | |
| | 3 | ≥ 2,5 mm de diâmetro | ferramenta | |
| | 4 | ≥ 1 mm de diâmetro | fi | |
| | 5 | protegido contra poeira | fi | |
| | 6 | totalmente protegido contra poeira | fi | |
| Segundo numeral característico | | Contra o ingresso de água com efeitos prejudiciais | | Seção 6 |
| | 0 | (não protegidos) | — | |
| | 1 | gotejamento vertical | | |
| | 2 | gotejamento (inclinação 15°) | | |
| | 3 | aspersão | | |
| | 4 | projeções d'água | | |
| | 5 | jatos d'água | | |
| | 6 | jatos potentes | | |
| | 7 | imersão temporária | | |
| | 8 | imersão contínua | | |
| | 9 | jatos d'água com alta pressão e temperatura | | |

Requisitos normativos para o projeto de proteções fixas e proteções móveis com intertravamento

- O projeto das proteções deve atender aos **requisitos da ABNT NBR ISO 14120:2023** - Segurança de máquinas - Proteções - Requisitos gerais para projeto, construção e seleção de proteções fixas e móveis.
- Quando utilizadas **distâncias de segurança** como medida de proteção, o projeto das proteções deve indicar claramente as **dimensões e os critérios adotados da ABNT NBR ISO 13857:2021** - Segurança de Máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores e inferiores.

ABNT NBR ISO 13857:2021 - Tabela 4

Tabela 4 – Alcance através de aberturas regulares – Pessoas de 14 anos ou mais

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 |

NOTA As linhas em negrito dentro da tabela delineiam qual parte do corpo tem o seu acesso restrito pelo tamanho da abertura.

^a Se o comprimento da abertura tipo fenda for ≤ 65 mm, o polegar limitará acesso e a distância de segurança pode ser reduzida para ≥ 200 mm.

Exemplos de distâncias de segurança conforme ABNT NBR ISO 13857:2021

Conforme a Tabela 4 da ABNT NBR ISO 13857:2021, há diversas combinações de dimensões para impedir o alcance à zona de perigo. Por exemplo:

- para uma abertura quadrada da grade de 4 cm, ou para uma abertura retangular de 3 x 6,5 cm, a distância de segurança à zona de perigo deve ser maior ou igual a 20 cm;
- para uma abertura quadrada da grade de 3 cm, ou para uma fenda de 2 cm, a distância de segurança à zona de perigo deve ser maior ou igual a 12 cm.

IMPORTANTE !!!

As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança da NR-12:

- cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas;
- ter fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos;
- não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;
- resistir às condições ambientais do local onde estão instaladas;
- ter seus dispositivos de intertravamento protegidos adequadamente contra sujeira, poeiras e corrosão, se necessário;
- ter ação positiva (ou ação mecânica direta) e dificultar a burla.

Anexo IV da NR-12 - Glossário

Dispositivo de intertravamento: dispositivo associado a uma proteção, cujo propósito é prevenir o funcionamento de funções perigosas da máquina sob condições específicas (geralmente enquanto a proteção não está fechada), com atuação mecânica (com contato físico), como os dispositivos mecânicos de intertravamento, ou sem atuação mecânica (sem contato físico), como os dispositivos de intertravamento indutivos, magnéticos, capacitivos, ultrassônicos, óticos, e por rádio frequência. Podem ou não ser codificados, a depender da aplicação, e sua instalação deve dificultar a burla por meios simples, como chaves de fenda, pregos, arames, fitas, imãs comuns, objetos metálicos, etc. (ISO 14119).

Anexo IV da NR-12 - Glossário

Dispositivo mecânico de intertravamento: seu funcionamento se dá pela inserção/remoção de um atuador externo no corpo do dispositivo, ou pela ação mecânica direta (ou positiva) de partes da máquina ou equipamento, geralmente proteções móveis, sobre elementos mecânicos do dispositivo. É passível de desgaste, devendo ser utilizado de forma redundante e diversa quando a apreciação de riscos assim exigir, para evitar que uma falha mecânica, como a quebra do atuador ou de outros elementos, leve à perda da função de segurança. Quando exigidos em redundância (dois dispositivos), pode-se aplicar um deles com ação direta de abertura de um elemento de contato normalmente fechado (NF), e o outro com ação não direta de abertura (por ação de mola) de um elemento de contato normalmente aberto (NA), gerando os sinais de parada, dentre outras configurações possíveis - a depender também da interface de segurança utilizada, que pode operar com sinais iguais ou invertidos. (ISO 14119).

Requisitos normativos para o projeto de proteções móveis com intertravamento

- As **proteções móveis dotadas de intertravamento** devem atender aos **requisitos da ABNT NBR ISO 14119:2021** - Segurança de máquinas - Dispositivos de intertravamento associados às proteções - Princípios de projeto e seleção.
- Observar a **ABNT NBR 14153:2022** - Segurança de máquinas - **Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança** - Classificação por **categorias de segurança** (ou, opcionalmente, as ABNT NBR ISO 13849:2019, Partes 1 e 2).

