

PGS-004951, Rev.: 00 – 25/11/2021

Diretoria Emitente: Diretoria de Saúde, Segurança e Riscos Operacionais

Responsável Técnico: Rudson Chaves de Souza - Matrícula: 81013387

Público Alvo: 1ª Linha de Defesa

Necessita de Treinamento: (x) SIM () NÃO

SUMÁRIO

1	OBJETIVO	4
1.1	Introdução	4
1.2	Objetivo	4
2	APLICAÇÕES	5
2.1	Aplicabilidade	5
2.2	Legislações	5
2.3	Regulamentações Corporativas	5
2.4	Normas	6
2.5	Exceções	7
3	DEFINIÇÕES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	8
3.1	Referências Internas	8
3.2	Normas e Legislações	8
3.3	Referências Complementares	10
3.4	Definições e Terminologia	10
4	DIRETRIZES PARA MÁQUINAS	12
4.1	Inventário	12
4.2	Novas máquinas	12
4.3	Máquinas Existentes	14
4.4	Modificação de Máquinas	15
5	DIRETRIZES PARA APRECIACÃO DE RISCO	16
5.1	Método de Estimativa de Risco	16
5.2	Estimativa e Avaliação de Risco	18
5.3	Redução de Risco (Método dos 3 passos)	18
6	DIRETRIZES GERAIS DE SEGURANÇA DE MÁQUINAS	20
7	DIRETRIZES PARA SISTEMAS DE SEGURANÇA	23
7.1	Sistemas de Comando	23
7.2	Dispositivos de Controle	24
7.3	Sinalização Sonora e Visual	25
7.4	Dispositivo de partida e parada	26

7.5	Modo de Seleção	26
7.6	Proteção de Segurança	28
7.6.1	Proteções Mecânicas	28
7.6.2	Seleção de Proteções	28
7.6.3	Proteções Fixas.....	30
7.6.4	Proteções Móveis.....	30
7.6.5	Outros Tipos de Proteções.....	32
7.7	Dispositivos de Proteção	33
7.7.1	Equipamento de Proteção Eletro-Sensível (ESPE).....	33
7.7.2	Dispositivos de Proteção Optoeletrônicos Ativos (AOPD).....	33
7.7.3	Tapetes de Segurança e Pisos de Segurança	34
7.8	Distância de Segurança	35
7.8.1	Distâncias de Segurança para Impedir o Acesso de Membros Superiores.....	35
7.8.2	Alcance por Cima de Estruturas de Proteção.....	35
7.8.3	Alcance ao redor	37
7.8.4	Alcance através de aberturas.....	39
7.8.5	Distâncias Seguras Mínimas Entre Partes Móveis que Criam um Risco de Esmagamento	39
7.8.6	Distância de Segurança em Relação à Velocidade de Aproximação.....	40
7.9	Segurança em Sistemas de Fluidos	41
7.10	Dispositivos de Parada de Emergência	42
7.10.1	Botão de Parada de Emergência	43
7.10.2	Chave Tipo Corda de Emergência	44
7.10.3	Dispositivos de Acionamento com o Pé ou Alças de Segurança	45
7.11	Sistema de Comando de Segurança	45
7.11.1	Categorias de Segurança.....	47
7.11.2	Níveis de Desempenho	48
7.11.3	Determinação do nível de desempenho requerido (PLr).....	49
7.11.4	Matriz de especificação relacionada à segurança para projetos de segurança	50
7.12	Fontes de energia	51
7.12.1	Energia Elétrica	51
7.12.2	Energia Pneumática & Hidráulica.....	53
7.13	Partidas Inesperada e Controle de Energia Perigosa	54
7.13.1	Níveis de Exposição a Energia Perigosa.....	55
7.13.2	Medidas de Controle para Evitar uma Partida Inesperada	58
7.13.3	Seccionamento Manual das Fontes de Energias Perigosas (LOTO)	60

7.14	Meio de acesso	61
7.15	Sistema de Sinalização	70
7.15.1	Dimensão de sinalização.....	74
8	LISTA DE ELABORADORES.....	75
9	HISTÓRICO DE REVISÃO	77
10	ANEXOS.....	78
10.1	Anexo A - Diferenças entre países/áreas.....	78
10.2	Anexo B – Determinação do PLr de acordo com a ISO 13849-1.....	81
10.3	Anexo C – Definições de categorias de segurança	82
10.4	Anexo D – Pictogramas de Atenção	85

1 OBJETIVO

1.1 Introdução

A intenção deste documento é especificar as diretrizes mínimas de segurança para prevenir acidentes de trabalho durante todas as atividades relacionadas com máquinas como instalação, comissionamento, operação, manutenção e descomissionamento.

Com este documento, busca-se alcançar o cumprimento regulatório e uma abordagem uniforme global para a proteção de todas as máquinas nas unidades da Vale. Este documento é aplicado para fabricantes e outros fornecedores de máquinas, instalação, operações, manutenção, engenharia e suprimento.

O corpo deste documento descreve as diretrizes gerais que devem ser seguidas. As informações do documento contêm orientações, baseadas nas boas práticas atuais estabelecidas nas normas de segurança internacionais, sobre o método recomendado pela Vale para atingir essas diretivas.

As diretrizes não se limitam às especificadas neste documento. Podem ser necessárias diretrizes adicionais para certos tipos de máquinas, equipamentos e aplicações.

Todas as instalações devem avaliar sua gestão da segurança dos equipamentos de trabalho seguindo as orientações deste documento, a menos que isto não seja relevante para a situação, ou que existam arranjos locais alternativos que ofereçam pelo menos o mesmo nível de segurança. Quando a legislação local requer ou recomenda normas mais rigorosas, estas devem ser aplicadas.

O objetivo deste documento é proteger os trabalhadores dos perigos associados às máquinas e prevenir acidentes e incidentes decorrentes do seu uso no trabalho. Isso será alcançado fornecendo especificações para:

- Certificar-se de que todas as máquinas para uso no trabalho sejam projetadas, fabricadas e modificadas de acordo com as normas de segurança requeridas;
- Certificar-se de que os fornecedores de máquinas levem em conta as diretrizes tratadas neste documento.

1.2 Objetivo

Estabelecer as diretrizes mínimas para proteção de máquinas nas atividades de aquisição, instalação, comissionamento, operação e manutenção para evitar acidentes.

2 APLICAÇÕES

2.1 Aplicabilidade

Este documento se aplica a todas as máquinas novas e existentes nas unidades da Vale e máquinas de contratadas a serviço da Vale:

- Máquinas e instalações fixas ou móveis: novas (novos projetos), existentes e modificadas;
- Máquinas compradas de catálogos de fornecedores, incluindo as adaptadas para a Vale;
- Máquinas fabricadas especificamente para a Vale;
- Modificações realizadas em máquinas e instalações existentes.

2.2 Legislações

As proteções, dispositivos e sistemas de segurança devem estar conforme o previsto em legislação local, e normas técnicas nacionais e internacionais, levando em consideração os aspectos de manutenção e operação.

Este documento não se destina a substituir quaisquer regulamentos ou legislações locais de segurança em máquinas. Estes devem ser atendidos além dos requisitos do RAC 7 (PNR-000069), prevalecendo os itens mais restritivos e seguros. Em caso de requisitos conflitantes, o mais rigoroso deve ser cumprido.

Não há legislação global comum sobre máquinas. Os melhores sistemas de referências são:

- Marcação CE Europeia de máquinas, de acordo com as Diretivas Europeias aplicáveis;
- NR12 Brasileira para máquinas e equipamentos de acordo com a Norma Regulamentadora 12 – Segurança em Máquinas e Equipamentos;
- Certificação TR Russa;
- Certificação CCC Chinesa;
- Certificação UL – Norte Americanas (EUA e Canadá);

Informações adicionais detalhadas sobre legislações de países/áreas de segurança de máquinas estão disponíveis no Anexo A.

2.3 Regulamentações Corporativas

Os tópicos mencionados neste documento corporativo explicam aspectos de segurança de máquinas em termos de normas internacionais de segurança. As normas mencionadas no item 2.4 são exemplos de normas publicadas por organizações de normalização, cuja aplicação depende das características específicas da máquina em questão.

Todas as diretrizes e aspectos mencionados neste documento devem ser seguidos nas aquisições, modificações e avaliações internas de máquinas da Vale.

2.4 Normas

As normas são documentos formais que contêm especificações técnicas ou outros critérios a serem usados de forma consistente como regras, diretrizes ou definições de características, para garantir que materiais, produtos, processos e serviços sejam adequados para sua finalidade.

Internacionalmente, os mais importantes editores de normas de engenharia são a Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) e a Organização Internacional para a Normalização (ISO). As normas EN são aplicadas na Europa pelo CEN (Comitê Europeu de Normalização) e pelo CENELEC (Comitê Europeu de Normalização Eletrotécnica) como uma iniciativa da UE (União Europeia). As normas nacionais são publicadas pelos institutos nacionais de normas. Se uma norma ISO se tornar uma norma EN, seu título se tornará EN ISO. Caso se torne uma norma DIN (German Institute for Standardization - Deutsches Institut für Normung), seu título completo será DIN EN ISO. O mesmo acontece com as normas brasileiras, se uma norma ISO for adotada seu título será NBR ISO.

Nos Estados Unidos e Canadá, o processo de normalização é facilitado pela ANSI (American National Standards Institute) e pelo SCC (Standards Council of Canada), respectivamente. A ANSI e o SCC acreditam Organizações de Desenvolvimento de Normas (SDOs) para a criação de normas que atendam às necessidades da indústria, do governo e dos consumidores. Exemplos de SDOs acreditadas e algumas de suas respectivas normas:

- B11 Standards, Inc. (EUA):
 - ANSI B11.0 - Segurança de Máquinas;
- American Society of Safety Engineers (ASSE - EUA):
 - ANSI/ASSE Z244.1 - Controle de Energias Perigosas - Bloqueio, identificação e Métodos Alternativos;
- Robotic Industries Association (RIA - EUA):
 - ANSI/RIA 15.06 – Robôs e Sistemas Robóticos Industriais – Requisitos de Segurança;
- National Fire Protection Association (NFPA - EUA):
 - NFPA 70 - Código Elétrico Nacional;
 - NFPA 79 - Norma Elétrica para Máquinas Industriais;
- Underwriters' Laboratory (UL - EUA e Canadá):
 - ANSI/CAN/UL 2808 – Equipamento de Monitoramento de Energia;
- Canadian Standards Association (operando como CSA Group - EUA e Canadá):
 - CSA Z432 - Proteção de segurança para máquinas;
 - CSA Z460 - Controle de energias perigosas - Bloqueio e outros métodos;
 - CSA C22.1 - Código Elétrico Canadense, Parte I, Norma de Segurança para Instalações Elétricas;

Rev.: 00 – 25/11/2021

- CSA C22.2 No. 301 – Máquinas elétricas industriais (sob a Parte II do Código Elétrico Canadense).

As Normas podem ser divididas em três categorias principais, conforme mostrado na Figura 1.

As normas tipo A se aplicam a todos os tipos de máquinas. As normas tipo B se aplicam a quase todas as máquinas que contêm o aspecto/dispositivo que a norma menciona. As normas tipo C são normas específicas de um tipo de máquina que contêm requisitos específicos para o tipo mencionado.

Quando existe uma norma tipo C (norma mais específica) para máquinas, esta deve ser usada em preferência a outras normas (Tipos A e B – menos específicos). Caso contrário, as normas do tipo A e B devem ser usadas.

Normas A são de alto nível e são relacionadas com os requisitos de segurança para máquinas.

Normas B1 são relacionadas com aspectos de segurança.

Normas B2 são relacionadas com dispositivos de proteção.

Normas C são relacionadas com um tipo ou grupo específico de máquina.

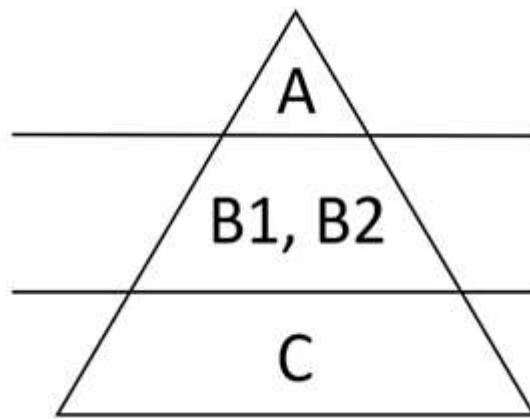


Figura 1 – Pirâmide de categorização de Normas

2.5 Exceções

As diretrizes deste documento não se aplicam a:

- Peças, componentes ou equipamentos intercambiáveis não instalados que por si só não constituem uma máquina;
- Acessórios de içamento: correntes, cordas, cintas, cabos de aço;
- Máquinas e equipamentos com a instalação parcialmente concluída. Para realização de testes nesta fase, um procedimento específico com o passo a passo do teste (PRO), uma análise de riscos da tarefa (PNR-000068 ART) e Permissão de Trabalho Seguro (PNR-000031 PTS) devem ser estabelecidos e validados pela equipe de segurança e pelo responsável técnico da montagem / construção da máquina.
- Máquinas projetadas para:
 - Propósitos de geração de energia nuclear e/ou eólica;
 - Navios e unidades offshore móveis;
 - Equipamento elétrico de alta tensão. (exemplo: geradores, transformadores, etc.)

3 DEFINIÇÕES E DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

3.1 Referências Internas

Vale

- RAC 7 Proteção de Máquinas (PNR-000069);
- RAC 4 Bloqueio de Energias Perigosas (PNR-000069);
- RAC 1 Trabalho em Altura (PNR-000069);
- PNR-000081 – Instrumentação e Controle - Sistema de Supervisão e Controle - Sistema Instrumentado de Segurança (SIS).

3.2 Normas e Legislações

- NR-12 – Segurança de Máquinas e Equipamentos
- IEC 62046:2018 – Safety of Machinery – Application of Protective Equipment to Detect the Presence of Persons
- EN 619:2002+A1:2010 – Continuous Handling Equipment and Systems – Safety and EMS Requirements for Equipment for Mechanical Handling of Unit Loads
- EN 981:1996+A1:2008 – Safety of Machinery – Systems of auditory and Visual Danger and Information Signals
- IEC 60204-1:2016 – Safety of Machinery – Electrical Equipment of Machines – Part 1: General Requirements
- IEC 60529:1989+A1:1999+A2:2013 – Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)
- ISO 4413:2010 – Hydraulic Fluid Power – General Rules and Safety Requirements for Systems and Their Components
- ISO 4414:2010 – Pneumatic Fluid Power – General Rules and Safety Requirements for Systems and Their Components
- ISO 10218-2:2011 – Robots and Robotic Devices – Safety Requirements for Industrial robots – Part 2: Robot Systems and Integration
- ISO 11161:2007+Amd 1:2010 – Safety of Machinery – Integrated Manufacturing Systems – Basic Requirements
- ISO 12100:2010 – Safety of Machinery – General Principles for Design – Risk assessment and Risk Reduction
- ISO 13732-1:2006 – Ergonomics of the Thermal Environment – Methods for Assessment of Human Responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces
- ISO 13849-1:2015 – Safety of Machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General Principles for design
- ISO 13849-2:2012 – Safety of Machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation

- ISO 13850:2015 – Safety of Machinery – Emergency Stop Function – Principles for design
- ISO 13851:2019 – Safety of Machinery – Two-Hand Control Devices – Principles for Design and Selection
- ISO 13854:2017 – Safety of Machinery – Minimum Gaps to Avoid Crushing of Parts of the Human Body
- ISO 13855:2010 – Safety of Machinery – Positioning of Safeguards with Respect to the Approach Speeds of Parts of the Human Body
- ISO 13856-1:2013 – Safety of Machinery – Pressure-Sensitive Protective Devices – Part 1: General Principles for Design and Testing of Pressure-Sensitive Edges and Pressure-Sensitive Floors
- ISO 13856-2:2013 – Safety of Machinery – Pressure-Sensitive Protective Devices – Part 2: General Principles for Design and Testing of Pressure-Sensitive Mats and Pressure-Sensitive Bars
- ISO 13856-3:2013 – Safety of Machinery – Pressure-Sensitive Protective Devices – Part 3: General Principles for Design and Testing of Pressure-Sensitive Bumpers, Plates, Wires and Similar Devices
- ISO 13857:2019 – Safety of Machinery – Safety Distances to Prevent Hazard Zones Being Reached by Upper and Lower Limbs
- ISO 14118:2017 – Safety of Machinery – Prevention of Unexpected Start-up
- ISO 14119:2013 – Safety of Machinery – Interlocking Devices associated with Guards – Principles for Design and Selection
- ISO 14120:2015 – Safety of Machinery – Guards – General Requirements for the design and construction of fixed and moveable guards
- ISO 14122-1:2016 – Safety of Machinery – Permanent Means of Access to Machinery – Part 1: Choice of Fixed Means and General Requirements of Access
- ISO 14122-2:2016 – Safety of Machinery – Permanent Means of Access to Machinery – Part 2: Working Platforms and Walkways
- ISO 14122-3:2016 – Safety of Machinery – Permanent Means of Access to Machinery – Part 3: Stairs, Stepladders and Guard-Rails
- ISO 14122-4:2016 – Safety of Machinery – Permanent Means of Access to Machinery – Part 4: Fixed Ladders
- ISO 7010:2019 – Graphical Symbols – Safety Colours and Safety Signs – Registered Safety Sign
- ISO 3864:2002 – Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas
- ISO 3864:2004 – Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels

3.3 Referências Complementares

The Safety Compendium – Pilz

(https://www.pilz.com/mam/pilz/content/editors_mm/safety_compendium_en_2017_12_low.pdf)