ABNT NBR ISO 14119:2021 - Termos e definições

3.16. dispositivo de intertravamento Tipo 1

dispositivo de intertravamento com interruptor de posição, acionado mecanicamente por atuador não codificado

3.17. dispositivo de intertravamento Tipo 2

dispositivo de intertravamento com interruptor de posição, acionado mecanicamente por atuador codificado

3.18. dispositivo de intertravamento Tipo 3

dispositivo de intertravamento com interruptor de posição acionado sem contato por atuador não codificado

3.19. dispositivo de intertravamento Tipo 4

dispositivo de intertravamento com interruptor de posição, acionado sem contato por atuador codificado

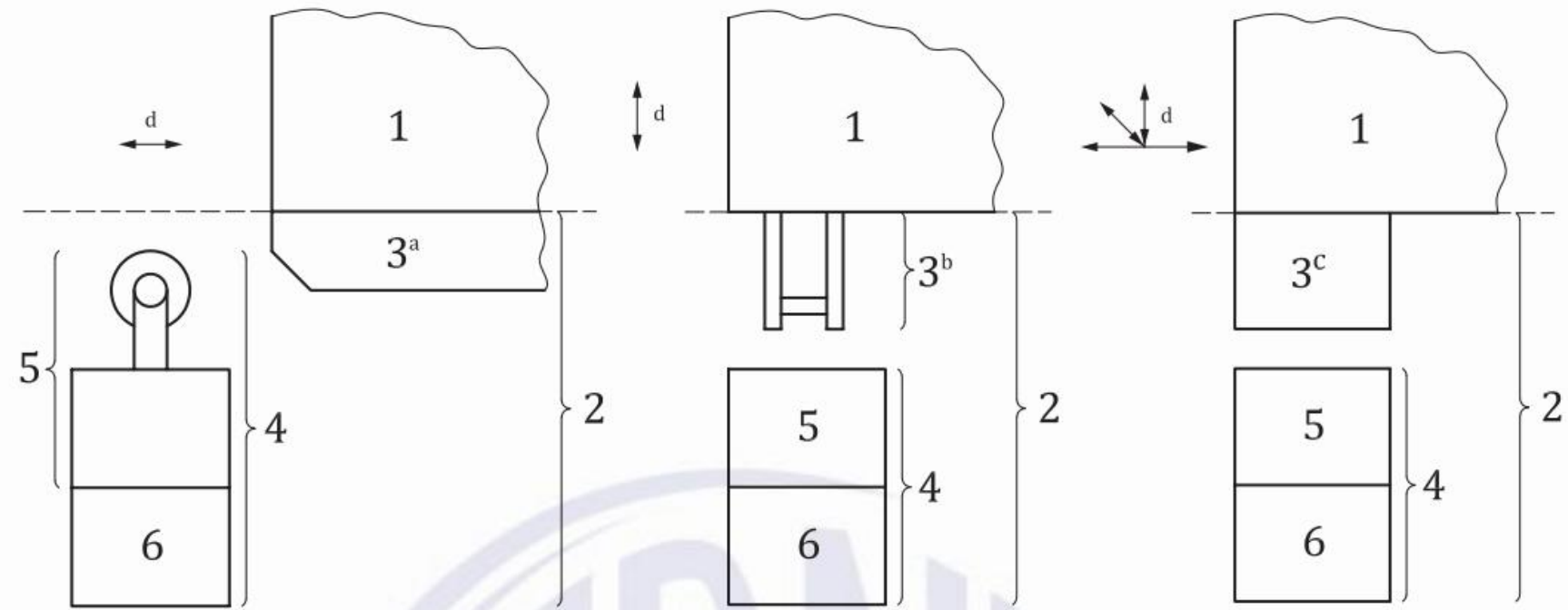
ABNT NBR ISO 14119:2021 - Tabela 1

Tabela 1 – Visão geral dos dispositivos de intertravamento

| Exemplos de princípios de acionamento | | Exemplos de atuadores | | Tipo | Exemplos: ver Anexo ^a |
|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|---|--------|----------------------------------|
| Mecânico | Contato físico/força | Não codificado | Came rotativo | Tipo 1 | A.1 |
| | | | Came linear | | A.2, A.4 |
| | | | Dobradiça | | A.3 |
| | | Codificado | Lingueta (atuador com perfil) | Tipo 2 | B.1 |
| | | | Chave transferível (<i>trapped key</i>) | | B.2 |
| Sem contato | Indutivo | Não codificado | Metal ferroso adequado | Tipo 3 | C |
| | Magnético | | Ímã, solenoide | | |
| | Capacitivo | | Qualquer objeto adequado | | |
| | Ultrassônico | | Qualquer objeto adequado | | |
| | Óptico | | Qualquer objeto adequado | | |
| | Magnético | Codificado | Ímã codificado | Tipo 4 | D.1 |
| | RFID | | Dispositivo RFID codificado | | D.2 |
| | Óptico | | Dispositivo óptico codificado | | – |

^a Exemplos de outros dispositivos de intertravamento são mostrados no Anexo E.

ABNT NBR ISO 14119:2021 - Figura 2



a) Dispositivo de intertravamento Tipo 1 (operado por came não codificada, proteção fechada)

b) Dispositivo de intertravamento Tipo 2 (operado por lingueta codificada, proteção não fechada)

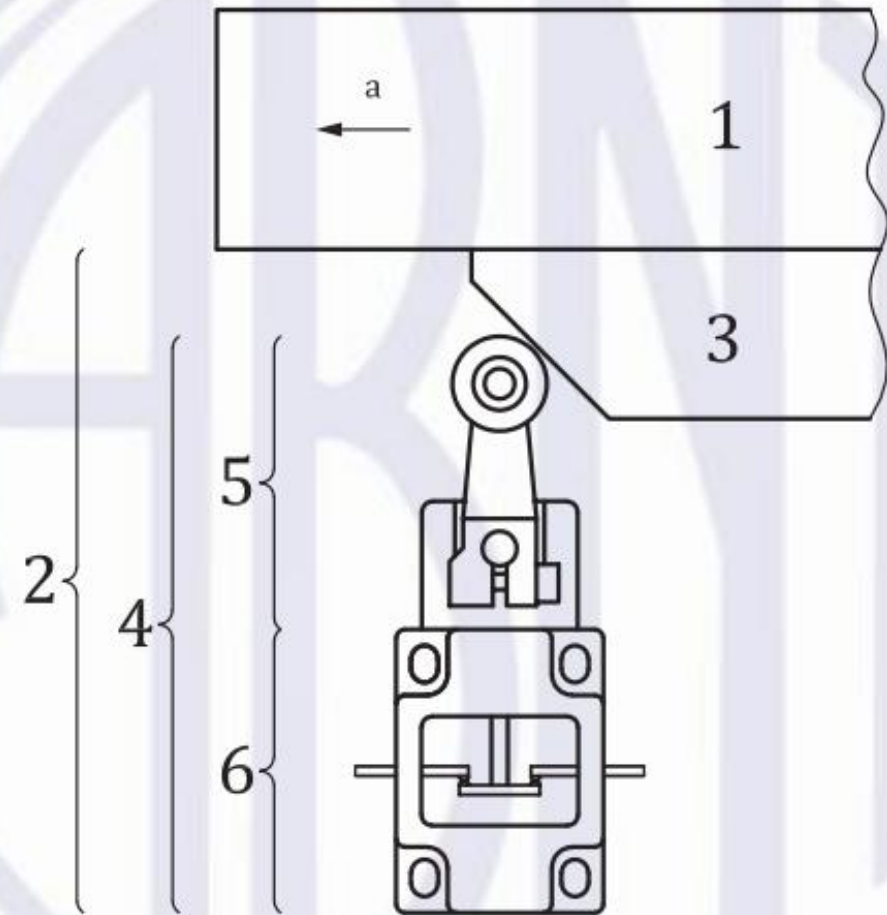
c) Dispositivo de intertravamento Tipo 3 ou 4 (acionado sem contato, não codificado ou codificado, proteção fechada)

Legenda

- 1 proteção móvel
- 2 dispositivo de intertravamento
- 3 atuador
- a Came.
- b Lingueta.

- 4 interruptor de posição
- 5 sistema de acionamento
- 6 sistema de saída
- c Por exemplo, RFID, refletor, superfície adequada.
- d Sentido de movimento.

ABNT NBR ISO 14119:2021 - Figura 1 (exemplo)



Legenda

- | | | | |
|---|--------------------------------|---|------------------------|
| 1 | proteção | 4 | interruptor de posição |
| 2 | dispositivo de intertravamento | 5 | sistema de acionamento |
| 3 | atuador | 6 | sistema de saída |
| a | Sentido de abertura. | | |

ABNT NBR ISO 14119:2021

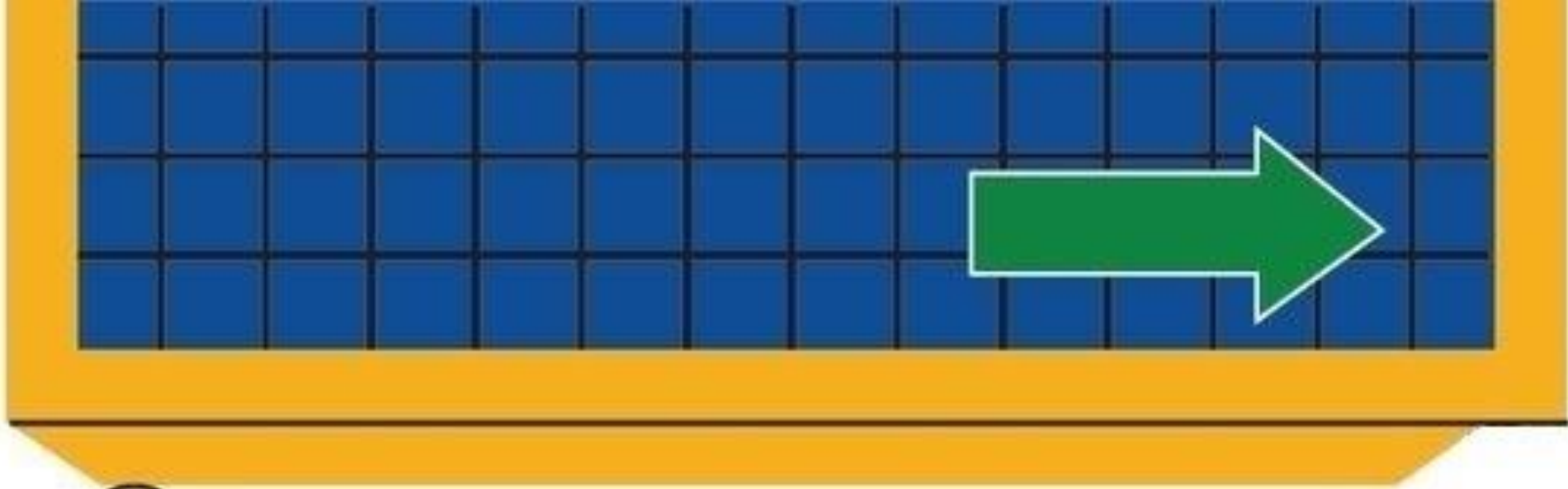
5.4 Modos de acionamento de dispositivos de intertravamento