3.4 Definições e Terminologia

- ALARP (As low as reasonable possible): risco tão baixo, quanto razoavelmente possível.
- AOPD (Active Opto-electronic Protective Device): Dispositivos de proteção optoeletrônicos ativos (cortinas de luz, scanners de área, etc.).
- Área de controle: Secção predeterminada da máquina com o controle de um dispositivo de emergência específico.
- CCF (Common Cause Failure): Falha na causa comum; falhas de diferentes itens, resultantes de um único evento, onde essas falhas não são consequências umas das outras.
- DC (Diagnostic Cover): Cobertura diagnóstica; medida da eficácia dos diagnósticos, que pode ser determinada como a razão entre a taxa de falha de falhas perigosas detectadas e a taxa de falha de falhas perigosas totais.
- Dispositivos de controle: são mecanismos utilizados para controlar uma função da máquina.
- EPI: Equipamento de Proteção Individual.
- ESPE (Electro-Sensitive Protective Equipment): Dispositivos de proteção eletro-sensíveis (por exemplo, dispositivos de detecção de presença de pessoas (PSDs), cortinas de luz, tapetes de segurança).
- FAT (Factory Acceptance Test): Teste de aceitação da fábrica, trata-se de testes realizados na máquina nas instalações do OEM antes de enviar a máquina para as instalações da Vale.
- Equipamento intercambiável: Um dispositivo que, após a colocação em serviço na máquina (exemplo: troca da concha da escavadeira por uma ponteira), trocado pela operação/manutenção, a fim de mudar sua função ou atribuir uma nova função, na medida em que este equipamento não é uma ferramenta.
- HRN (Hazard Rating Number): Valor de classificação do perigo usado para estimar um risco
- Máquinas: As máquinas e equipamentos têm vários significados:
 - um conjunto, equipado ou destinado a ser equipado com um sistema de acionamento que não seja diretamente aplicado força humano ou animal (acionamento por fontes de energia), consistindo em partes ou componentes ligados, pelo menos um dos quais se move, e que são unidos para uma aplicação específica;
 - Uma montagem referida no primeiro item, faltando apenas os componentes para conectá-la no local ou a fontes de energia e movimento;

- Uma montagem referida no primeiro e segundo itens, pronta para ser instalada e capaz de funcionar como está apenas sendo montada em um meio de transporte, ou instalada em um edifício ou uma estrutura;
 - Conjuntos de máquinas referidas no primeiro, segundo e terceiro item ou máquinas parcialmente concluídas (definição disponível neste capítulo) que, para alcançar o mesmo fim, são organizados e controlados para que funcionem como uma máquina integral;
 - Montagem integral de peças ou componentes ligados, pelo menos um dos quais se move e que se unem, destinada ao levantamento de cargas (exemplo: talha manual) e cuja única fonte de energia é diretamente aplicada força humano.
- Máquinas parcialmente concluídas: Um conjunto que é quase uma máquina, mas que por si só não pode realizar uma aplicação específica. As máquinas parcialmente concluídas destinam-se apenas a serem incorporadas ou montadas com outras máquinas ou outros equipamentos parcialmente concluídos.
 - Manutenção: Todas as atividades de manutenção, incluindo manutenção preventiva, preditiva e corretiva.
 - $MTTF_D$ (Mean Time to Dangerous Failure): Tempo Médio para falha perigosa; expectativa do tempo médio para falha perigosa.
 - OEM (Original Equipment Manufacturer): Fabricante original de equipamentos;
 - Operação: Todas as atividades durante a operação normal, como produção, set up, troca e limpeza;
 - P&ID (Pipe and Instruments Diagram): Diagrama de processos industriais que representa tubulações, equipamentos e instrumentos.
 - PL (Performance Level): Nível de desempenho.
 - PLr (Performance Level Required): Nível de desempenho requerido.
 - Perigo: Fonte potencial de dano
 - Risco: Combinação da probabilidade de ocorrência de um dano e da severidade do mesmo
 - SAT (Site Acceptance Test): Teste de aceitação do local, Trata-se de testes realizados na máquina nas instalações da Vale durante as atividades de comissionamento.
 - SDOs (Standards Development Organizations): Organizações de Desenvolvimento de Normas.
 - SRP/CS (Safety Related Parts of Control System): Partes relacionadas à segurança de um sistema de comando; partes de um sistema de comando que cria/responde a sinais de entrada relacionados à segurança e gera/adquire sinais de saída relacionados à segurança (Sistema de proteção segura).
 - TM (Time Mission): tempo de missão (uso) de um componente de segurança. Representa a confiabilidade de um componente em relação ao seu desempenho de segurança.

4 DIRETRIZES PARA MÁQUINAS

4.1 Inventário

Cada localidade deve ter um inventário das máquinas próprias e das empresas contratadas.

4.2 Novas máquinas

Todas as máquinas novas adquiridas pela Vale, devem seguir as diretrizes abaixo:

- Cumprir com todas as legislações locais requeridas;
- Conter tem uma placa de identificação afixada em língua local;
- Ter toda as certificações (por exemplo, Declaração de Conformidade, etc.), e documentação (por exemplo, manual de operações, manual de manutenção, desenhos técnicos, etc.) fornecidas à Vale com antecedência em formato eletrônico;⁽¹⁾
- As máquinas somente serão aceitas mediante relatório de apreciação de riscos em conformidade com ISO 12100, seguindo a metodologia HRN, contendo no máximo riscos toleráveis e com indicação de PLr (Nível de Desempenho Requerido) dos sistemas de segurança em conformidade com ISO 13849-1;
- Para as máquinas personalizadas ou especificamente projetadas para a Vale, além das diretrizes acima, deve-se também obter:
 - Uma apreciação de risco do fabricante original da máquina (OEM) com relatório sobre todos os riscos residuais presentes na máquina, medidas existentes e recomendações para os riscos residuais a serem implantadas pela Vale;
 - Este relatório de apreciação de riscos, deve ser armazenado em um sistema de gestão de documentação de engenharia (exemplo: GED Gerenciamento Eletrônico de Documentos, SAP, outro);
 - Após a montagem da máquina uma revisão da apreciação de riscos deve ser realizada;
 - Essa revisão de apreciação de riscos deve ser registrada no sistema de gestão RAC 7;
 - A apreciação de riscos mencionada no item acima, deve ser revisada pelo fornecedor com participação de equipe multidisciplinar da Vale;
 - As máquinas somente terão “protocolo de comissionamento” assinado e aprovado, se contiverem no máximo riscos residuais toleráveis (conforme metodologia HRN).
 - O fabricante original da máquina (OEM) deve fornecer uma lista de testes funcionais para as máquinas, com foco nos aspectos de segurança;
 - A Vale deve confirmar a lista ou especificar quaisquer testes adicionais necessários. Alguns exemplos de testes que podem ser incluídos são:
 - Análise de estresse mecânico estático / dinâmico;
 - Análise de nível de desempenho do sistema de comando de segurança;

- Análise de Segurança de Equipamentos Elétricos;
 - EMC (Electromagnetic Compatibility - Compatibilidade Eletromagnética), se aplicável;
 - Testes de Continuidade do Terra;
 - Medição de níveis de ruído;
 - Testes de requisitos relacionados à segurança (SRS), etc.
- Um teste de aceitação de fábrica (FAT) deve ser realizado, se aplicável;
 - Todas as não conformidades e observações devem ser corrigidas pelo fabricante do equipamento OEM antes da remessa;⁽¹⁾
 - Um teste de aceitação da instalação local (SAT) deve ser realizado com os itens descritos abaixo;
 - Todas as não conformidades e observações devem ser corrigidas pelo OEM antes das atividades de comissionamento.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Em certos casos, algumas das não conformidades definidas nas atividades SAT ou FAT podem ser corrigidas ou a documentação submetida à Vale após as etapas definidas acima com a aprovação do pessoal responsável. De qualquer forma, todas as modificações, certificação e documentação serão fornecidas pelo fabricante da máquina (OEM) ou fornecedor e controladas antes do término da entrega das máquinas à Vale.

A Vale pode nomear organização terceirizada para realizar as atividades de FAT e/ou SAT. Nesses casos, a Vale fornecerá os detalhes de contato da organização terceirizada que realizará os testes no fabricante da máquina (OEM) ou fornecedor.

Serão desenvolvidos testes específicos de aceitação para cada máquina que devem incluir todas as atividades de verificação e validação especificadas. No entanto, os itens de teste de aceitação geral, descritos brevemente abaixo, devem incluir no mínimo:

- Verificação de bloqueio de energias perigosas (RAC 4): Testes de dispositivos de seccionamento de energia na máquina quanto a sua capacidade de isolar a energia com segurança e de bloqueio na posição "OFF";
- Verificação das proteções mecânicas: Testes de medidas de proteções mecânicas que devem impedir com segurança o acesso a áreas perigosas, instalados de acordo com as respectivas distâncias de segurança e aspectos ergonômicos;
- Verificação de dispositivos de parada de emergência: Testes dos dispositivos de parada de emergência (por exemplo, botões, cordas etc.) quanto a sua capacidade de parar com segurança todos os movimentos perigosos da máquina dentro de seu espaço de controle em todos os modos de operação. Os controles da função de reset / reinicialização e desenergização de todos os atuadores também devem ser verificados;
- Verificação dos dispositivos de controle de energia: Os dispositivos de controle de energia (por exemplo, inversores, contadores etc.) de atuadores de movimentos perigosos podem ser redundantes, controlados e monitorados pelo sistema de comando de segurança em conformidade com as normas de sistemas de comando de segurança (SRP/CS). A verificação e validação dessas configurações devem ser realizadas;

- Verificação dos intertravamentos de segurança: Os testes de verificação do funcionamento dos intertravamentos para validar que todos os movimentos perigosos são interrompidos e reiniciados pelo sistema de comando de segurança quando acionados em todos os modos de operação aplicáveis, especialmente no modo automático;
- Verificação de dispositivos de habilitação: Testes de verificação de dispositivos de habilitação (por exemplo, botão bimanual, botão homem morto, etc.) para confirmar a configuração dos movimentos da máquina apenas acionando dispositivos habilitadores com parâmetros especificados (por exemplo, velocidade reduzida, operação em passo, etc.).

Os testes de aceitação devem ser realizados em cada máquina individual antes de combiná-las em grupos ou conjuntos de máquinas, se aplicável. Os riscos ou perigos resultantes das interfaces de duas máquinas individuais também devem ser considerados nestes testes.

A lista de atividades periódicas de inspeção e manutenção da máquina com ênfase nos sistemas e proteções de segurança deve ser criada e seguida em conformidade com fabricante ou plano mais restritivo a critério da Vale.

4.3 Máquinas Existentes

Uma apreciação de riscos deve ser realizada em todas as máquinas existentes na Vale, incluindo as máquinas de empresas contratadas, utilizando a metodologia HRN.

A apreciação de risco das máquinas em operação deve ser revisada após uma alteração operacional significativa que altere o nível de segurança atual ou gere novos perigos, alteração de projeto ou após a ocorrência de acidente.

Após a ocorrência de acidente deve-se verificar se há:

- alguma alteração nos parâmetros de operação;
- novos riscos;
- mudança nos parâmetros de estimativa de risco remanescentes.

Caso algum dispositivo de segurança seja retirado ou danificado, e isto não consiga ser solucionado na rotina de manutenção, deve-se abrir um processo de gestão de mudança (PNR-0000101) e adotar medidas de contingência de segurança até a solução permanente do problema. A solução permanente deve ser reestabelecida o mais rápido possível, independente dos processos de produção.

Se inexistente, deve ser criada uma lista de atividades periódicas de inspeção e manutenção da máquina com ênfase nos sistemas e proteções de segurança em conformidade com fabricante ou plano mais restritivo a critério da Vale.

As medidas advindas das apreciações de risco devem ser implementadas e verificadas quanto a sua efetividade.

4.4 Modificação de Máquinas

Antes de planejar e implementar modificações em máquinas, o fluxograma explicado na Figura 2 deve ser seguido.

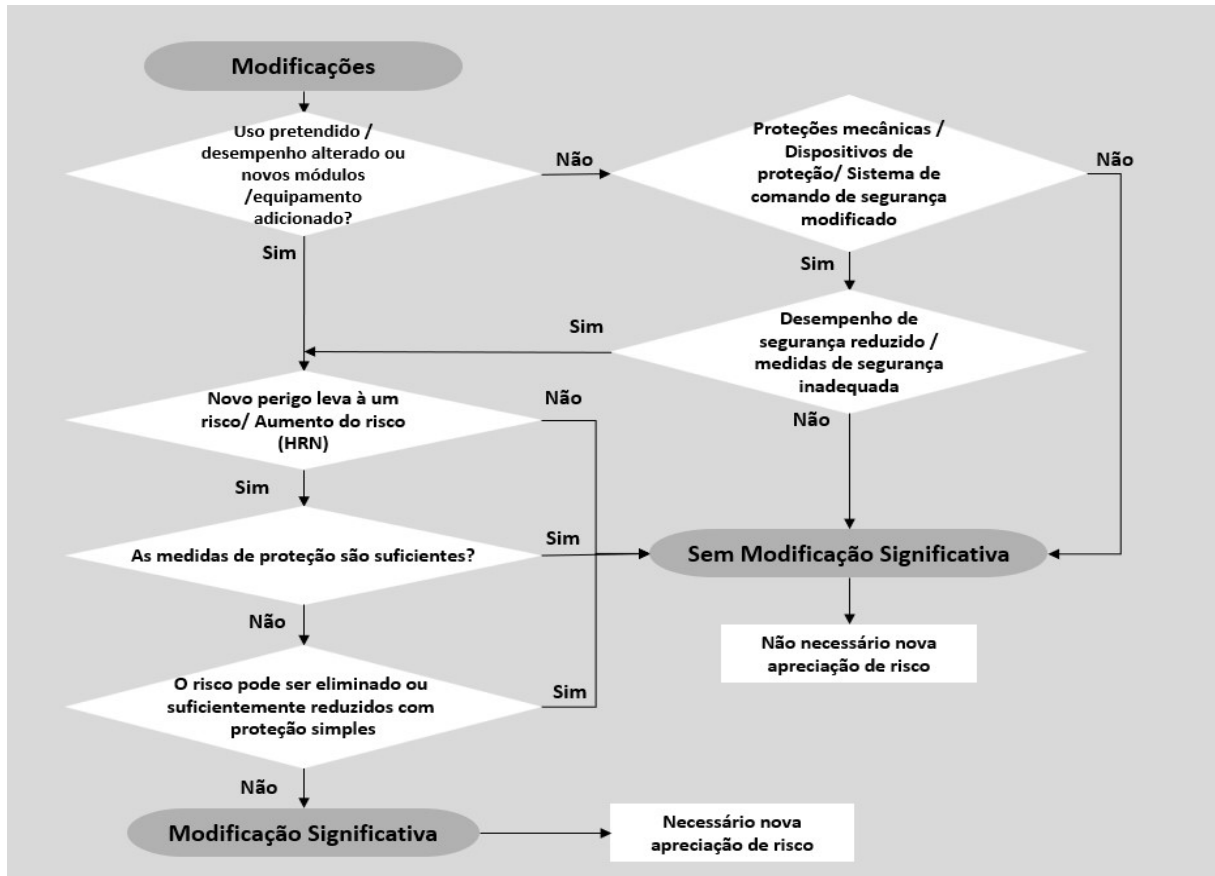


Figura 2 – Fluxo de determinação de modificação significativa

Se a modificação a ser feita for definida como uma modificação significativa, o processo para novas máquinas deve ser aplicado (uma nova apreciação de risco deve ser realizada). Deve ser aberto um processo de gestão de mudança (PNR-0000101) e adotadas medidas de contingência de segurança até a solução permanente do problema. A solução permanente deve ser reestabelecida o mais rápido possível, independente dos processos de produção.

Antes de qualquer modificação em uma máquina, os fornecedores, especialmente nos casos de mais de um fornecedor / fabricante de máquina (OEM) / integrador / dealer, devem acordar suas responsabilidades com a Vale, que deve garantir que todo conjunto de máquina permaneça seguro e em conformidade com a legislação local. Nos casos de um único fabricante de máquina (OEM) / fornecedor / integrador / dealer, a conformidade com a legislação é de responsabilidade dessa empresa.

As medidas advindas das apreciações de risco devem ser implementadas e verificadas quanto a sua efetividade.

5 DIRETRIZES PARA APRECIÇÃO DE RISCO

O processo de apreciação de riscos descrita abaixo se aplica a máquinas novas, existentes e modificações.

Uma apreciação de risco deve ser realizada em todas as máquinas para cada fase do seu ciclo de vida (Construção, comissionamento, utilização, manutenção, limpeza, ajustes, descomissionamento). A forma correta de utilização e possíveis maus usos da máquina devem ser considerado na apreciação de risco.

O fabricante da máquina (OEM), fornecedor ou engenharia/SSMA da Vale deve fornecer um documento detalhando todos os perigos relevantes associados à máquina (por exemplo, mecânico, sistema de comando, ergonomia etc.) e os métodos usados para eliminar ou reduzir os riscos desses perigos na máquina.

Além disso, todos os riscos residuais presentes nas máquinas devem ser relatados, com medidas de redução de risco recomendadas a serem implementadas pela Vale e apreciação dos riscos antes e após a implementação.

A apreciação de risco deve ser revisada periodicamente (ou seja, após um novo layout do equipamento, ocorrência de um acidente, mudanças etc.) para definir se há algum risco adicional ou qualquer mudança nos parâmetros de risco existentes.

Nos casos de modificações significativas conforme fluxograma da figura 2 em máquinas existentes, uma nova apreciação de risco deve ser realizada pelo fornecedor, fabricante de máquina (OEM), integrador de sistemas, empresa terceirizada ou Vale, dependendo das partes envolvidas e de suas responsabilidades nas modificações. A apreciação deve considerar todos os aspectos das modificações e as implicações para outras máquinas, equipamentos e tarefas. A apreciação de risco, incluindo todos os riscos residuais da máquina deve ser documentada.

5.1 Método de Estimativa de Risco

O método Hazard Rating Number (HRN) é o método adotado pela Vale e deve ser utilizado nas apreciações de risco.

Existem quatro parâmetros na metodologia HRN:

- Probabilidade de ocorrência (LO)
- Grau da possível lesão (DPH)
- Frequência de exposição (FE)
- Número de pessoas em risco (NP)

Esses parâmetros podem assumir valores diferentes de acordo com o risco avaliado. Os diferentes valores que cada parâmetro pode assumir e suas explicações são mostradas na Tabela 1.

Rev.: 00 – 25/11/2021

Probabilidade de Ocorrência (LO)		Grau da Possível Lesão (DPH)	
0,033	Quase impossível	0,1	Arranhão / contusão
1	Muito improvável	0,5	Laceração/ corte / leve problema de saúde
1,5	Improvável	1	Quebra - ossos pequenos – dedos
2	Possível	2	Quebra - ossos grandes – mão / braços / pernas
5	Plausível	4	Perda de 1 ou 2 dedos
8	Provável	8	Amputação de perna / braço, perda parcial da visão audição
10	Muito provável	10	Amputação de 2 pernas / braços, perda total da visão / audição em ambos os olhos / ouvidos
15	Quase certeza	12	Doença grave ou permanente
		15	Fatalidade

Frequência de Exposição (FE)		Número de Pessoas Expostas ao Risco (NP)	
0,5	Anualmente	1	1-2 pessoas
1	Mensalmente	2	3-7 pessoas
1,5	Semanalmente	4	8-15 pessoas
2,5	Diariamente	8	16-50 pessoas
4	Em termos de hora	12	Mais de 50 pessoas
5	Constantemente		

Tabela 1 – Valores e definições dos parâmetros HRN

Os parâmetros do HRN de estimativa de risco devem ser julgados considerando dados e evidências verificados na máquina. Os seguintes critérios devem ser levados em consideração ao julgar os parâmetros:

- Probabilidade de ocorrência (LO):
 - Informações de confiabilidade;
 - Sistemas instalados;
 - Possibilidade de evitar;
 - Histórico de acidentes.
- Grau da possível lesão (DPH)
 - A natureza do que deve ser protegido (exemplo: pessoas, equipamentos, ambiente etc.)
 - Gravidade da lesão ou tamanho do dano.

- Frequência de exposição (FE):
 - Necessidade e tipo de acesso;
 - Tempo despendido na atividade;
 - Número de acessos.
- Número de pessoas em risco (NP)
 - Uma ou várias pessoas expostas;
 - Extensão do dano causado no equipamento, instalações etc.

5.2 Estimativa e Avaliação de Risco

A estimativa de risco de acordo com o método de apreciação de risco acima será explicada nesta seção. Todos os riscos relacionados aos perigos das máquinas devem ser listados em um documento e todos os parâmetros devem ser definidos para cada risco individualmente. Após definir todos os parâmetros, a fórmula abaixo deve ser aplicada para encontrar a pontuação HRN:

$$HRN = LO \times DPH \times FE \times NP$$

Os valores das pontuações HRN para cada risco devem ser avaliados de acordo com as informações de nível de risco indicadas na tabela abaixo:

HRN	GRAU DE RISCO MÁQUINA	TOLERÂNCIA
>500	Risco muito alto	Redução mandatória do nível do risco
>50 até 500	Risco alto	Monitoramento contínuo
>5 até 50	Risco médio	Tolerável
0 até 5	Risco baixo	Aceitável

Tabela 2 – Definição do nível de risco de acordo com a pontuação HRN

5.3 Redução de Risco (Método dos 3 passos)

Após a avaliação de risco, a estratégia de redução de riscos e a hierarquia explicadas abaixo devem ser utilizadas para reduzir os riscos a um nível tolerável (ALARP). Geralmente, os riscos avaliados como "BAIXO" ou "MÉDIO" são considerados toleráveis (ALARP). Riscos superiores a esses valores devem ser considerados intoleráveis na aprovação da equipe responsável da Vale.

i. Medidas de projeto inerentemente seguras (característica física da máquina)

Medidas de projeto inerentemente seguras para eliminar ou reduzir riscos devem ser a primeira opção para redução de riscos quando aplicáveis. A redução ou eliminação dos riscos pode ser alcançada limitando ou eliminando a exposição aos perigos existentes, respectivamente, através de, por exemplo:

- Maior confiabilidade da máquina;
- Utilização de automação para reduzir a intervenção humana;
- Colocação de pontos de manutenção fora de zonas perigosas;
- Capacidade de realizar as tarefas operacionais e de manutenção rotineiras sem a necessidade de energia.

ii. Proteção de Segurança e Medidas de Proteção Complementar (proteção de segurança física e sensorial)

O segundo método de redução de riscos é a implementação de soluções de engenharia para os riscos. Se as estratégias explicadas na Seção (i) acima não forem possíveis ou não reduzirem o risco suficientemente, as proteções (por exemplo: proteções mecânicas fixas – grades e tampas; proteções mecânicas móveis – porta intertravadas, etc.) ou outras medidas de proteção (por exemplo: dispositivos de sensoriamento de presença – scanners e barreira de luz, etc.) podem ser aplicadas para reduzir os riscos.

iii. Informações de Uso

Os riscos remanescentes após a implementação das medidas nos itens I e II acima devem ser identificados nas informações de uso. Estes riscos podem ser identificados e tratados através de:

- Avisos (pictogramas, sinais etc.);
- Sinais audiovisuais;
- Equipamento de proteção individual;
- Treinamentos;
- Procedimentos operacionais seguros etc.

Implementar os itens I ou II acima ou uma combinação de ambos é obrigatório se algum risco específico for avaliado como maior que "Baixo ou Médio". As medidas de redução de riscos explicadas no item III só podem ser aplicadas em conjunto com medidas de redução de riscos apresentadas nos itens I e II.

Não sendo possível alcançar medidas apresentadas nos itens I e II, o caso deve ser tratado como um critério de exceção de requisitos do RAC.

Se algum risco específico for avaliado como "Baixo e Médio" qualquer tipo de medida de redução de risco pode ser aplicado para reduzir ainda mais o risco.

NOTA: os riscos classificados conforme tabela acima devem seguir a estratégia de governança da "Tabela 5 da norma NOR-0003-G (Gestão de Riscos)".

Após a implementação das medidas de redução de riscos, cada risco será novamente apreciado com as novas medidas. Se todos os riscos estiverem em nível de risco "BAIXO" e "MÉDIO", o processo de apreciação de risco é finalizado para essa instância. Se um ou mais itens permanecerem em um nível de risco mais elevado, medidas adicionais devem ser implementadas ou tratada como critério de exceção de requisitos do RAC.

6 DIRETRIZES GERAIS DE SEGURANÇA DE MÁQUINAS

As máquinas novas, existentes e modificadas, independentemente do país em que serão utilizadas, devem cumprir no mínimo com as seguintes diretrizes:

- a) Ser projetadas e construídas de forma a evitar que as seguintes pessoas sejam expostas a um perigo em qualquer modo de operação:
 - i. Operadores da máquina;
 - ii. Operadores perto da máquina;
 - iii. Pessoas presentes na área (passagem de pessoas pela área);
 - iv. Pessoas de manutenção.
- b) Ter os dispositivos de seccionamento de energia colocados de forma de fácil acesso e com espaço adequado para a pessoa que liga e desliga a energia;
- c) Ter todos os painéis do operador localizados fora das áreas protegidas;
- d) Ter todos os componentes que requerem serviço regular localizados fora das áreas protegidas;
- e) Ter todos os sistemas, componentes e dispositivos utilizados para executar uma função de segurança certificados para uso como sistema de segurança, dispositivo ou componente pelo fabricante ou por um órgão de testes reconhecido;

O fornecedor dos sistemas de segurança é responsável por identificar e utilizar todas as diretrizes, normas e requisitos legais relevantes. O fornecedor deve fornecer um documento com uma lista das normas utilizadas e certificados de conformidade.

Caso esta lista não exista, uma pessoa competente deve providenciar a documentação de referência requerida.

- f) Layout de segurança da máquina;

O layout de segurança da máquina deve ser criado e analisado, incluindo, dentro outros:

- i. Informações obrigatórias:
 - Indicação de zonas de risco onde o maior risco residual permanece;
 - Colocação de proteções de máquinas e entradas de células;
 - Localização de todos os dispositivos de fornecimento de energia e fluidos e atuadores;
 - Localização de dispositivos de proteção relevantes, como interruptores de bloqueio, ESPE etc.;
 - Localizações de dispositivos de proteção complementares (por exemplo, botões de parada de emergência etc.)
- ii. Informações opcionais:
 - Partes e pontos de alimentação de materiais;
 - Localizações das tarefas para operação e manutenção;

Todos os desenhos do layout de segurança da máquina serão revisados pelo pessoal relacionado da Vale (Segurança, Engenharia e Manutenção) antes da aprovação final.

g) Certificação de máquinas;

A máquina deve receber a certificação legalmente requerida no país ou área onde a máquina será utilizada antes de ser aceita no local.

Se necessário para a certificação ou devido a falta de experiência/conhecimento no assunto, recomenda-se que o fabricante de máquina (OEM) entre em contato com um órgão independente e/ou notificador com experiência no assunto, no início do processo (preferencialmente na fase de projeto) para evitar qualquer modificação requerida pelo órgão independente/notificador em estágios posteriores.

Em todos os casos, a Vale se reserva o direito de verificar o atendimento aos requisitos da certificação da máquina por uma empresa certificada independente. Em tal circunstância, a avaliação da empresa certificada independente, será considerada válida e quaisquer modificações necessárias serão realizados sob responsabilidade do fornecedor.

h) Documentação da máquina;

O fabricante da máquina (OEM) ou fornecedor deve indicar uma lista das normas de segurança utilizadas através do projeto, construção e fabricação das máquinas.

A lista da documentação que deve ser fornecida com a máquina, dentre outros, deve incluir:

- i. Um relatório de apreciação de risco de acordo com os princípios da ISO 12100 explicados na Seção 5;
- ii. Uma lista das normas utilizadas para garantir a segurança e os detalhes das normas que não foram totalmente aplicados;
- iii. Uma análise de layout de processo onde a máquina será instalada, incluindo, dentre outras:
 - Localização real da máquina no local;
 - Todos os recursos e equipamentos de instalação devem ser incluídos na máquina;
 - Equipamentos de processos e auxiliares (por exemplo, sistemas de medição/aferição, sistemas de transferência);
 - Pontos de acesso de alimentação de peças e materiais;
 - Localizações das tarefas de operação e manutenção;
 - Caixas de estoque de materiais/contêineres.
- iv. Um desenho de layout de segurança da máquina (conforme descrito na Seção 6 item f.)
- v. Informações relevantes para procedimentos de Bloqueio de Energias Perigosas (conforme RAC 04);
 - Um procedimento completo de Bloqueio de Energias Perigosas;
 - Procedimentos parciais de Bloqueio de Energias Perigosas, se aplicável.

- vi. Manuais de Operação & Manutenção;
- vii. Documentação técnica das máquinas (por exemplo, desenhos elétricos, desenhos pneumáticos, P&ID etc.)
- viii. Outros relatórios de cálculo, simulações e testes realizados para a máquina (Opcional, mas recomendado).
- ix. Relatório de avaliação ergonômica para cada estação de trabalho e atividade.

A documentação será fornecida em língua local do país onde está localizada a instalação.

i) EPI;

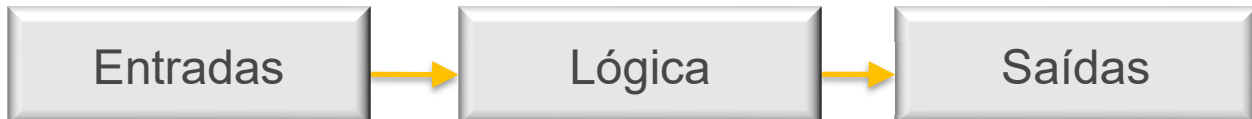
A documentação será fornecida detalhando os EPI's requerido e recomendados pelo fabricante da máquina (OEM) ou fornecedor, a serem utilizados durante cada tarefa de trabalho.

A sinalização e os avisos devem ser instalados na máquina onde o EPI é requerido, com o tipo de EPI requerido. Outros EPIs podem ser adotados conforme apreciação de riscos da Vale.

7 DIRETRIZES PARA SISTEMAS DE SEGURANÇA

7.1 Sistemas de Comando

Sistemas de comando seguro são partes ou subparte de um sistema de comando industrial ou de processos que executam funções específicas para alcançar ou manter um estado seguro de uma máquina ou processo quando são detectadas condições inaceitáveis ou iminentemente perigosas.



Os sistemas de comando devem ser projetados e construídos de forma a evitar o surgimento de situações perigosas. Acima de tudo, eles devem ser projetados e construídos de tal forma que:

- I. Eles possam suportar as condições operacionais pretendidas e influências externas;
- II. Uma falha no hardware ou no software do sistema de comando não leva a situações perigosas;
- III. Erros na lógica do sistema de comando não levam a situações perigosas;
- IV. Erros humanos razoavelmente previsíveis durante a operação não levam a situações perigosas.

Atenção especial deve ser dada aos seguintes pontos:

- I. A máquina não deve iniciar inesperadamente;
- II. Os parâmetros da máquina não devem mudar de forma descontrolada, onde tal mudança possa levar a situações perigosas;
- III. Os comandos de parada da máquina terão prioridade sobre os controles de partida;
- IV. Nenhuma parte móvel, peça ou componente da máquina deve soltar ou ser projetada;
- V. Os dispositivos de proteção devem permanecer totalmente operacionais ou de outra maneira para dar um comando de parada;
- VI. As partes relacionadas à segurança do sistema de comando devem cumprir com a norma durante toda a montagem de máquinas ou em máquinas parcialmente concluídas.

A partir de cada posição de controle, o operador deve ser capaz de garantir que ninguém está nas zonas de perigo, ou o sistema de comando deve ser projetado e construído de tal forma que a partida é impedida enquanto alguém está na zona de perigo.

Quando houver mais de uma posição de controle, o sistema de comando deve ser projetado de tal forma que o uso de um dos painéis de controle impeça o uso dos outros, exceto para controles de paradas e paradas de emergência. Cada posição deve ser fornecida com todos os dispositivos de controle necessários para que os operadores não se coloquem entre obstáculos ou coloquem uns aos outros em uma situação perigosa.

7.2 Dispositivos de Controle

Os dispositivos de controle são mecanismos utilizados para controlar uma função da máquina que está sendo operada.

Os dispositivos de controle devem ser:

- Claramente visíveis e identificáveis, usando descrições ou pictogramas quando apropriado;
- Posicionados para garantir uma operação segura e sem riscos adicionais;
- Projetados de tal forma que o movimento do dispositivo de controle é consistente com seu efeito;
- Localizados fora das zonas perigosas, exceto quando necessário para certos dispositivos de controle, como uma parada de emergência ou dispositivos locais de ajustes;
- Projetados ou protegidos de tal forma que o efeito desejado, onde exista um perigo, só possa ser alcançado por uma ação deliberada;
- Feitos de forma a suportar forças previsíveis; atenção especial deve ser dada a dispositivos de parada de emergência passíveis de serem submetidos a forças consideráveis;
- O arranjo de controles deve ser compatível com seus visores (IHM, monitores etc.) associados ou funções da máquina. Os controles devem ser localizados próximos aos visores associados e organizados logicamente em relação aos displays (exemplo: sinaleiros, luz etc.).

Todos os botões, interruptores e outros dispositivos para o controle da máquina devem ser rotulados por meio de uma etiqueta fixa e claramente compreensível.

Todos os componentes instalados no controle interno e nos painéis elétricos, devem ser identificados de acordo com os desenhos da máquina.

Quando um dispositivo de controle é projetado e construído para realizar várias ações diferentes (exemplo: seletora com vários modos), a ação a ser realizada deve ser claramente exibida e sujeita a confirmação, quando necessário.

Os dispositivos de controle devem ser adequadamente organizados de forma que seu layout, mudança e resistência à operação sejam compatíveis com a ação a ser realizada, considerando princípios ergonômicos.

A codificação de cores do botão de impulso deve estar em conformidade com a Tabela 3.

Cor	Significado	Explicação	Exemplos de Aplicação
Vermelho	Emergência	Atuar em caso de emergência.	PARADA DE EMERGÊNCIA. O vermelho pode ser usado como parada normal ou desliga.
Amarelo	Condição Anormal	Atuar em caso de uma condição anormal.	Intervenção para suprimir uma condição anormal.
Verde	Normal	Atuar para iniciar condições normais ou status normal	INÍCIO AUTOMÁTICO / ON
Branco	Nenhum significado específico atribuído	Para a iniciação geral de funções	PARTIDAS GERAIS / ON (preferencial) PARADA / OFF
Cinza			PARTIDAS GERAIS / ON PARADA / OFF
Preto			PARTIDAS GERAIS / ON PARADA / OFF (preferencial)
Azul	Ação Obrigatória	Atuar para uma condição que requer ação obrigatória	Função de rearme (reset)

Tabela 3 – Codificação de cores dos botões de impulso

7.3 Sinalização Sonora e Visual

Todas as máquinas onde existe dificuldade de visualização de pessoas em áreas de risco devem ter um sistema de alerta preferencialmente sonoro ou visual para alertar o pessoal sobre a partida da máquina e o movimento potencial. O alarme de iniciação, só ocorrerá se todas as condições iniciais de partida forem atendidas. Nenhum movimento deve ocorrer durante o período de alarme. O período de alarme deve ser longo suficiente para permitir que todo o pessoal libere e abandone qualquer área de perigo. A ativação contínua do dispositivo de iniciação do ciclo, deve ser necessária durante o período de alarme.

A codificação de cores para lâmpadas/indicadores de sinalização é dada na Tabela 4

Cor	Significado	Explicação	Exemplos de aplicação
Vermelho	Perigo Emergência	EMERGÊNCIA de condição perigosa.	Pressão fora dos limites seguros, queda de tensão.
Amarelo	Condição Anormal	Condição anormal iminente, condição crítica, ajuste, trabalho de manutenção.	Pressão fora dos limites normais de alcance de operação, causando uma atuação (tripping) em um dispositivo de proteção.
Verde	Normal	Operação normal.	Pressão dentro das faixas de operação normal.
Branco	Informação neutra	Tensão presente; Outras condições.	Informações gerais.
Azul	Ação Obrigatória	Indicação de uma condição que requer ação do operador.	Solicitar para inserir valores especificados.

Tabela 4 – Codificação de cores dos indicadores

Todos os contadores, mostradores, display e etiquetas luminosas necessários para o funcionamento normal devem ser legíveis pelo operador a partir da posição normal de trabalho em condições normais de iluminação.

7.4 Dispositivo de partida e parada

A partida/reinicialização de máquinas só deve ser possível mediante a atuação voluntária de um dispositivo de controle fornecido para este efeito.

Cada estação de trabalho deve ser equipada com um dispositivo de controle para parar algumas ou todas as funções da máquina, dependendo dos perigos existentes, para que esta seja segura.

Se for necessário um controle de parada que não corte o fornecimento de energia aos atuadores, a condição de parada deve ser monitorada e mantida pelo sistema de controle da máquina. As informações devem ser fornecidas no manual de instruções (na falta deste devem ser reconstituídas) e sinais de alerta instalados na máquina devem garantir que os trabalhadores estejam cientes de que a energia ainda está presente nos atuadores.

Quando a máquina tem vários dispositivos de controle de partida e os operadores podem, portanto, colocar uns aos outros em perigo, dispositivos adicionais devem ser instalados para tratar tais riscos. Se o sistema de segurança requer que a partida e/ou a parada sejam realizadas em uma sequência específica, devem ser tomadas medidas para garantir que essas operações sejam realizadas na ordem correta.

7.5 Modo de Seleção

A mudança no modo de operação da máquina só deve ser possível por atuação voluntária de um dispositivo de controle fornecido para este propósito.

Apenas um único interruptor seletor de modo deve ser instalado para uma única máquina.

A seleção de modo deve ter um meio de evitar o uso não autorizado, ou seja, uma chave removível ou proteção por senha.