Quando um único dispositivo de intertravamento Tipo 1 ou Tipo 2 for utilizado para gerar um comando de parada, ele deve ser acionado por ação mecânica direta entre a proteção, o atuador e o sistema de acionamento, e o elemento de contato deve ter ação de abertura direta (ver 3.10, 3.11 e Tabela 2).

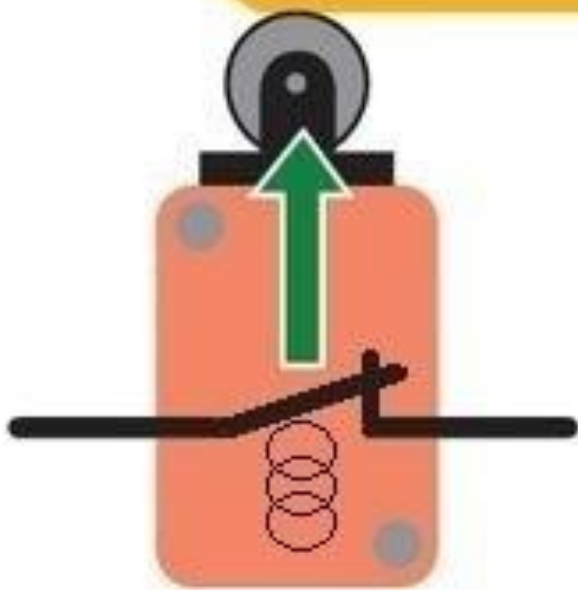
Ação mecânica não direta para um dispositivo de intertravamento Tipo 1 deve ser utilizada somente em conjunto com um dispositivo de intertravamento Tipo 1 ou Tipo 2 com ação mecânica direta entre a proteção, o atuador e o sistema de saída. A combinação de um dispositivo de intertravamento com ação mecânica direta com um segundo dispositivo de intertravamento com ação mecânica não direta evita falhas de causas comuns (ver 8.3).

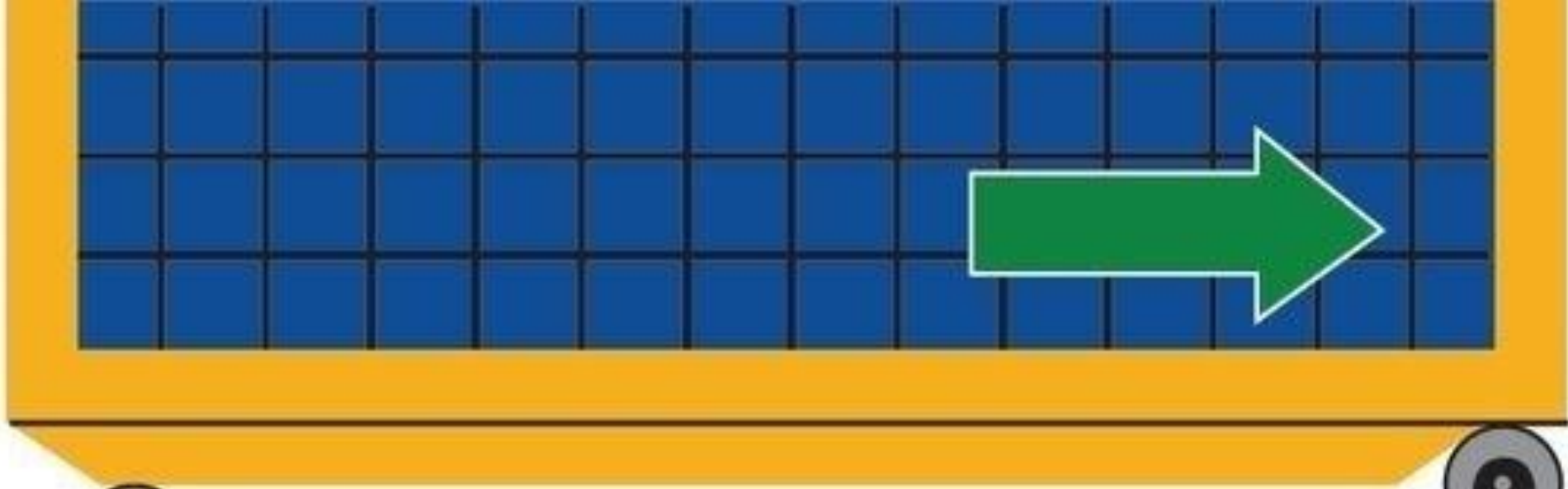
Os dispositivos de intertravamento devem ser acionados de maneira apropriada ao princípio de acionamento do interruptor de posição aplicado.

Se um dispositivo de intertravamento Tipo 3 ou Tipo 4 for o único dispositivo de intertravamento, ele deve atender aos requisitos da IEC 60947-5-3.

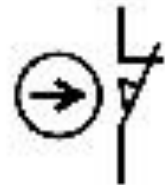
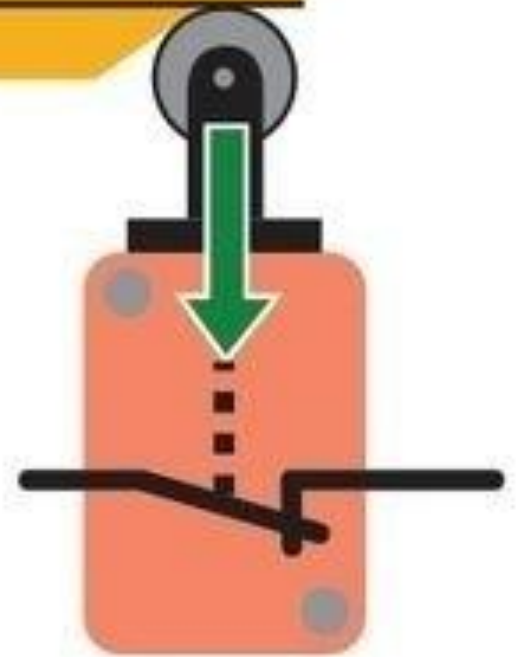
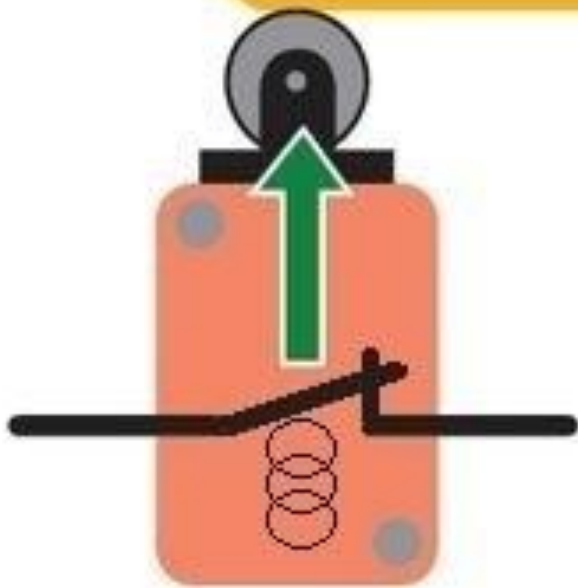


Proteção mostrada fechada



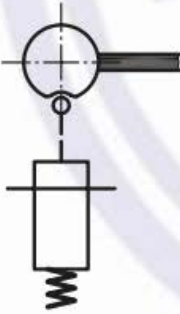
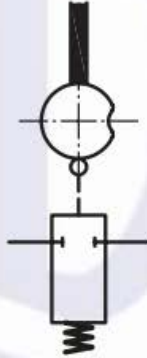
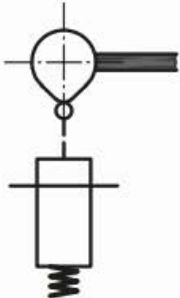
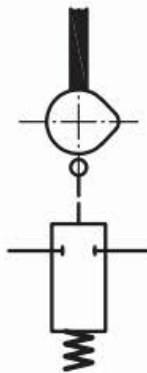