Quando as máquinas estiverem conectadas em linhas, e as máquinas constituintes tiverem comutações individuais do seletor de modo, as seguintes diretrizes devem ser aplicadas:

- Se algum interruptor de modo estiver no modo manual, todas as máquinas devem ser colocadas no modo manual;
- Se qualquer interruptor de modo for operado durante um ciclo, todas as máquinas devem completar o ciclo atual antes que as proteções sejam desativadas. Uma ação deliberada deve ser necessária para reiniciar a máquina;

Os dispositivos de parada de emergência devem estar ativos em todos os modos de operação.

a) Diretrizes para o modo automático

No modo automático, a máquina funcionará continuamente até que um sinal de parada seja recebido.

Quando uma máquina é comutada para o modo automático, ou é ligada e está no modo automático, a máquina não deve ter seu início de operação e rearme, sem que haja decisão da manutenção/operação.

Quando no modo automático, todos os dispositivos de segurança devem estar operacionais, ou seja, portões de segurança, cortinas de luz etc.

NOTA: Certas funções de “muting” da máquina podem ser aplicadas para desativar funções de segurança durante as fases não perigosas do movimento da máquina. (Explicado na seção 7.7.2.1)

b) Diretrizes para o modo manual

No modo manual, a máquina requer que o operador segure continuamente o botão de partida e/ou um dispositivo de habilitação para mover a máquina do lado de fora das zonas perigosas. Todas as medidas de segurança devem estar operacionais no modo manual.

c) Modos especiais com suspensão das proteções de segurança

Quando os meios/modos de suspender dispositivos de proteção ou operação com proteções removíveis são fornecidos para tarefas não operacionais, por exemplo, manutenção, configuração ou solução de problemas, o modo de operação selecionado deve ser claramente indicado.

O movimento permitido de partes perigosas deve ser limitado tanto quanto possível.

Não deve ser possível que a máquina retome seu funcionamento normal com a suspensão das proteções.

Uma proteção que não possa ser claramente vista a partir do ponto em que a proteção é suspensa (por exemplo, do interruptor seletor de modo), não deve ser suspensa. A suspensão dos circuitos de proteção deve ser projetada e instalada com mesmo nível de desempenho (PL), que o desempenho do circuito do dispositivo suspenso.

Somente o pessoal autorizado pode ser capaz de selecionar e alterar para esses modos por um interruptor seletor de modo bloqueável ou proteção por senha.

O modo de controle ou de operação selecionado deve substituir todos os outros modos de controle ou operação, exceto os dispositivos de parada de emergência.

O funcionamento de funções perigosas deve ser permitido apenas por dispositivos de controle que requerem ação sustentada, como dispositivos bimanuais, ou estações de controle portáteis (por exemplo, joystick, bimanual por cabo) com um dispositivo de parada de emergência, um dispositivo de habilitação e um dispositivo separado que inicia o movimento.



Figura 3 – Aplicação de um dispositivo de habilitação para ajuste

O funcionamento de funções perigosas deve ser permitido apenas em condições de risco reduzidas, evitando perigos de ativação sequenciais, como velocidade reduzida, passos etc.

Qualquer operação de funções perigosas deve ser evitada por ação voluntária ou involuntária dos sensores da máquina.

Se as condições descritas acima não puderem ser cumpridas, o seletor de controle ou modo de operação deve ativar outras medidas de proteção projetadas e construídas para garantir uma zona de intervenção segura.

7.6 Proteção de Segurança

7.6.1 Proteções Mecânicas

As proteções são usadas para impedir o acesso a partes móveis, movimentos e áreas perigosas da máquina. Os diferentes tipos de proteções são explicados abaixo.

Todas as proteções devem:

- Ser robustas;
- Ser seguramente mantidas no lugar;
- Não dar origem a nenhum risco adicional;
- Ser de tamanho e peso que requerem uma quantidade razoável de força para removê-las, quando necessário;
- Não ser fácil contornar ou burlar;
- Causar obstrução mínima à visão do processo produtivo;
- Fornecer o mínimo possível de interferência com as atividades durante a operação, manutenção, etc.

IMPORTANTE: Não deve ser possível alcançar áreas perigosas por cima, por baixo, ao redor ou através de uma proteção.

Os metais, como materiais de proteção, são preferidos. Quando for necessário visualizar as áreas de risco, uma malha de tamanho adequado deve ser usada para impedir o acesso. Se for necessária visibilidade ou houver risco de ejeção de peças, materiais transparentes como o policarbonato podem ser considerados.

Quando forem necessárias aberturas nas proteções, para permitir a passagem de materiais, etc., as aberturas serão pequenas o suficiente para evitar que uma pessoa alcance o perigo. Orientações sobre limites de tamanho de abertura são explicadas em detalhes na seção 7.8.4.

As proteções devem ser instaladas a uma distância segura da parte perigosa. Orientações sobre distâncias seguras são fornecidas em na seção 7.8.

As proteções devem ser localizadas conforme projeto para evitar que qualquer pessoa seja capaz de alcançar a zona de perigo antes que a máquina pare completamente. Caso contrário, dispositivos de segurança com função de bloqueio de proteção devem ser usados. (veja também seção 7.6.4).

As proteções devem proteger as pessoas de quedas de objetos sólidos ou líquidos ejetados.

7.6.2 Seleção de Proteções

A proteção é adequada considerando o tipo de perigo, e o acesso necessário à máquina.

O método de seleção do tipo de proteção é explicado na Figura 4.

A Tabela 5 pode ser usada para seleção do tipo de proteção de acordo com a frequência de acesso. Esta tabela é fornecida apenas para orientação e pode não ser apropriada para todos os perigos ou máquinas.

Frequência de acesso	Tipo de proteção	Fixação	Dispositivo de intertravamento requerido
Nunca	Proteções fixas	Aparafusada / soldadas	Não
Anual	Proteções fixas	Aparafusadas	Não
Semanalmente	Proteções fixas ou móveis	Aparafusada (se fixa)	Sim (se móvel)
Diário	Proteções móveis	N/A	Sim
De hora em hora	Proteções móveis	N/A	Sim
Mais do que de hora em hora	Dispositivo de proteção	N/A	Não

Tabela 5 – Seleção do tipo de proteção

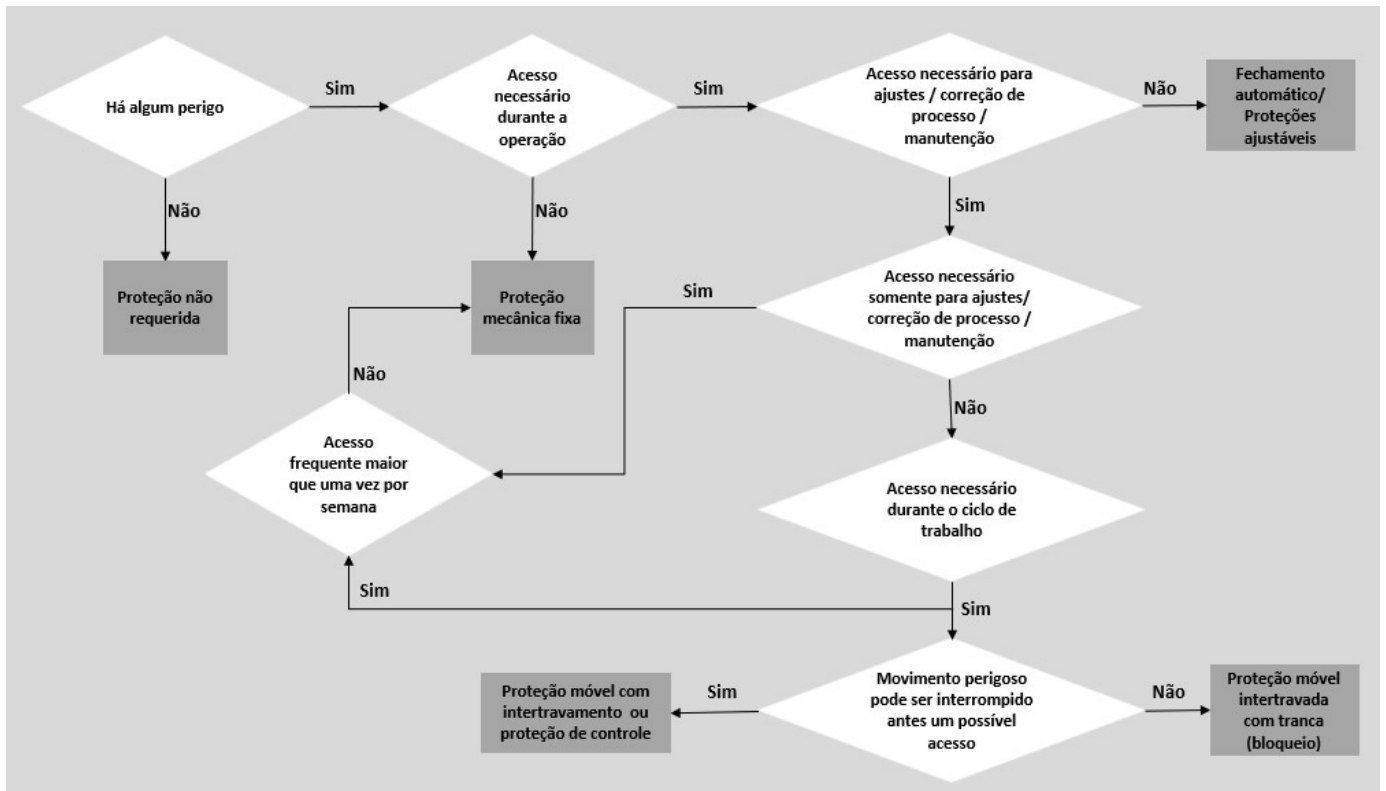


Figura 4 – Seleção do tipo de proteção

7.6.3 Proteções Fixas

As proteções fixas devem ser preferidas e utilizadas sempre que possível (sem acesso frequente).

As proteções fixas só devem ser abertas ou removidas com o uso de uma ferramenta.

Os elementos de fixação (porcas, parafusos, etc.) devem permanecer ligados às proteções ou à máquina quando às proteções forem removidas.

As proteções não devem permanecer no local quando seus elementos de fixação forem removidos.

As proteções, sempre que possível, devem ter um peso, dimensão e forma que permitam o manuseio fácil e seguro por uma única pessoa, para fins de manutenção.

As aberturas adjacentes às partes móveis (pontos de aprisionamento) devem ser inferiores a 4 mm. Algumas aplicações permitem aberturas maiores (por exemplo, 5mm para transportador). Se essa abertura não puder ser atendida, é requerida proteção de tipo fixa de enclausuramento.

A proteção fixa de perímetro, ou seja, as grades/cercas de segurança, devem ter pelo menos 1,6 m de altura do nível do solo sem bases. A altura, localização e aberturas das grades devem ser definidas de acordo com o processo e a zona de perigo, como altura do perigo ou distância vertical ao perigo. Veja também seção 7.8.

As aberturas por baixo das grades de segurança ou barreiras devem ser de 180 mm ou menos para evitar o acesso das pessoas.

7.6.4 Proteções Móveis

Todas proteções móveis devem ser intertravados para que a abertura da proteção pare os movimentos perigosos e corte todos os suprimentos de energia. Deve ser considerado o seguinte:

- Frequência de acesso;
- Tempo de execução;
- Requisitos higiênicos;
- Autoteste do dispositivo de intertravamento.

Proteções móveis intertravadas devem:

- Permanecer fixadas à máquinas quando estiverem abertas, se possível;
- Ser projetadas e construídas de tal forma que possam ser ajustadas apenas por meio de uma ação intencional.

Todas proteções móveis devem ser associadas a um dispositivo de intertravamento:

- Controlado/monitorado pelo sistema de comando de segurança da máquina;
- Que impeça o início de funções perigosas de máquinas até que as proteções estejam fechadas;

Rev.: 00 – 25/11/2021

- Que gere um comando de parada sempre que as proteções forem abertas;
- O fechamento da proteção não deve ligar a máquina.

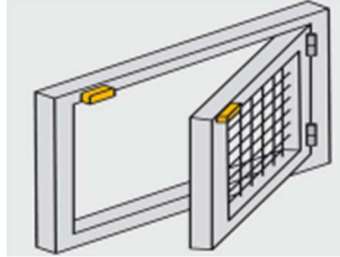


Figura 5 – Proteção móvel intertravada com dispositivo de bloqueio associado

Os dispositivos de intertravamento devem:

- Ser instalados positivamente (não acionados com a proteção fechada);
- Ser adequadamente fixados para evitar desmontagem manual ou fácil ajuste (fixações anti-burla);
- Não ser usados como batente mecânico ou de retenção, a menos que especificamente projetados para tal;
- Permitir sua substituição sem ajustes adicionais;
- Não ser facilmente burlados ou manipulados (parafusos, moedas, pinos, folhas metálicas, ferramentas manuais da máquina etc.).

Onde for possível que uma pessoa atinja a zona de perigo antes que os movimentos perigosos parem, as proteções móveis devem ser instaladas com um dispositivo de trava de proteção para:

- Evitar o início de funções perigosas até que a proteção esteja fechada e travada;
- Manter a proteção fechada e trancada até que o risco de lesão das funções perigosas tenha cessado, incluindo movimento por inércia;
- Evitar o reinício da máquina ao fechar e travar as proteções.

As proteções móveis de intertravamento devem ser projetadas de tal forma que a sua ausência ou falha de um de seus componentes impeça a partida ou pare as funções perigosas.

Todas as proteções móveis devem ter dispositivos que impeçam que uma pessoa fique presa dentro das proteções.

Idealmente os acessos de uma máquina não devem permitir o acesso para outras máquinas. Quando isto não for possível, proteções ou portas intertravadas que fornecem acesso a várias máquinas devem cumprir as seguintes condições:

- A energia para todas as máquinas deve ser removida após a abertura de qualquer proteção ou porta;
- Deve-se fornecer separação física suficiente entre as máquinas que permanecem alimentadas e a máquina que está sendo acessada.

- As proteções e/ou barreiras devem ser instaladas para evitar que as pessoas que acessam as máquinas atinjam os perigos que não podem ser controlados pela proteção de acesso.

As proteções ou portas de segurança devem ser projetadas para que, quando abertas para acesso e entrada em uma área, sejam mecanicamente impedidas de trancar inadvertidamente um indivíduo na máquina fechando e travando.

- Os sistemas de proteção com bloqueio de portas devem ser fornecidos com mecanismo de saída de emergência.

7.6.4.1 Proteções de Controle

As proteções intertravadas de controle podem ser implantadas com uma função de partida sem a necessidade de uma função de rearme (reset). Este tipo de proteção só pode ser usado se todos os requisitos indicados abaixo forem atendidos:

- Todos os requisitos de proteções móveis intertravados são atendidos;
- O tempo de ciclo da máquina é curto;
- O tempo máximo de abertura da proteção é limitado a um valor pré-definido e se essa duração de tempo for excedida é necessário rearmar;
- As dimensões e o posicionamento da proteção não permitem que ninguém fique entre a proteção e zona perigosa;
- Medidas são aplicadas para a falha de funções relacionadas com a proteção de controle para não levar a uma partida inesperada da máquina;
- A proteção não pode fechar automaticamente, inesperadamente ou pelo seu próprio peso.

7.6.5 Outros Tipos de Proteções

7.6.5.1 Proteções Operadas por Energia

Este tipo de proteção não é operado manualmente, mas com atuadores (pistões pneumáticos, motores com cremalheira etc.). A borda de fechamento da proteção deve ter um batente de segurança ou medida de segurança equivalente para eliminar os riscos de esmagamento.

7.6.5.2 Proteções Ajustáveis

Esse tipo de proteção não deve ser selecionado como primeira escolha, mas apenas se nenhuma outra opção for possível e com base na apreciação de risco (HRN) ou norma técnicas específicas (Tipo C).

As proteções ajustáveis que restringem o acesso às partes móveis estritamente necessárias para o trabalho devem ser:

- Ajustáveis manual ou automaticamente, dependendo do tipo de trabalho envolvido; e
- Prontamente ajustáveis sem o uso de ferramentas.

7.7 Dispositivos de Proteção

7.7.1 Equipamento de Proteção Eletro-Sensível (ESPE)

Os dispositivos ESPE só devem ser utilizados quando o acesso contínuo a uma máquina for necessário, por exemplo, carga manual e descarga de peças, ou nos casos em que uma proteção mecânica não seja adequada.

Os dispositivos ESPE devem ser instalados de tal forma que, quando forem acionados:

- Os movimentos e partes perigosas parem;
- Não seja possível que uma pessoa alcance as partes perigosas, até que estas partes cheguem a uma parada completa;
- Não seja possível alcançar partes perigosas por cima, por baixo, através ou ao redor da ESPE.

Os dispositivos ESPE são dispositivos de segurança e devem obedecer à IEC 61496 e estar conectados adequadamente ao sistema de comando relacionado à segurança.

O “muting” dos dispositivos ESPE, ou feixes individuais, só será permitido em situações detalhadas em normas específicas da máquina.

Se houver perda de energia no dispositivo ESPE, este deve iniciar um comando de parada imediata para o sistema de comando de segurança das máquinas.

O campo de sensoriamento efetivo deve ser de altura, largura e profundidade adequadas para proteger a área e o tempo de resposta utilizado na fórmula de distância de segurança, explicado na seção 7.8.6. Este deve considerar o tempo máximo (pior caso) de resposta levando em consideração o impacto dos ajustes de sensibilidade e mudanças ambientais (por exemplo, fumaça, poeira, neblina, vibração ou diminuição das fontes luz) de tal forma que ocorra um aumento no tempo de resposta ou sensibilidade ao objeto. O dispositivo não deve deixar de responder a uma intrusão devido à presença de um objeto/local de trabalho reflexivo ou que cause interferência.

Onde for possível que uma pessoa fique entre um dispositivo ESPE e as partes móveis de uma máquina, medidas adicionais devem ser instaladas para garantir que a máquina não possa ser iniciada quando uma pessoa estiver nesta área.

Quando o dispositivo ESPE estiver alimentado, o circuito de segurança da proteção do perímetro da célula de trabalho deve ser operado automaticamente. O rearme ou reset do dispositivo ou do circuito de segurança da proteção do perímetro NÃO deve ser, por si só, capaz de reiniciar a máquina, a menos que seja especificamente projetado para isto.

7.7.2 Dispositivos de Proteção Optoeletrônicos Ativos (AOPD)

Os seguintes requisitos do AOPD devem ser aplicados às cortinas de luz, scanners de segurança, câmeras de segurança e quaisquer outros dispositivos de segurança usando feixes de luz para detectar e proteger as pessoas.