Proteção mostrada fechada

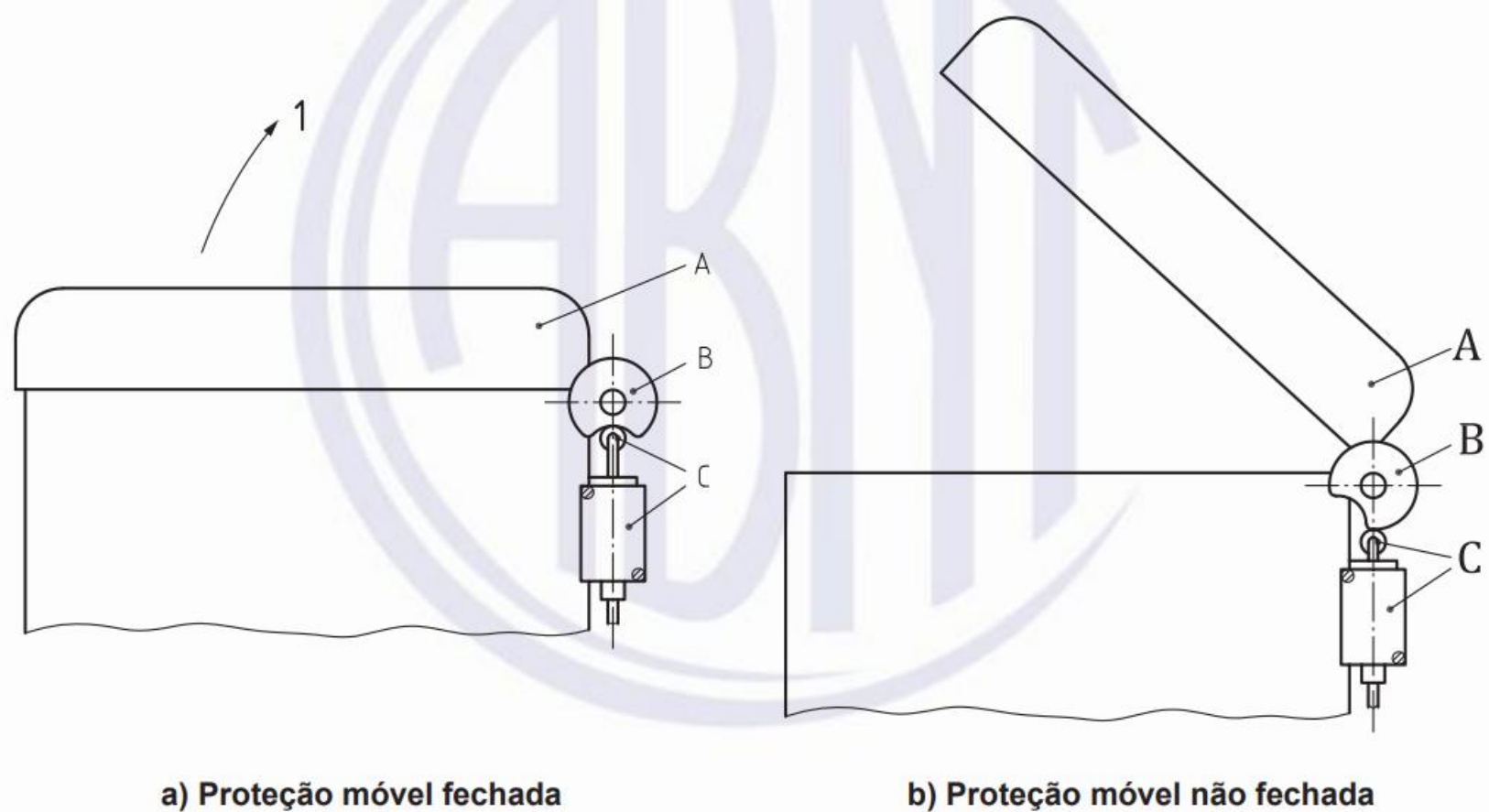


ABNT NBR ISO 14119:2021 - Tabela 2

Tabela 2 – Ação mecânica direta e não direta de dispositivos de intertravamento Tipo 1

| Ação mecânica | Proteção fechada | Proteção não fechada | Modo de operação | Exemplo de comportamento em caso de falha (ver 8.3.2) |
|---------------|--|--|---|--|
| Direta |  |  | <p>O atuador é mantido pressionado pelo came, enquanto a proteção estiver não fechada. Quando a proteção for fechada, o sistema de saída altera o seu estado como resultado da ação da mola de retorno.</p> | <p>O sistema de saída permanece em estado seguro quando a proteção não está fechada, mesmo se a mola romper.</p> |
| Não direta |  |  | <p>O atuador é mantido pressionado por um came, enquanto a proteção estiver fechada. Quando a proteção estiver não fechada, o sistema de saída altera o estado como resultado da ação da mola de retorno.</p> | <p>Se a mola romper, o sistema de saída pode ir para o estado inseguro, mesmo se a proteção não for fechada.</p> |

ABNT NBR ISO 14119:2021 - Anexo A (exemplos)



Legenda

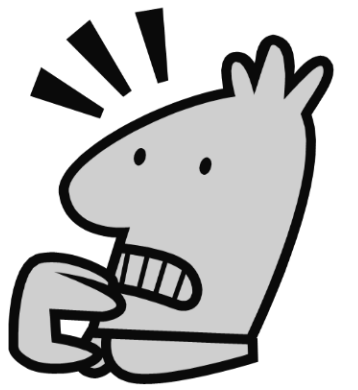
A proteção móvel

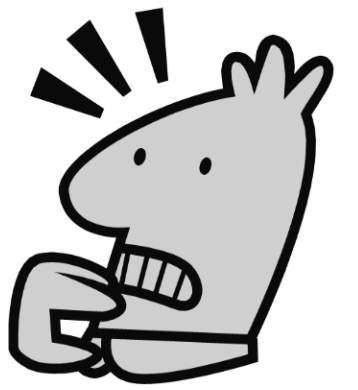
B atuador (came ou excêntrico)

C interruptor de posição

1 sentido de abertura

Figura A.1 – Dispositivo de intertravamento Tipo 1 com interruptor de posição acionado por came rotativo









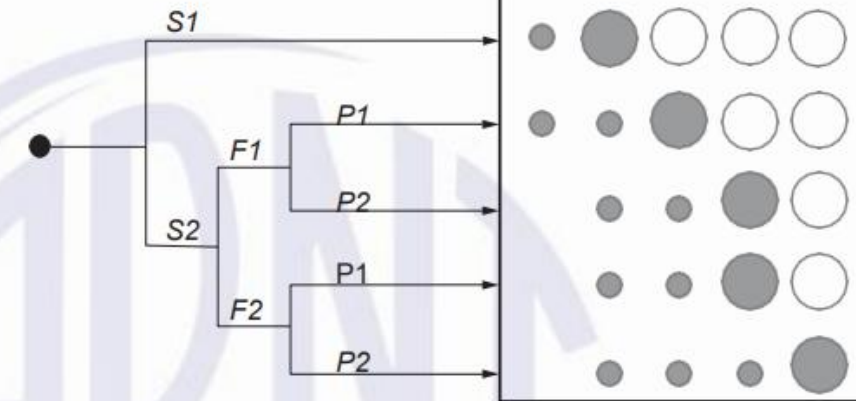
ABNT NBR 14153:2022

- Figura B.1

- A severidade é **S2**, o que se confirma pelas lesões dos acidentes ocorridos;
- A frequência é **F2**, pois o uso da máquina é frequente na maioria dos canteiros de obra, atendendo-se a todas as situações de exposição;
- A possibilidade de evitar o perigo é **P2**, pois quase nunca é possível escapar de uma situação de contato dos dedos, mãos e braços com partes móveis perigosas, sendo elevada a chance de aprisionamento do corpo e progressão do acidente; Portanto:

- A categoria preferencial requerida é 4.

Ponto de partida para a estimativa do risco para partes relacionadas à segurança de sistemas de comando (ver 4.3 passo 3)



S Severidade do ferimento

S1 Ferimento leve (normalmente reversível)

S2 Ferimento sério (normalmente irreversível) incluindo morte

F Frequência e/ou tempo de exposição ao perigo

F1 Raro a relativamente frequente e/ou baixo tempo de exposição

F2 Frequente a contínuo e/ou tempo de exposição longo

P Possibilidade de evitar o perigo

P1 Possível sob condições específicas

P2 Quase nunca possível

B, 1 a 4 Categorias para partes relacionadas à segurança de sistemas de comando

● Categorias preferenciais para pontos de referência (ver 4.2)

● Categorias possíveis que requerem medidas adicionais (ver B.1)

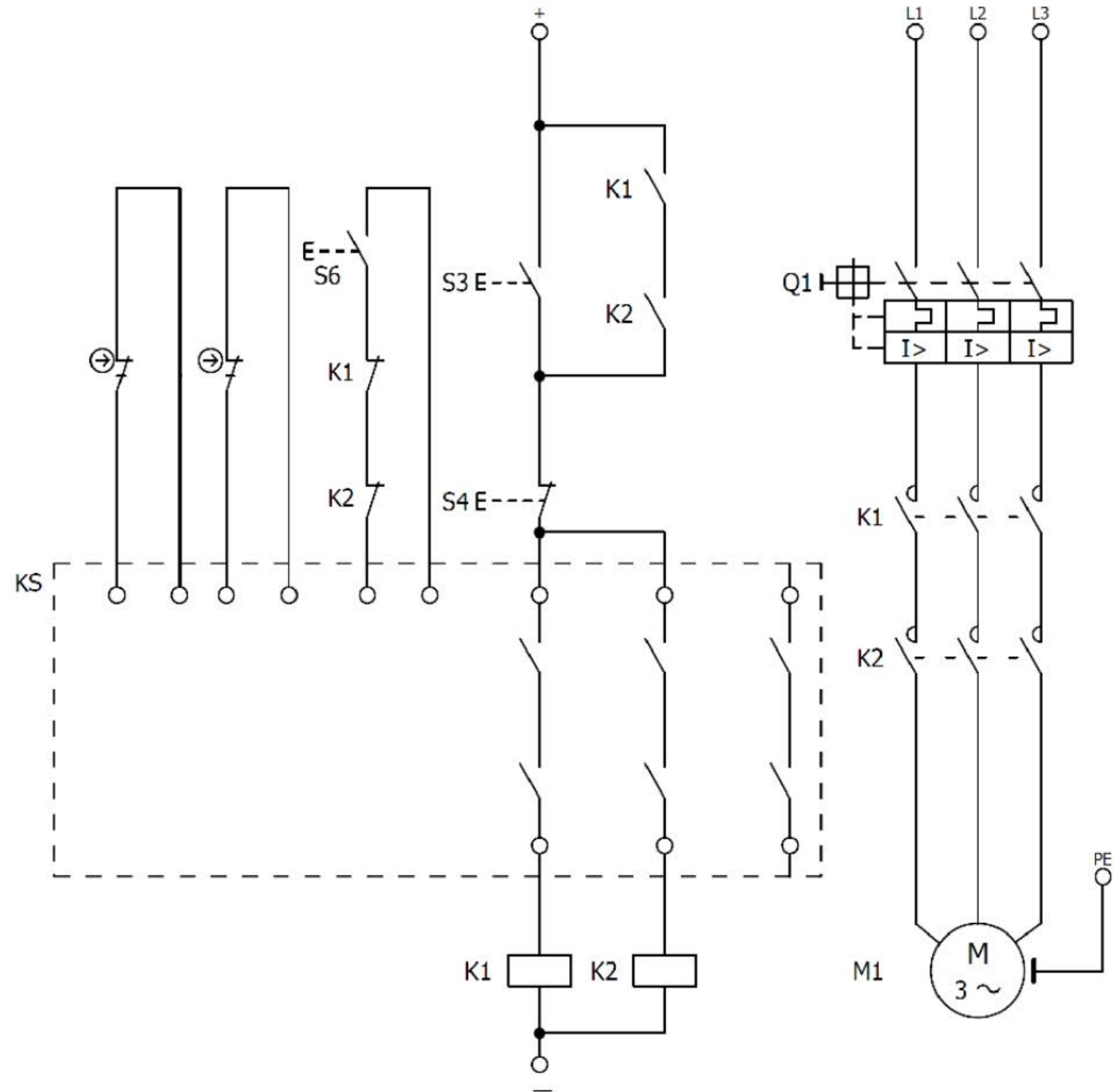
○ Medidas que podem ser superdimensionadas para risco relevante