Tipo AOPD	PL Alcançável
2	a, b, c
3	a, b, c, d
4	a, b, c, d, e

Tabela 6 – Tipo de AOPD e valores PL atingíveis

Normalmente, os sistemas com Cortina de Luz ou Multi Feixe são do Tipo 4 e os Scanners de Área são do Tipo 3. O AOPD tipo 2 só deve ser utilizado quando houver evidências documentadas de que é considerado adequado com base na apreciação de risco (HRN).

7.7.2.1 Funções Especiais de AOPD (Muting/Blanking)

O Muting é a desativação temporária e controlada automaticamente da função de um dispositivo de proteção durante o funcionamento normal (por exemplo, para permitir a carga ou descarga de materiais) por partes relacionadas à segurança do sistema de comando.

O Muting pode ser usado em conjunto com qualquer dispositivo de proteção que sinalize eletricamente uma parada.

O Muting é permitido quando:

- Durante o muting, as condições seguras são fornecidas por outros meios para que o perigo não possa ser acessado sem que uma parada seja iniciada e, portanto, nenhuma pessoa seja exposta ao perigo;
- O sistema de muting é projetado e instalado de acordo com o desempenho do circuito de segurança;
- Desempenho necessário para o dispositivo entrar em muting. No caso de uma falha subsequente:
 - O Muting deve ser evitado até que a falha seja corrigida;
 - A presença no espaço protegido do muting é continuamente monitorada;
 - Ao final do muting, todas as funções de segurança devem ser restabelecidas;
 - Um sinal de aviso indicando muting deve ser fornecido.

O Blanking é a desativação de um segmento específico (números predeterminados de feixes de luz etc.), permanente ou temporariamente, de um dispositivo de proteção durante o funcionamento normal por propriedades ou programação do equipamento relacionado. O Blanking permanente só é aceitável se houver um elemento fixo na área de proteção do dispositivo. Ambas as funções do Blanking só podem ser usadas se não houver possibilidade de acesso à área de risco através do Blanking do dispositivo.

7.7.3 Tapetes de Segurança e Pisos de Segurança

Quando a força de atuação for aplicada, o dispositivo de chaveamento de sinal de saída mudará de um estado energizado para um estado desenergizado. Permanecerá no estado desenergizado pelo menos se a força de atuação for aplicada. No caso de dispositivos com rearme, o dispositivo de chaveamento de sinal de saída só deve mudar para o estado energizado após a aplicação de um sinal de reset assim que a ativação for removida.

O circuito através do tapete/piso deve ser monitorado por uma unidade de comando com nível de desempenho de segurança.

Quando uma área de sensoriamento efetiva é construída a partir de mais de um sensor (tapete) ele não deve ter zona morta.

A superfície superior deve ser de um material que resista a sua característica de operação.

A superfície superior não deve apresentar risco de ficar escorregadia devido ao desgaste ou aos efeitos dos líquidos.

O cálculo da distância de segurança deve ser aplicado para tapetes/pisos de segurança se eles realizarem uma reação de parada ou para garantir que uma pessoa não possa evitar sua atuação (pular sobre o tapete/piso de segurança).

7.8 Distância de Segurança

7.8.1 Distâncias de Segurança para Impedir o Acesso de Membros Superiores

- Alcance por Cima

Quando é possível alcançar por cima, se houver baixo risco (lesões normalmente tratadas por primeiros socorros) na zona de perigo, então a altura (h) da zona de perigo deve ser de 2500 mm ou mais. Se houver alto risco (lesões além de primeiros socorros) na zona de perigo, então a altura (h) da zona de perigo deve ser de 2700 mm ou mais.

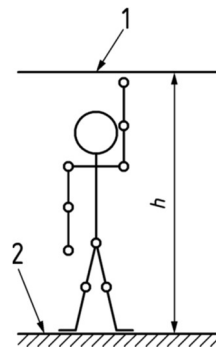


Figura 6 – ISO 13857 altura para evitar alcance por cima

Legenda:

1 – Zona de perigo

2 – Plano de referência

h – Altura de zona de perigo

7.8.2 Alcance por Cima de Estruturas de Proteção

Para definir a distância do perigo ou da altura da estrutura de proteção, deve-se utilizar a tabela a seguir. As informações na tabela dão a relação entre altura da zona perigosa, altura da estrutura de proteção e distância entre estrutura e a zona de perigo.

NOTA: Se um número (entre altura ou distância) não for encontrado na tabela, deve-se arredondar para o número que representa a condição mais segura.

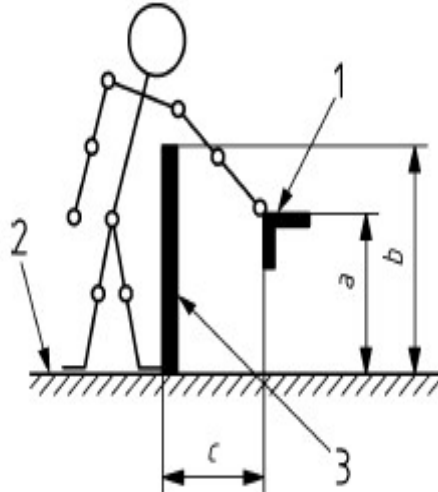


Figura 7 – ISO 13857 alcance sobre estruturas de proteção

Legenda:

1 – Zona de perigo

2 – Plano de referência

3 – Proteção mecânica

a – Altura do perigo

b – Altura da proteção

c – Distância entre o perigo e a proteção

Dimensões em milímetros

a, altura do ponto da zona de perigo mais próximo a área de alcance dos membros superiores ¹	b, altura da estrutura de proteção ^{2,3}									
	b									
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500	2 700
	c, distância horizontal do ponto da zona de perigo mais próximo a 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

¹ Para zonas de risco acima de 2 700 mm, consultar 4.2.1.

² Estruturas de proteção menores que 1 000 mm de altura não estão incluídas porque elas não restringem suficientemente o movimento do corpo.

³ Estruturas de proteção menores que 1 400 mm não devem ser aplicadas sem medidas de proteção adicionais.

Tabela 7 – (Tabela 6 da ISO 13857) Definição da altura ou distância de proteções

7.8.3 Alcance ao redor

Para eliminar o alcance do braço ao movimento perigoso, é fornecida uma distância de segurança de pelo menos 850 mm entre o movimento e a proteção.

Se essa distância não for alcançada, devem ser tomadas medidas especiais e utilizadas as dimensões indicadas abaixo.

Dimensões em milímetros

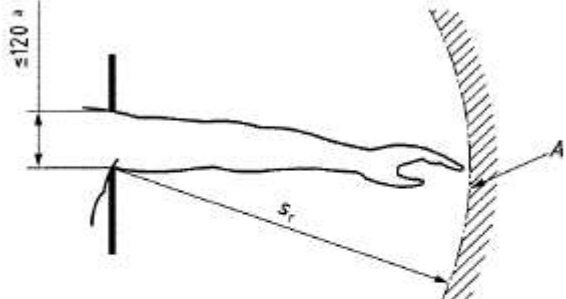
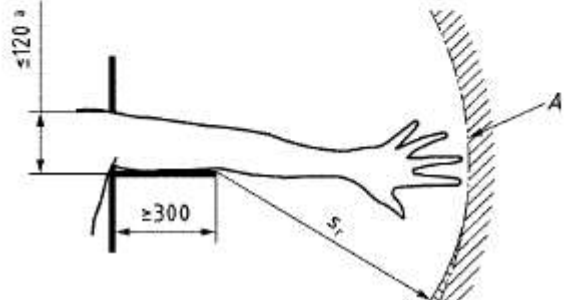
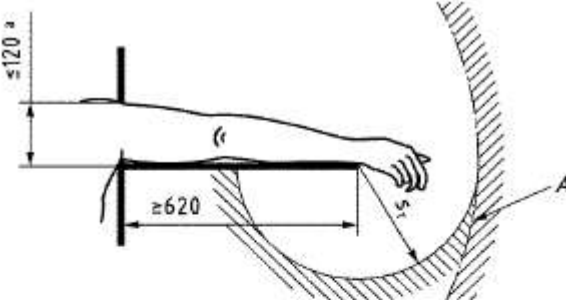
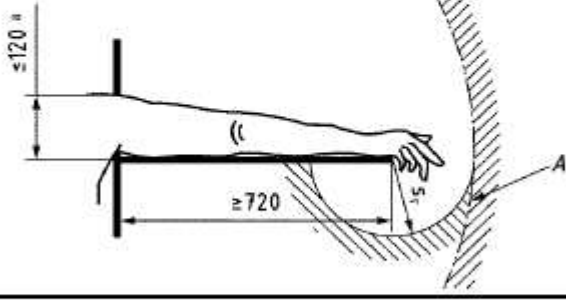
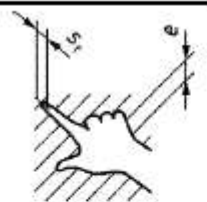
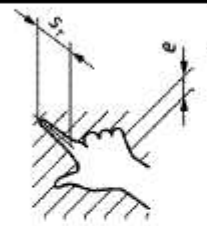
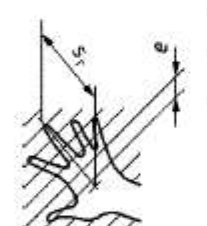
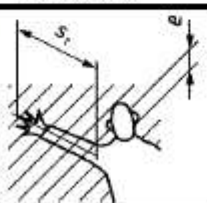
Limitação de movimento	Distância de segurança à zona de perigo, s_r	Ilustração
Limitação de movimento apenas no ombro e na axila	≥ 850	
Braço apoiado até cotovelo	≥ 550	
Braço apoiado até o pulso	≥ 230	
Braço e mão apoiados até a junta articular	≥ 130	
<p>Legenda</p> <p>A Amplitude do movimento do braço</p> <p>s_r Distância radial de segurança</p> <p>^a Diâmetro de uma abertura circular ou o lado de uma abertura quadrada ou a dimensão mais estreita de uma fenda.</p>		

Tabela 8 – (Tabela 7 da ISO 13857) Alcance ao redor de aberturas em proteções

7.8.4 Alcance através de aberturas

Para não alcançar os perigos através das aberturas nas estruturas de proteção, devem ser utilizadas as dimensões indicadas na tabela abaixo:

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 que parte do corpo tem seu acesso restrito pelo tamanho da abertura.

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

Tabela 9 – (Tabela 4 da ISO 13857) Alcance através de aberturas em proteções

7.8.5 Distâncias Seguras Mínimas Entre Partes Móveis que Criam um Risco de Esmagamento

Os espaçamentos mínimos para evitar o esmagamento de partes do corpo humano entre partes móveis ou entre peças móveis e fixas devem ser consideradas de acordo com a Tabela 10

Dimensões em milímetros





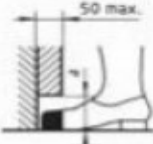


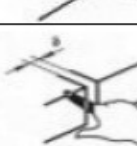
Parte do corpo	Folga mínima a	Ilustração
Corpo	500	
Cabeça (posição menos favorável)	300	
Perna	180	
Pé	120	
Dedos do pé	50	
Braço	120	
Mão / Pulso / Punho	100	
Dedo da mão	25	

Tabela 10 – (Tabela 1 da ISO 13854) Folgas mínimas para evitar esmagamento de partes do corpo humano

7.8.6 Distância de Segurança em Relação à Velocidade de Aproximação

As funções de segurança devem garantir que o movimento perigoso pare antes que a pessoa possa ter acesso ao perigo. A fórmula de distância segura é fundamental para determinar que o sistema responderá corretamente e a instalação adequada do perigo seja determinada. Normalmente, a distância de segurança em relação à velocidade de aproximação é relevante para dispositivos de sensoriamento de presença (exemplos: cortina de luz, scanners, radares, câmeras de segurança etc.), proteções mecânicas intertravadas, e bimanual.

A fórmula para distância segura da ISO 13855 é a seguinte:

$$S = K \times T + C$$

Onde:

S = A distância mínima e segura entre o dispositivo de proteção e o perigo mais próximo.

K = Velocidade constante derivada de dados sobre velocidades de aproximação do corpo ou partes do corpo (tipicamente 1,6 ou 2,0 m/seg.), se S estiver <500 mm, K = 2,0 m/seg. Se S >500 mm, K = 1,6 m/seg.

T = t1+t2 = Desempenho geral de parada do sistema em segundos.

t1 = tempo máximo de parada da máquina (em segundos).

t2 = tempo de resposta do dispositivo de sensoriamento de segurança e circuitos de intertravamento de segurança relacionados (em segundos).

C = uma distância adicional. C depende da capacidade de detecção (d) do dispositivo de proteção. A capacidade de detecção (d) é fornecida pelo fabricante do componente. Tipicamente, C = 8(d-14 mm) para dispositivos de alta resolução, mas não menos que 0.

7.9 Segurança em Sistemas de Fluidos

Os sistemas de fluidos que realizam funções de comando relacionados à segurança devem ter nível de desempenho (PL) em conformidade com a seção 7.11 para garantir a confiabilidade dos sistemas;

As seguintes medidas protetivas devem ser tomadas para garantir o funcionamento adequado dos sistemas de fluidos:

- Garantir a qualidade dos fluidos conforme norma ISO 8573-1;
- Regulagem da pressão dos fluidos para garantir o limite estabelecido em projeto;
- Instalação de válvulas de alívio para garantir que o sistema não ultrapasse o limite máximo estabelecido;
- Instalação de sistema para evitar aquecimento do excessivo dos fluidos;
- Eliminação de vazamentos que possam causar perigos e redução de velocidades e forças;
- Garantir que a carga, o curso e a fixação dos atuadores sejam suficientes para evitar flambagem e flexão de suas hastes;
- Arranjo físico desencoraje o uso da tubulação como escada e suporte para equipamentos;
- Onde falhas de mangueiras ou tubulação podem causar o efeito de chicoteamento, deve-se contê-las por meios mecânicos (amarrações, malhas de proteção, calhas mecânicas) ou por meios ativos como “fusíveis de ar”;
- Para manter a posição dos pistões, deve-se utilizar meios ativos (válvulas de retenção pilotadas) ou meios passivos (freios de haste) e evitar quedas ou partidas inesperadas.

7.10 Dispositivos de Parada de Emergência

Medidas protetivas adicionais devem parar a máquina em estado de emergência, a menos que seja declarado o contrário. O objetivo desses dispositivos de parada de emergência é acionar e iniciar a função de parada de emergência para evitar situações reais ou emergenciais.

As máquinas devem ser equipadas com um ou mais dispositivos de parada de emergência para permitir a parada da máquina em caso de emergência, removendo a potência dos atuadores da máquina nas melhores condições possíveis:

- Interrompendo imediatamente o poder dos atuadores (Categoria de parada 0) ou;
- Parada controlada (Categoria de parada 1): Os atuadores permanecem alimentados até uma parada completa. Uma vez que a máquina parou, a energia é interrompida.

O controle de um dispositivo de parada de emergência deve cobrir toda a máquina. Se diferentes zonas de áreas de controle forem necessárias ou parar todas as máquinas ligadas criar riscos adicionais, uma ou mais zonas de controle diferentes podem ser especificadas para cada dispositivo de emergência. Neste caso, cada dispositivo de parada de emergência deve ter uma identificação breve descrevendo qual a área afetada pelo dispositivo de parada em particular. Um dispositivo de parada de emergência de uma zona afeta apenas os componentes controlados por essa zona.

O dispositivo de parada de emergência deve:

- Sobrepor todas as outras funções e modos de operação;
- Ser claramente identificável, rapidamente acessível, ser fácil de ativar e ter dispositivos de controle claramente visíveis;
- Parar o processo perigoso dentro de um período de controle claramente definido, não criando riscos adicionais nem afetando equipamentos adjacentes que não representam um perigo;
- Não pode ser burlado ou suspenso a partir de outros locais ou por modos de operação;
- Uma vez que a operação ativa do dispositivo de parada de emergência tenha cessado, seguindo um comando de parada, esse comando:
 - Deve ser mantido até o seu reinício manual;
 - Deve manter qualquer tipo de comando de início não operacional;
- Ser acionado com a mão e localizado entre 0,6 m e 1,7m acima do piso;
 - Dispositivos de acionamento com o pé devem ser localizados no nível do piso;
- Dispositivos elétricos de parada de emergência devem aplicar o princípio de ação de abertura direta com travamento mecânico;
- Os dispositivos de parada de emergência pneumáticos/hidráulicos devem aplicar o princípio de ação mecânica positiva (direta) com travamento mecânico;
- Ser instalado em local que evite atuação não intencional.

Se uma linha consiste em mais de um equipamento interligado, as diferentes paradas de emergência precisam ser integradas em um único sistema. O número, o tipo e a localização

das paradas de emergência (bem como a seleção de sistemas globais, células ou de zona) devem ser determinados com base em uma apreciação de risco.

Dispositivos operacionais separados devem ser usados para o controle de parada operacional e o controle de parada de emergência. Esse requisito se aplica mesmo nos casos em que ambos os dispositivos (exemplo: botão, corda etc.) tem o mesmo efeito.

Pelo menos um dispositivo de parada de emergência deve ser fornecido em cada estação do operador, em locais onde a intervenção/interação com máquinas/processo é necessária ou esperada. Se todos os dispositivos de parada de emergência estiverem posicionados em botoeiras móveis (controle com cabo ou controle remoto sem fio), medidas adicionais para detectar dispositivos ativos devem ser tomadas (exemplo: relé de segurança, detecção de comunicação, outros), e pelo menos um dispositivo deve ser instalado permanentemente.

Os dispositivos de parada de emergência devem ser medidas complementares para outras medidas de proteção de máquina. Eles não podem ser usados como um substituto para medidas de proteção, outras funções (ou seja, parada operacional, desligamento de máquina, aplicações de bloqueio de energias perigosas etc.) ou funções de segurança.

A função de parada de emergência deve ser implementada de forma confiável de controle que incorpore circuitos de duplo canal e apenas por componentes eletromecânicos com fio ou elementos lógicos de segurança (ou seja, relés de segurança, PLC's de segurança).

A parada de emergência deve funcionar independentemente do controlador de automação do sistema.

O símbolo mostrado na figura abaixo pode ser usado em vez da identificação com texto.



Figura 8 – Símbolo de parada de emergência

7.10.1 Botão de Parada de Emergência

O Botão de parada de emergência é o dispositivo de parada de emergência mais comum usado nas máquinas.



Figura 9 – Botão de parada de emergência

Os botões de parada de emergência devem:

- Atender a todos os requisitos de dispositivos de parada de emergência;
- Ter o atuador vermelho sobre um fundo amarelo;
- Ser do tipo contato retentivo;
- Ser ativados facilmente pela palma da mão; e
 - Se houver, quaisquer proteções ou chaves, estas não devem impedir o acionamento pela palma da mão ou criar riscos adicionais;

Uma vez que o acionamento do dispositivo de parada de emergência foi terminado, seguindo um comando de parada, esse comando:

- Deve ser sustentado pelo travamento do botão de parada de emergência até que essa trava seja especificamente liberada (destravado);
- Deve ser possível ativar o botão de emergência sem acionar um comando comum de parada;
- Deve ser possível destravar o botão de emergência apenas por uma ação deliberada;
- O destravamento do botão de emergência não deve reiniciar a máquina, mas apenas permitir o rearme / reset.

7.10.2 Chave Tipo Corda de Emergência

Se o projeto da máquina não permitir a colocação de botões de parada de emergência de fácil acesso, podem ser usadas chaves tipo corda de emergência, com monitoramento de esticamento da corda.

As cordas vermelhas de emergência devem estar disponíveis de cada lado da máquina. As cordas devem estar localizadas em local de fácil alcance, e devem permitir o rearme sem abertura de portões ou remoção de proteções.

Uma única corda pode ser permitida se puder ser alcançada de ambos os lados.

As seguintes diretrizes devem ser aplicadas para corda/cabo de parada de emergência:

- Deve ser claramente identificada para garantir visibilidade. (Bandeiras de marcador vermelho-amarelo quando necessário);
- A corda puxada ou empurrada em qualquer direção ou ao longo de seu eixo deve acionar o dispositivo de emergência;
- Um comando de parada de emergência deve ser iniciado em caso de quebra, perda de tensão ou destravamento;
- O ajuste de tensão deve ser possível com o uso uma ferramenta;
- Os pontos de reset devem ser localizados de forma que toda a extensão do cabo/corda seja visível a partir do local de reset. Se isso não for possível, medidas adicionais devem ser tomadas;
- A parada de emergência deve ser ativada a partir de qualquer parte do cabo;

- Os sistemas de corda de emergência devem ser verificados periodicamente para garantir a função conforme projetado.

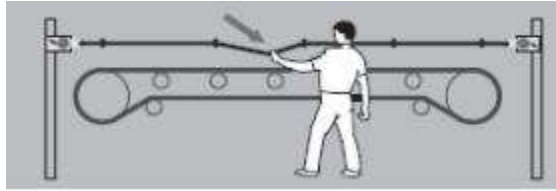


Figura 10 – Exemplo de um cabo de tração de emergência

Toda máquina deve ser inspecionada para encontrar a razão do acionamento do dispositivo de emergência antes de destravar e reiniciar a máquina. O motivo do acionamento deve ser documentado.

7.10.3 Dispositivos de Acionamento com o Pé ou Alças de Segurança

Outros dispositivos ou mecanismos para acionar funções de parada de emergência podem ser implementados em máquinas, como barras, placas ou alças acionadas pelo pé ou de outra forma para fins de parada de emergência.

Esses mecanismos não devem ser utilizados em lugar dos dispositivos de parada de emergência padrão explicados acima, mas apenas ser complementares a eles. Alguns desses dispositivos são obrigatórios para tipos específicos de máquinas, conforme indicado em suas normas relacionadas ao Tipo C.

O acionamento deve ser possível ao longo da extensão das partes acionáveis (ou seja, pedal, barra, placa, alça etc.)

Estes dispositivos não são projetados como tipos de travamento, mas, em vez disso, retornam à sua posição original após o acionamento. É por isso que esses dispositivos nunca podem ser usados para a auto iniciação das máquinas.

Os pedais para dispositivos de parada de emergência não devem ter coberturas protetoras sobre ou ao seu redor. Eles só devem ser usados se não houver outras soluções como um dispositivo de parada de emergência aplicável.

7.11 Sistema de Comando de Segurança

As Partes de Sistemas de Comando Relacionadas à Segurança (SRP/CS) são as partes de um sistema industrial ou de controle de processos que executa funções especificadas para alcançar ou manter um estado seguro da máquina/processo quando condições de processo inaceitáveis ou perigosas são detectadas.

O projeto de um sistema de comando de segurança é parte de um ciclo que deve se iniciar na apreciação de risco, que é a base para a definição do nível de desempenho requerido (PLr) e terminar com a validação do sistema, onde se verifica se atende aos requisitos de confiabilidade e disponibilidade necessários para as funcionalidades de segurança.



Figura 11 – Ciclo de um sistema de comando seguro

Estrutura de um sistema de comando seguro:

- Duplo canal separado (recomendado);
- Estrutura diversificada usando diferentes hardwares;
- Entradas e saídas são constantemente testadas;
- Os dados do usuário são constantemente comparados;
- Funções de monitoramento de tensão e tempo;
- Desligamento seguro em caso de falha/perigo.

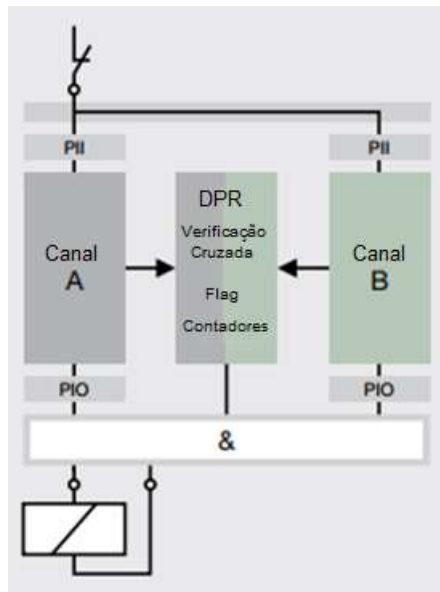


Figura 12 – Estrutura de um Sistema de Comando Seguro

Os sistemas de comando de segurança devem ser implementados sempre que uma falha no sistema de comando possa causar um ferimento ou aumentar a probabilidade de ferimentos.

Os sistemas de comando de segurança devem ter uma confiabilidade maior em comparação com as funções de controle padrão. O aumento da confiabilidade pode ser alcançado por:

- Aumento da confiabilidade dos componentes;
- Alteração da estrutura do sistema de comando (ou seja, redundância e monitoramento);
- Ambos acima.

Todos os componentes do sistema de comando de segurança devem ser testados e certificados para uso em sistemas de comando de segurança. O desempenho dos sistemas e componentes deve ser validado de acordo com as normas internacionais ou nacionais relevantes (ISO 13849 ou IEC 62061).

Os sistemas de comando de segurança de processos devem cumprir com os requisitos do PNR-000081 – Instrumentação e Controle - Sistema de Supervisão e Controle - Sistema Instrumentado de Segurança (SIS).

7.11.1 Categorias de Segurança

Uma informação mais detalhada é dada no anexo C.

I. Categoria B

Os SRP/CSs e/ou seus equipamentos de proteção, bem como seus componentes, devem ser projetados, construídos, selecionados, montados e combinados de acordo com as normas pertinentes e utilizando princípios básicos de segurança para que possam suportar a influência esperada.

É o nível mais baixo de categorias de segurança em uma arquitetura de um único canal. Os componentes não precisam ser equipamentos de segurança especiais.

II. Categoria 1

Serão aplicados os requisitos da categoria B. Além disso, devem ser utilizados componentes e princípios de segurança bem testados e experimentados. Ainda usa uma arquitetura de um único canal, mas usando componentes específicos adequados à tarefa de segurança. A confiabilidade é maior que a Categoria B.

III. Categoria 2

Serão aplicados os requisitos da categoria B e princípios de segurança bem testados e experimentados. A função de segurança deve ser verificada em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina.

Um segundo canal deve ser fornecido nesta categoria, mas não na extensão das outras categorias.

IV. Categoria 3

Serão aplicados os requisitos da categoria B e princípios de segurança bem testados e experimentados. A função de segurança deve ser projetada para que:

- Uma única falha em qualquer uma dessas partes não leve à perda da função de segurança; e
- Sempre que razoavelmente possível, essa falha seja detectada.

É usada arquitetura redundante com algum monitoramento da função de segurança.

V. Categoria 4

Serão aplicados os requisitos da categoria B e princípios de segurança bem testados e experimentados. A função de segurança deve ser projetada para que:

- Uma única falha em qualquer uma dessas partes não leve à perda da função de segurança; e
- A falha seja detectada antes ou na próxima demanda sobre a função de segurança; um acúmulo de falhas não deve levar à perda da função de segurança.

É usada arquitetura e monitoramento redundantes em toda a extensão da função de segurança.

7.11.2 Níveis de Desempenho

A capacidade dos componentes de segurança de executar uma função de segurança é mostrada pela determinação do nível de desempenho. Tanto a estimativa quanto a validação dos níveis de desempenho (PL's) da função de segurança devem ser feitas.

O nível de desempenho (PL) do sistema de comando relacionado à segurança (SRP/CS) é determinado pelo seguinte:

- I. Valor $MTTF_D$ para cada componente único;
- II. DC;
- III. CCF;

Rev.: 00 – 25/11/2021

- IV. A arquitetura de conexão;
- V. Software relacionado à segurança;
- VI. Falhas sistemáticas;
- VII. A capacidade de executar uma função de segurança em condições ambientais esperadas.

Há 5 níveis de PL indicados com letras. PL a é o nível mais baixo e PL e é o mais alto.

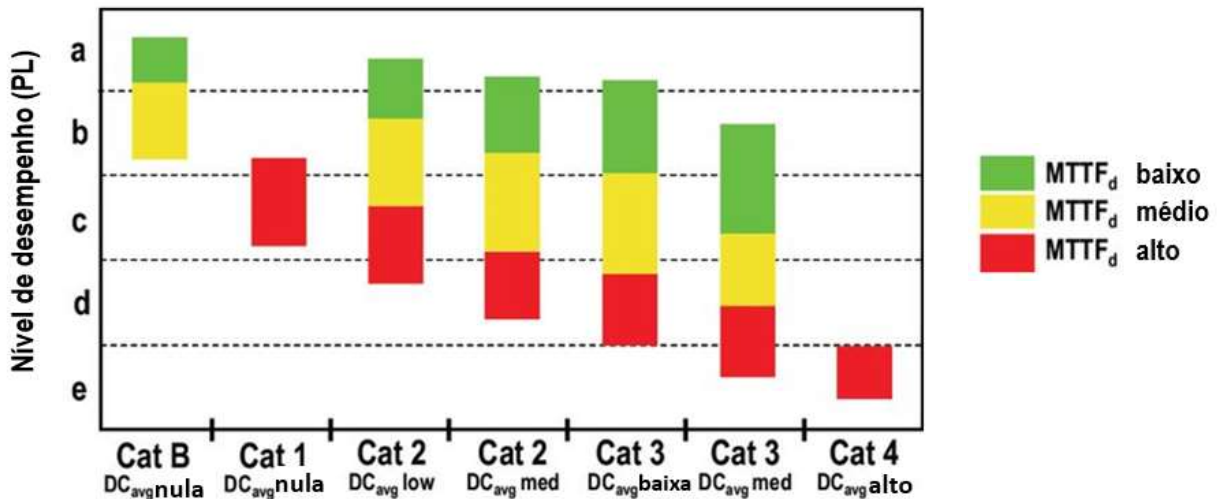


Figura 13 – Relação do PL com Categoria, DC e MTTF_d

7.11.3 Determinação do nível de desempenho requerido (PLr)

O nível de desempenho requerido das funções de segurança é definido de acordo com o nível de risco mais alto que está relacionado.

Os resultados obtidos a partir da apreciação de risco definem o nível de desempenho requerido (PLr) e a categoria de segurança que devem ser utilizados na função de segurança relacionada. (Ver tabela abaixo)

Nível de risco inerente do perigo sem a proteção	PLr	Categoria de Segurança Min
Baixo	c	1
Média	d	3
Alto	d	3
Muito Alto	e	4

Tabela 11 – Relação do nível de risco com PLr e Categoria de Segurança

Um método alternativo para determinar o PLr é utilizar a norma ISO 13849-1 - Segurança de máquinas — Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança Parte 1: Princípios gerais de projeto (Anexo B).

7.11.4 Matriz de especificação relacionada à segurança para projetos de segurança

A matriz de especificações relacionadas à segurança (SRS) deve ser criada para determinar:

- Quais são as entradas do sistema de comando de segurança (código do equipamento e tipo de equipamento);
- Qual é o evento inicial dessas entradas;
- Em qual área da máquina estão localizados os dispositivos de entrada;
- Se eles já estão presentes na máquina ou recomendados/requeridos pela apreciação de risco;
- Quais são as saídas do sistema de comando de segurança (código do equipamento e tipo de equipamento);
- Qual é a ação resultante dessas saídas;
- Em qual área da máquina estão localizados os atuadores controlados por dispositivos de saída;
- A relação entre esses elementos de entrada e elementos de saída, se a alimentação do elemento de saída relacionado é desligada ou não se algum elemento de entrada específico for chaveado.

Máquina / Nome da linha				Tipo de saída	Painel Elétrico	Contator Duplo Canal
Matriz de especificações relacionadas à segurança				Código de saída		GHI789
Preparado por: data:				Ação resultante	Desligamento	Desligamento
				Área	Carregamento	Carregamento
Código de componentes	Nome do componente	Evento de iniciação		Existente /Planejado		
ABC123	Botão de parada de emergência	Acionamento	OFF	Existente	OFF	OFF
CDE456	Chave de intertravamento	Abertura da porta	OFF	Planejado	OFF	ON

Tabela 12 – Exemplo de matriz SRS

Esta matriz é importante para determinar se todas as funções de segurança foram corretamente projetadas e se todas as entradas (Intertravamentos, botões de emergência, scanners etc.) cortam corretamente todas as saídas (contatores, drives, válvulas etc.) relacionadas conforme especificado durante a apreciação de risco. Também auxilia na concepção das funções de segurança não existentes, mas necessárias.

O próximo passo após a criação da matriz SRS é validá-la. Esta etapa também é um dos requisitos necessários do processo de certificação de máquina. Neste processo, todas as entradas são acionadas manualmente na máquina, o corte do sinal de saída e a parada do atuador físico são confirmados.

7.12 Fontes de energia

Todos os sistemas de energia devem ser projetados e instalados de forma a não colocar em risco a segurança das pessoas que trabalham na máquina ou perto dela.

Todos os sistemas de energia devem ser claramente identificados, mostrando o tipo de energia e o nível (exemplos: pressão, tensão, corrente etc.).

Um dispositivo de isolamento seguro e, se necessário, um dispositivo de dissipação deve ser fornecido para cada fonte de energia.

Em caso de falha relevante na fonte de energia, devem-se considerar os aspectos de segurança da operação. A máquina deverá retornar a um estado seguro nesses casos.

A restauração da fonte de energia não reiniciará automaticamente a máquina. Uma ação deliberada do operador (reset e partida) deve iniciar o funcionamento automático da máquina.

7.12.1 Energia Elétrica

Quando a máquina tiver um fornecimento de eletricidade, ele deve ser projetado, construído e equipado de tal forma que todos os perigos de natureza elétrica sejam ou possam ser evitados.

Todas as medidas elétricas devem ter medidas de segurança suficientes para evitar que as pessoas entrem em contato com tensões vivas, seja por meios diretos ou indiretos.

Para energia elétrica, devem-se implementar os seguintes isoladores:

- Disjuntor;
- Interrupção do circuito;
- Chave seccionadoras;
- Se a corrente é < 32 A, uma tomada ou plugue é aceitável.

Os equipamentos elétricos devem ser instalados em um painel/armário elétrico que possuam;

- Um meio de interromper o fornecimento elétrico;
- Uma "Lâmpada de Indicação de Tensão" que acenderá se houver tensão no painel;
- Grau de nível de proteção (IP) adequado para o uso da máquina e para o ambiente de trabalho no qual está instalada. Um IP2X mínimo é necessário;
- Portas do gabinete que só devem ser abertas com uso de uma ferramenta e pelo pessoal autorizado;

- Componentes instalados no painel "à prova de toque", ou seja, as partes vivas expostas são protegidas por aberturas IP2X;
- Resfriamento interno adequado para os componentes e o ambiente instalado;
- Equipamentos necessários para controlar ou ajustar as características dos processos de forma acessíveis, sem abrir o painel;
- Iluminação fornecida para garantir que os trabalhos de manutenção possam ser realizados com segurança.

Todos os circuitos devem ser protegidos por um dispositivo de proteção de sobrecorrente adequado, ou seja, fusíveis, disjuntores, Disjuntor de Caixa Moldado (MCCB) ou Disjuntor em Miniatura (MCB).

A proteção de sobrecorrente deve ser instalada para proteger toda a instalação elétrica. O local preferido para o principal dispositivo de proteção de sobrecorrente é logo após o seccionador principal. Deve ser instalada proteção adicional dedicada de sobrecorrente para:

- Componentes que podem ser danificados pela passagem da corrente permitida pela proteção principal de sobrecorrente;
- Fontes de alimentação internas;
- Motores;
- Iluminação;
- Saídas de tomada para propósito geral.

Os circuitos para tomadas devem ser fornecidos com dispositivos de proteção de corrente residual (RCDs) com uma classificação máxima de 30mA com um tempo de intervalo de <30ms. Recomenda-se o uso de RCDs instantâneos sem atraso de tempo.

Devem ser tomadas medidas para evitar o mau funcionamento da máquina devido à interferência eletromagnética, como por exemplo a presença de máquinas de solda de arco. Estas medidas incluem:

- Utilização de componentes certificados em conformidade com a diretiva EMC;
- Uso de cabos blindados;
- Aterramento de todos os invólucros e gabinetes;
- Instalação de todos os componentes de acordo com as informações de uso;
- Uso de filtros de acordo com as instruções dos fabricantes.

Baixas tensões como 24VCC e 48VCC são recomendadas para circuitos de controle.

O circuito de controle CC deve ser alimentado a partir de uma fonte de alimentação separada montada dentro do painel de controle. Esta fonte de alimentação deve ser protegida contra a sobrecorrente.

Os circuitos de controle CA, se existirem, devem ser alimentados através de transformadores isolados, exceto para máquinas com menos de 3 kW com apenas um motor e no máximo dois dispositivos de controle externo. A tensão nominal dos circuitos de controle CA através de transformadores deve ser inferior a 250 VAC.

Todas as partes condutoras devem ser isoladas. O isolamento deve ser suficiente para suportar qualquer sobretensão prevista, mas no mínimo o dobro da tensão nominal.

Todas as partes metálicas expostas e superfícies condutoras devem ser conectadas diretamente a um condutor de terra. Os pontos de ligação de proteções devem ser marcados com o pictograma abaixo.



Figura 14 – Pictograma de ligação de proteção

Apenas um único condutor de terra deve ser conectado a cada terminal de terra.