Exemplo de diagrama elétrico de intertravamento, conforme categoria 4

Entrada: dois dispositivos mecânicos de intertravamento (um canal de cada), conforme diagrama, ou um dispositivo magnético codificado de intertravamento, duplo canal;

Lógica: interface de segurança classificada como categoria 4;

Saída: dois contatores com os contatos de potência ligados em série e os contatos auxiliares (contatos-espelho) ligados no retorno da interface de segurança, em série com o botão de rearme manual.



RELE TÉRMICO
(SOBRECARGA)



EM
FUNCIONAMENTO



PERIGO

RISCO ELÉTRICO
APENAS PESSOAL
AUTORIZADO

LIGA



217v
00A



DESLIGA

EMERGÊNCIA

DESLIGA

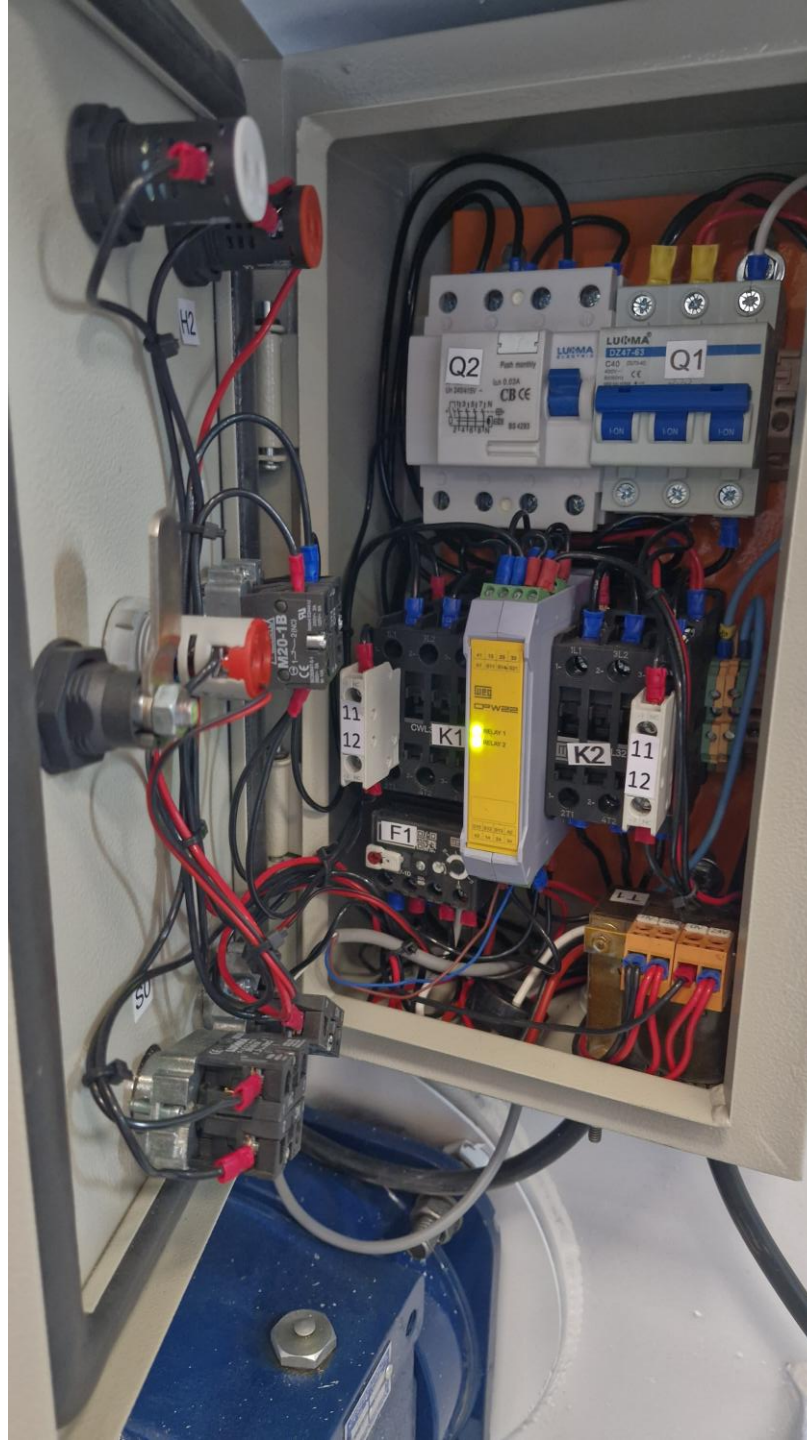
LIGA



5 CV

FIO TERRA USO
OBRIGATÓRIO

220V
TRIFÁSICO



Ricardo Silveira da Rosa

Auditor-Fiscal do Trabalho

Secretaria de Inspeção do Trabalho

✉ ricardo.rosa@trabalho.gov.br