A proteção de sobrecorrente deve ser dimensionada para operar quando quaisquer partes condutoras expostas se tornarem vivas. Caso contrário, é requerido um dispositivo de proteção de corrente de terra separado.

A marcação do equipamento em armários e tampas deve ser feita com etiquetas permanentes no equipamento.

A codificação de cores dos fios deve estar em conformidade com as cores da tabela abaixo.

Circuitos de energia CA e CC	PRETO
Neutro	AZUL
Circuitos de controle CA	VERMELHO
Circuitos de controle CC	AZUL ESCURO
Condutor protetor / ligação	VERDE AMARELO
Circuitos excepcionais*	LARANJA

Tabela 13 – Codificação de cores dos cabos

*Os circuitos excepcionais são os circuitos que não precisam ser desligados pelo dispositivo de desconexão de alimentação, ou seja, iluminação de painel.

Quando as legislações locais diferem da tabela acima, as legislações locais devem ser seguidas.

7.12.2 Energia Pneumática & Hidráulica

Os sistemas hidráulicos e pneumáticos devem ter medidores de pressão para indicar o valor de pressão atual.

A perda de pressão intencional ou não intencional não deve causar um perigo, como a queda de partes suspensas ou o movimento não intencional com o efeito da gravidade.

Os sistemas pneumáticos devem ter um sistema de "soft start" que previne o rápido aumento da pressão do sistema, especialmente na repressurização após uma dissipação, após a reconexão da fonte principal ter sido instalada em todas as máquinas.

Todos os elementos do sistema devem ter um código único afixado sobre ou perto do equipamento relativo aos desenhos técnicos.

I. Excesso de pressão

Uma proteção de sobrepresão, como uma válvula de alívio de pressão, deve ser fornecida no lado de descarga de cada fonte de pressão.

A pressão fixa da válvula de alívio não deve exceder 10% do maior valor da pressão máxima admissível do sistema ou do componente mais baixo classificado para pressão no circuito; o que for mais baixo. O valor definido será fixo, ou apenas pessoal autorizado pode alterá-lo.

Em caso de excesso de pressão, a descarga das válvulas de alívio deve ser direcionada para um local seguro.

II. Vasos de pressão

Todos os equipamentos e tanques destinados a conter substâncias a uma pressão maior que a pressão atmosférica normal devem ser projetados e construídos de tal forma que não criem quaisquer perigos adicionais.

Antes de serem colocados em serviço, todos os equipamentos devem ser testados pelo menos à pressão normal de trabalho.

Os tanques com volume superior a 2 litros devem ser testados a 1,5 vezes a pressão normal de trabalho prevista.

Uma placa de identificação deve estar presente em tanques indicando a temperatura mínima e máxima de trabalho, a pressão máxima de trabalho e a identificação regulatória.

Todos os vasos de pressão devem ser equipados com pelo menos um dispositivo de alívio de pressão, ajustado em 85% da pressão máxima de trabalho.

Deve possível drenar com segurança os vasos de pressão.

7.13 Partidas Inesperada e Controle de Energia Perigosa

Hoje em dia, a maioria dos acidentes acontece como resultado de uma partida inesperada de máquinas ou exposição inesperada a energias perigosas. As máquinas devem conter medidas que podem ser aplicadas através do sistema de controle ou manualmente para controlar energias perigosas. Veja a figura abaixo.

7.13.1 Níveis de Exposição a Energia Perigosa

Os níveis de exposição relacionados ao risco de energia perigosa e partidas inesperadas devem ser categorizados e vinculados a medidas específicas de segurança. Os níveis de exposição podem ser divididos de acordo com suas características e natureza da tarefa em 5 níveis (Ver Tabela 14). Os níveis de exposição "3 e 4" requerem ações específicas e cautela

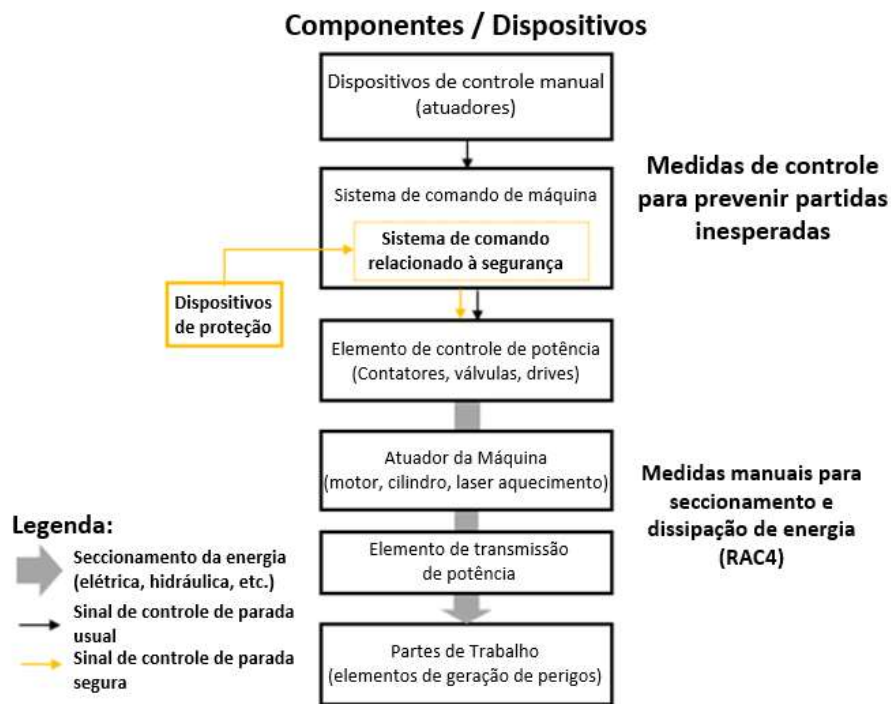


Figura 15 – Níveis de prevenção para partida inesperada

Tipos de exposição ao perigo	1	2	3	4	5
Características da tarefa	Trabalhar fora das proteções	Trabalhar através das proteções	Trabalhar dentro da máquina, por trás das proteções	Trabalhar perto de energia perigosa/movimentos	Trabalhar sem proteções, com desligamento total
Tarefa	Operação Normal		Desatolamentos / Alteração de ferramentas etc.	Configuração, ajuste, monitoramento de processos etc.	Manutenção
Medidas de segurança	Proteções fixas ou grade perimetral	Dispositivos de proteção	Chave de transferência (chave prisioneira), múltiplos resets, sistema de autorização por crachá, bloqueio parcial de energias perigosas etc.	Bloqueio parcial de energias perigosas / Medidas Alternativas	Bloqueio total de energias perigosas (RAC 4)

Tabela 14 – Nível de exposição

NOTA: O projetista deve interagir com as áreas de engenharia, manutenção e segurança para definir os dispositivos e proteções de máquina de acordo com o tipo de exposição que permita acessibilidade para a operação e manutenção.

- **NÍVEL 1**

O nível 1 significa que nenhuma exposição é necessária ou possível. O exemplo mais comum é observar a operação sem qualquer intervenção. O pessoal relacionado faz a tarefa fora das proteções e trata-se de tarefas operacionais normais em geral. Ninguém está dentro da zona perigosa que é coberta por proteções de segurança ou outras medidas de proteção.

- **NÍVEL 2**

O nível 2 inclui tarefas operacionais rotineiras através das proteções (exemplos: invadir a cortina de luz com alguma parte do corpo, em pé sobre um tapete de segurança, abertura de portas com chave de segurança etc.). Neste caso, as proteções devem atuar e o movimento da máquina deve parar. O exemplo mais comum são as tarefas de alimentação manual ou montagem relacionadas ao processo. Em geral, apenas uma pessoa está na zona de risco, mas é completamente monitorada e protegida por medidas de proteção. Nenhuma exposição a movimentos perigosos ou energias é possível enquanto as pessoas estiverem dentro ou perto da zona de perigo. Há um risco limitado de partida não esperada, por isso é essencial que o dispositivo de proteção seja totalmente capaz de detectar a invasão de pessoas.

- **NÍVEL 3**

O nível 3 inclui tarefas operacionais não rotineiras ou pequenas atividades de manutenção dentro da máquina que está por trás da proteção. O exemplo mais comum é o desatolamento, desobstrução ou operações de mudança de ferramenta. Enquanto a máquina desliga como resultado de uma função de segurança (exemplos: abrir uma porta ou passar por um sistema de feixe de luz) uma pessoa pode estar perto ou dentro da zona perigosa sem ser detectada por dispositivos de proteção. O risco de uma partida inesperada é alto, especialmente quando várias pessoas são necessárias para executar uma tarefa específica. Preferencialmente, dispositivos de sensoriamento de presença como scanners de área, tapetes de segurança etc. são usados e configurados adequadamente para cobrir a área interna e evitar a partida (o que transformaria essa exposição em um nível "tipo 2").

NOTA: as atividades a serem realizadas com exposição de nível tipo 3, são pré-estabelecidas e devem possuir procedimento e ART.

Exposições de nível "tipo 3" requerem ações específicas aprovadas (porque esse nível de exposição não pode ser alterado tecnicamente para "tipo 2) que podem incluir:

- Quando as portas travadas (bloqueáveis) são usadas como proteção, um sistema de transferência de chave permite que o pessoal autorizado mantenha sua "chave para a segurança";
- Sequência de reset múltiplo, por exemplo, um "Pré-Reset" precisa ser ativado dentro da célula e dentro de um período de tempo seguido pelo "Reset normal" fora de uma célula (área perigosa), forçando a inspeção e certificação de ausência de pessoas dentro da área perigosa;
- Sistema de Bloqueio e etiquetagem de energias perigosas (Parcial) ou sistema de autorização por crachá para identificação de entrada na célula.

- **NÍVEL 4**

O nível "tipo 4" inclui tarefas em que o trabalho precisa ser realizado perto de energias e/ou movimentos perigosos. Trata-se de atividades de ajuste ou monitoramento de processos ou algumas atividades de manutenção ou configuração (exemplos: ajuste de trajetória de robô, calibração de balança). O risco de partida inesperada ou exposição a energias perigosas é extremamente alto, especialmente quando várias pessoas estão envolvidas. Preferencialmente, apenas uma pessoa deve estar na zona perigosa para realizar as tarefas relacionadas.

Sempre que possível o Sistema de Bloqueio e etiquetagem de energias perigosas (parcial) deve ser aplicado às fontes de energia. Para fontes de energia remanescentes, as medidas alternativas de segurança precisam incluir uma ou mais das seguintes:

- Modos "especiais" acessíveis apenas a pessoas autorizadas (por exemplo, chave especial, senha etc.);
- Dispositivos hold-to-run (exemplos: homem morto, botão enable, botão 3 posições) para permitir movimentos mais lentos;
- Dispositivos de aviso adicionais;
- Acesso próximo a dispositivos de parada/movimento de emergência;
- Limitação do modo em termos de tempo ou funcionalidade para forçar o retorno aos modos "normais";
- Necessidade de medidas administrativas como EPI, treinamento etc.

NOTA: as atividades a serem realizadas com exposição de nível tipo 4, são pré-estabelecidas e devem possuir procedimento e ART.

- **NÍVEL 5**

O nível "tipo 5" inclui tarefas relacionadas a atividades de manutenção (completas), preventiva ou corretiva. A presença de mais de uma pessoa na área de risco pode ser necessária durante tais tarefas. Pode haver a necessidade de remover as proteções da máquina como parte da tarefa. **O risco de partida inesperada ou exposição a energias perigosas é alto.** Os riscos podem ser tratados com a aplicação adequada do sistema de Bloqueio de energias perigosas (RAC4) completo (que inclui todas as fontes de energia) para "desenergizar" totalmente a máquina.

7.13.2 Medidas de Controle para Evitar uma Partida Inesperada

Uma maneira de prevenir uma partida inesperada é um procedimento de bloqueio de energia completo associado ao RAC 4, conforme matriz de bloqueio. Nos casos em que o RAC 4 não puder ser aplicado, deve-se cumprir com os termos de "critérios de exceção" conforme PNR-000069.

Atenção especial deve ser dada para evitar partidas inesperadas resultantes de:

- Fechamento de proteções intertravadas;
- Liberação de um dispositivo de parada de emergência;
- Alteração do modo de operação da máquina;
- Ligar depois de qualquer queda de energia de qualquer tipo.

Não deve haver movimentos perigosos na máquina/equipamento nos casos de:

- Perda de energia ou queda de energia/pressão;
- Restauração de energia;
- Liberação de energia.

A máquina não deve reiniciar automaticamente após a restauração da energia sem a necessidade de um reset ou rearme e partida por uma ação deliberada e dedicada.

Medidas nos sistemas de controle devem ser tomadas para evitar o comando de inicialização pretendido resultante da atuação de material (exemplos: acionamento de sensores, fim de curso, carga / peso etc.), falhas ou de fatores externos (exemplo: vibrações etc.).

Os dispositivos de controle “partida” devem ser devidamente projetados, localizados, marcados e protegidos. Se houver vários botões de controle de partida em um painel específico que controle diferentes máquinas e/ou equipamentos e/ou tarefas, cada um deve ser claramente identificado sobre sua ação.

Deve-se aplicar os requisitos de dispositivos PARADA explicados na seção 7.4.

Para paradas relacionadas à segurança, uma vez que o maquinário ou suas funções perigosas tenham parado, o fornecimento de energia aos atuadores relacionados deve ser cortado ou controlado com segurança.

Se houver um interruptor de seleção de modo em uma máquina, ele deve ser do tipo bloqueável (exemplo: chave de transferência, senha etc.) a fim de evitar mudanças não autorizadas do modo de operação.

A função de reset pode ser usada como parte do SRP/CS para evitar uma partida inesperada, antes de reiniciar manualmente a máquina. Dispositivos de reset são os dispositivos que acionam esta função.

Após um comando de parada iniciado por uma medida de proteção ou proteção de um aplicativo de desligamento, o comando deve ser mantido até que todas as condições de segurança sejam atendidas e uma sequência deliberada da ativação da função de reset seja realizada.

A função de reset deve:

- Ser ativada por um dispositivo de reset exclusivo (ou múltiplo);
- Ser operada manualmente e deliberadamente;
- Fazer parte do SRP/CS (especialmente quando é possível trabalhar dentro das proteções);
- Só ser acionado efetivamente se todas as medidas de segurança estiverem operacionais (sem erros ou avisos);
- Não iniciar qualquer movimento ou situação perigosa ao ser ativada;
- Habilitar o sistema de controle da máquina para aceitar um comando posterior de partida;
- Só ser acionada mediante destravamento do atuador do dispositivo de reset de sua posição energizada (ligado);
- Ser identificável através da cor AZUL no botão.

O botão de reset deve estar situado fora da zona de perigo e em posição segura. A localização do botão deve ser selecionada para visualizar claramente toda a área de risco, a fim de confirmar que nenhuma pessoa está na área de risco. Se esse requisito não puder ser cumprido, medidas adicionais devem ser tomadas como:

- Implementação de medidas de detecção de presença para cobrir todas as áreas de risco;

- Implementação de uma sequência de ativação pré-definida de vários dispositivos de reset:
 - Vários botões de reset devem estar presentes, alguns dos quais podem estar localizados dentro da zona de perigo;
 - Um número suficiente de botões deve ser usado para cobrir todas as áreas perigosas;
 - A sequência de ativação dos dispositivos de reset deve ser pré-definida;
 - A sequência de ativação deve ser concluída em um tempo pré-determinado;
- Implementação de sistemas de visualização (ou seja, câmeras de segurança etc.) para a localização dos dispositivos, a fim de visualizar todas as zonas de perigo a serem redefinidas.

Os elementos mecânicos podem se mover não intencionalmente devido a:

- Sua massa e posição (exemplo, elementos desequilibrados etc.);
- Armazenamento mecânico de energia via molas etc.;
- Partes que continuam a se mover por inércia;
- Movimento não intencional devido a gravidade;

Medidas devem ser aplicadas para evitar esse tipo de movimento. Quando aplicável, freios, travamento mecânico através de pinos etc. ou dispositivos de contenção mecânica podem ser usados para levá-los a um estado seguro e controlado.

7.13.3 Seccionamento Manual das Fontes de Energias Perigosas (LOTO)

A máquina e todo o conjunto de instalação devem ser fornecidos com dispositivos de seccionamentos capazes de:

- Seccionar a máquina com segurança de todas as fontes externas de energias perigosas;
- Liberar com segurança qualquer energia perigosa residual armazenada internamente;
- Bloquear e identificar visualmente qualquer energia residual perigosa que não possa ser liberada.

Os dispositivos de seccionamento e contenção de energia devem:

- Ser facilmente identificáveis e acessíveis;
- Ser identificados com sua função ou código conforme indicado nos procedimentos locais de bloqueio de energias perigosas (RAC 4);
- Indicar claramente seu status (Ligado / Desligado);
- Ser capazes de serem bloqueados ou protegidos na posição desenergizada;

- Ser instalados fora das proteções da máquina;
- Ser ativados apenas por ação mecânica direta;
- Ser projetados para possibilitar de forma rápida e fácil um bloqueio de energia perigosa;
- Ser preferencialmente centralizados, localizados próximo das máquinas associadas para facilitar o uso;
- Ser equipado com dispositivos que permitem a dissipação de energias residuais potenciais, onde aplicável;
- Ser agrupados, se possível.

O controle de bloqueio da máquina ou dispositivos de proteção (por exemplo, botão de emergência etc.) não deve ser usado como dispositivo de bloqueio de energia.

Se o bloqueio de dispositivos de seccionamento ou a dissipação de energias residuais requerer equipamentos dedicados, esses acessórios ou equipamentos devem ser fornecidos com a máquina.

Se os acumuladores de energia estiverem presentes, eles também devem ser identificados e incluir um dispositivo de fácil acesso para liberar a energia acumulada.

Para as tarefas (exemplo, manutenção) relacionadas com dispositivos de armazenamento de energia, devem ser preparadas instruções e avisos adequados. Os procedimentos requeridos devem ser implementados na documentação das máquinas.

Sempre que a queda, deriva de equipamentos ou partes apresentar um perigo, dispositivos devem ser instalados para eliminar, ou aplicação de medidas para controlar o perigo.

Os dispositivos de limitação mecânica devem ser monitorados tanto em sua posição de bloqueio quanto na posição armazenada para evitar a partida do equipamento, a menos que o pino ou bloco seja removido e devolvido à sua posição armazenada.

Os dispositivos mecânicos de compressão (exemplos: molas) que possam causar um perigo devem ser capazes de serem liberados, bloqueados ou controlados de outra forma.

7.14 Meio de acesso

A máquina e todo conjunto de instalação deve ser projetado e construído conforme a norma ISO 14122 Segurança de Máquina – Meios Permanente de Acesso a Máquina (partes 1, 2, 3 e 4), de forma a permitir o acesso com segurança a todas as áreas onde a intervenção é necessária durante a operação, ajuste, manutenção e outras atividades relacionadas com a máquina.

O acesso às máquinas devem ser a partir do nível do solo ou das plataformas para reduzir o uso de rampas e escadas.

Os meios de acesso às máquinas devem ser definidos de acordo com o ângulo:

- 0° - 10° Rampas;
- 10° - 20° Rampas com maior resistência ao escorregamento;

Rev.: 00 – 25/11/2021

- 20° - 45° Escadas com espelho no fundo do degrau (O ângulo de inclinação recomendado é entre 30° e 38°);
- 45° - 75° Escada sem espelho no fundo do degrau (O ângulo de inclinação recomendado é entre 45° e 60°);
- 75° - 90° Escada marinheiro.

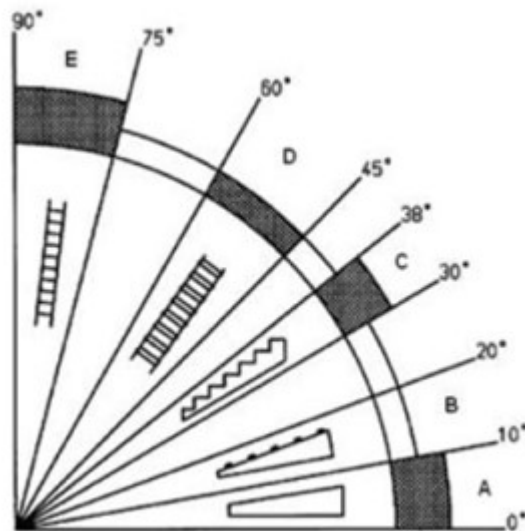


Figura 16 – Ângulos para seleção do meio de acesso

Legenda:

 Meio de acesso preferencial

A – Rampa

B – Rampa com maior resistência ao escorregamento

C – Escadas com espelho no fundo do degrau

D – Escadas sem espelho no fundo do degrau

E – Escadas marinheiro

a) Plataformas de trabalho e passarelas

Passarelas e plataformas devem ser projetadas e instaladas para evitar riscos de queda de pessoas e de objetos, e a exposição de pessoas a agentes nocivos.

Não deve haver obstáculo ou ponto de tropeço, diferença de altura do piso superior a 4 mm e abertura superior a 20 mm, nas passarelas ou pisos da plataforma. O diâmetro máximo de uma abertura na plataforma ou no piso da passarela deve ser inferior a 35 mm. Se houver pessoas passando por baixo, este diâmetro deve ser inferior a 20 mm.

As superfícies devem ter propriedades resistentes a escorregões e devem ser projetadas para evitar o acúmulo de líquidos, sujeira, neve, gelo etc.

Quando o acesso à máquina for necessário em alturas superiores a 1,8 m (ou conforme legislação local mais restritiva), uma plataforma de trabalho deve ser fornecida.

O espaço de altura vertical mínima, entre a plataforma e uma estrutura superior para passagem de pessoas deve ser de 1.900 mm. O espaço mínimo de largura das plataformas deve ser de 800 mm.

Corrimãos ou outros suportes devem ser projetados e colocados para serem usados instintivamente. Os guarda corpos devem ser instalados para passarelas e plataformas que têm um risco de queda superior a 500 mm.

Todas as atividades devem ser feitas sem a remoção de guarda corpo, pisos ou outras barreiras permanentes, sempre que possível.

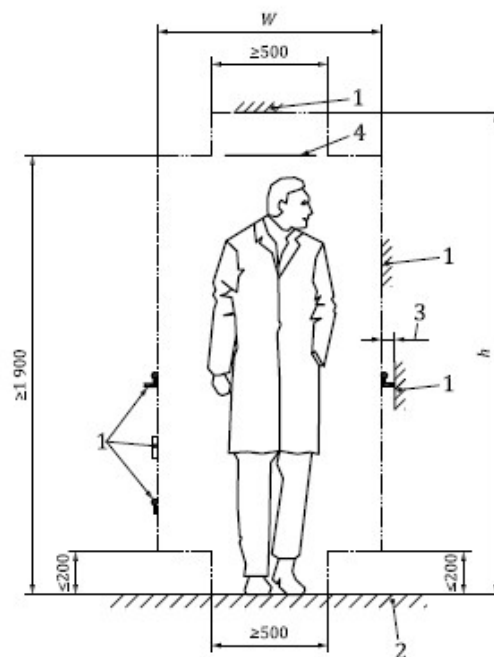


Figura 17 – ISO 14122-2 para acesso seguro em passarelas e plataformas

Legenda:

□ Limitação da “gaiola” de acesso

1 – Obstrução permanente

2 – Plataforma ou passarela

3 – Espaçamento mínimo entre um obstáculo e o corrimão

4 – Obstáculo em passagem

w – Largura livre

h – Altura superior

b) Guarda corpo:

Um guarda corpo deve ser usado nas seguintes situações:

- Um risco de queda superior a 500 mm;
- Uma abertura no chão maior que 180 mm;
- Uma distância entre uma plataforma e estrutura de máquina maior que 180 mm;
- Uma subida em uma escada acima de 500 mm.

Dimensões do guarda corpo:

- A altura mínima do guarda corpo deve ser de 1100 mm;
- A altura do corrimão deve ser < 1100 mm;
- O corrimão deve ser paralelo à linha de caminhada;
- Se houver degraus adicionais perto dos guarda corpos, a altura total do guarda-corpos deve ser projetada em conformidade;
- A altura do rodapé deve ser de pelo menos 100 mm, podendo iniciar a 12mm do piso;
- O travessão intermediário deve criar um vão no máximo de 500mm com rodapé e com o travessão superior;
- Quando os guardas corpos são confeccionados em módulos, a distância entre os módulos deve ser no máximo de 120mm.

NOTA 1: Na existência de normas ou legislações locais mais restritivas devem-se adotar os valores contidos na legislação local.

NOTA 2: Os guardas corpos que se encontram em rota de fuga, devem cumprir as diretrizes do PNR-000127 – Layout de Instalações – Rotas de Fuga.

NOTA 3: Se indicado pela apreciação de risco, os vãos entre o rodapé, travessão intermediário e travessão superior devem ser fechados fisicamente (exemplos: tela, chapa etc.).

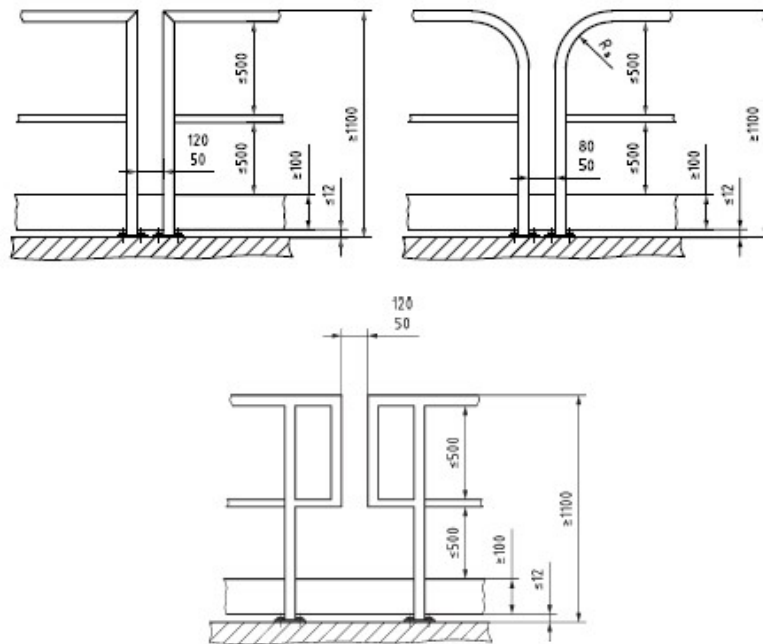


Figura 18 – ISO 14122-2 Sistema de proteção contra quedas de meios de acesso

Os guarda-corpos em escadas com ou sem espelho devem ser contínuos e estar em ambos os lados.

Se for necessário o acesso através dos guarda-corpos, será utilizado um portão que deve:

- Ser de auto-fechamento;
- Permanecer na posição fechada;
- Abrir facilmente para plataforma ou para o piso;
- Ter dispositivo para impedir a abertura do portão para o lado da queda.
-

O diâmetro do tubo do corrimão deve ficar entre 25 mm e 50 mm

c) Escada com espelho

As escadas com espelho podem ser usadas para acessar plataformas se a inclinação estiver entre 20° e 45°, mas o ângulo de inclinação recomendado é entre 30° e 38°.

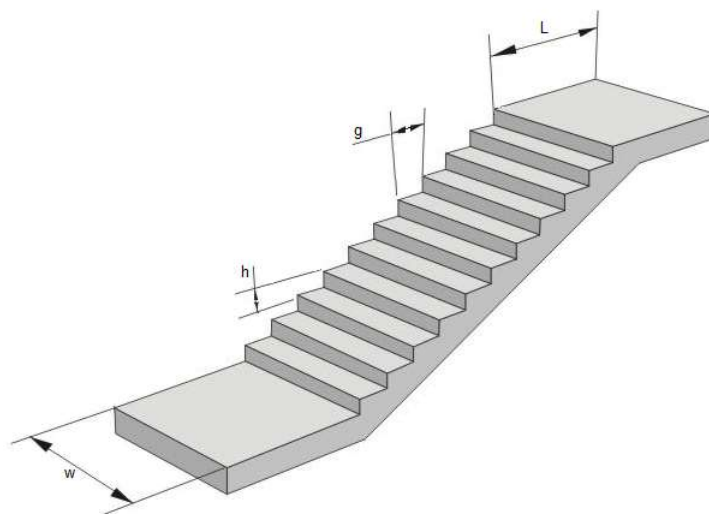


Figura 19 – Imagem detalhada de uma escada com espelho

Legenda:

- h – Altura do degrau
- g – Largura do degrau
- w – Largura da escada
- L – Largura do patamar

Os valores de altura dos degraus em uma mesma escada devem ser iguais.

O degrau mais alto deve ser nivelado com a superfície da plataforma/passarela

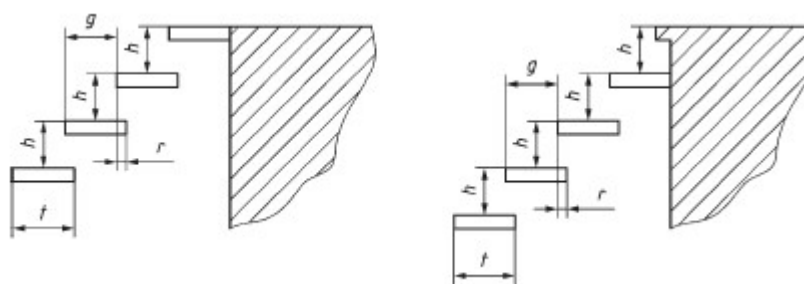


Figura 20 – ISO 14122-3 para posicionar o degrau mais alto das escadas e escadas

O espaço de altura vertical mínima, entre escadas ou estruturas para passagem de pessoas deve ser de 2.300 mm. A altura mínima perpendicular da abertura para subir a escada deve ser de 1.900 mm. O espaço mínimo de largura das escadas deve ser de 800 mm.

d) Escada sem espelho

As escadas sem espelho devem ser usadas para acessar plataformas se a inclinação estiver entre 45° e 75°.

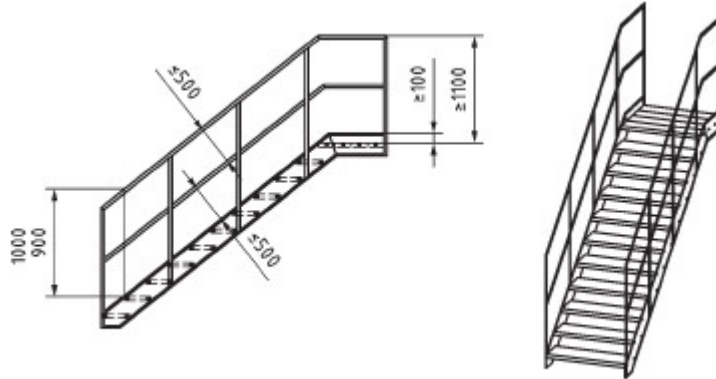
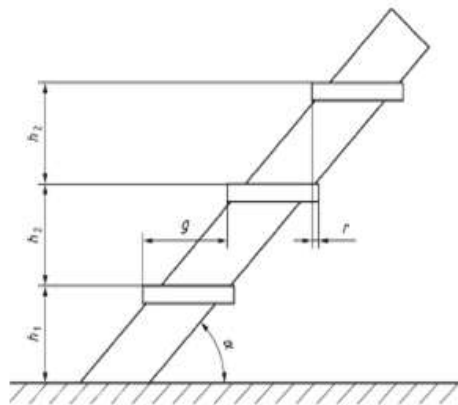


Figura 21 – ISO 14122-3 de implementação de guarda corpos para escadas

Os valores de elevação dos degraus na mesma escada devem ser iguais.

O espaço de altura vertical mínima, entre escadas deve ser de 2.300 mm. O espaço mínimo de largura das escadas deve ser de 800 mm.



	45° $\alpha \le 60^\circ$		60° $\le \alpha \le 75^\circ$	
	h_1	h_2	h_1	h_2
Min.	$0,5 \times h_2$	150	$0,5 \times h_2$	230
Max.	$h_2 + 15$	200	$h_2 + 40$	300

Figura 22 – ISO 14122-3 figura para definir alturas de subidas para escadas sem espelho

Legenda:

g – Profundidade livre do degrau

h – Altura do degrau

r – Projeção entre degraus

α – Ângulo da escada

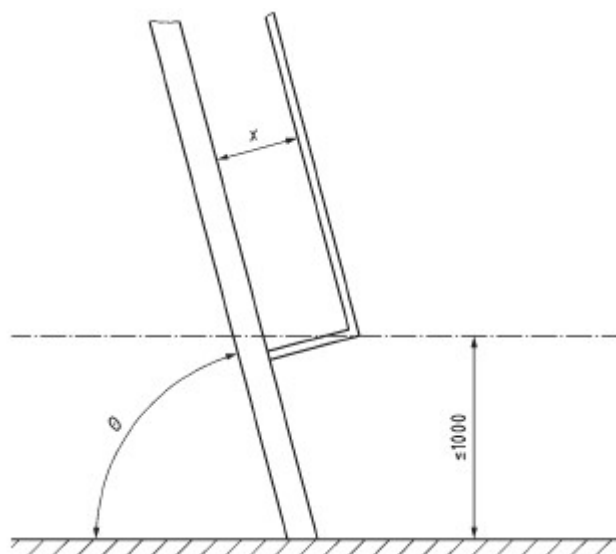


Figura 23 – ISO 14122-3 para posicionar um corrimão em uma escada de degrau

θ degrees	X mm
45	625
50	500
55	375
60	250
65	200
70	150
75	100

Tabela 15 – Tabela ISO 14122-3 para definir o espaçamento entre uma escada e o corrimão

e) Escadas marinheiro

Escadas marinheiro devem ser usadas para acessar plataformas se a inclinação for superior a 75° . Devem ser cumpridos os requisitos contidos no RAC 1.

Dimensões:

- Distância entre as escadas deve ser de 700mm;
- Largura da escada deve ser de 400mm a 600mm;
- Altura entre degraus entre 250mm a 300mm;
- Obrigatório ter dispositivo para uso de trava quedas a partir de 1,80m;
- Escada com lance único, no máximo de 10m;
- Escada com mais de 10 metros, cada lance deve ser no máximo de 6m.
- A escada deve ter afastamento com a estrutura de fixação de no mínimo 200mm;
- A abertura entre a escada e um vão de passagem deve ser de no mínimo 650mm.

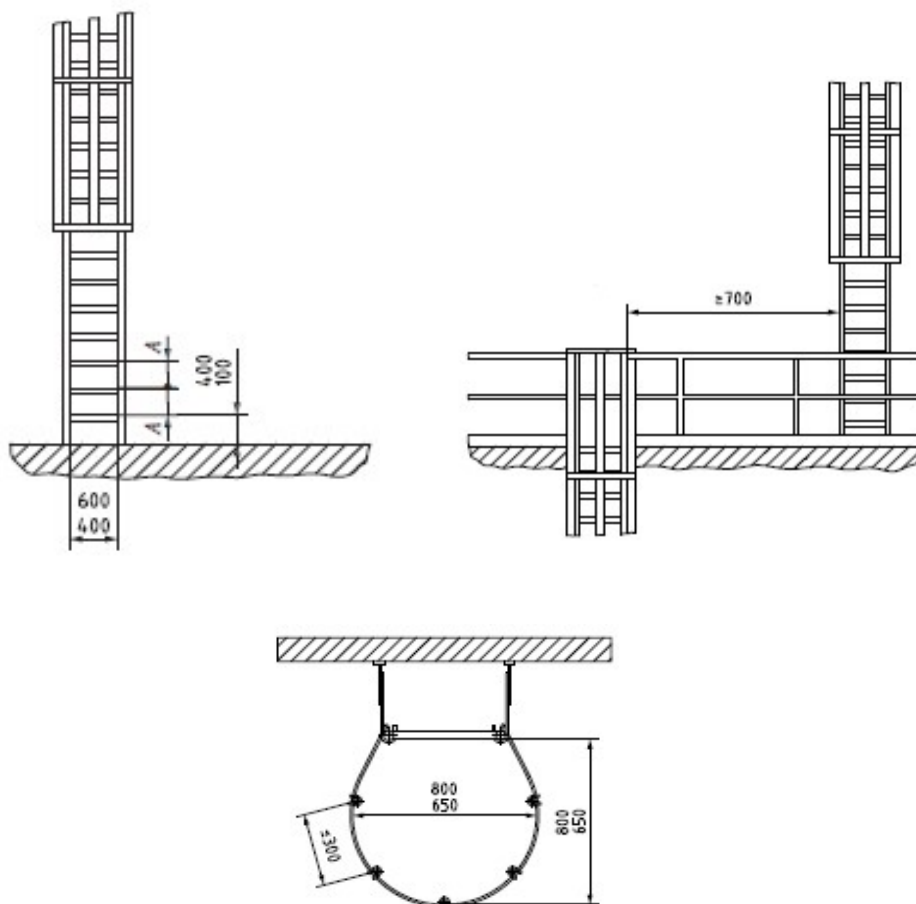


Figura 25 – ISO 14122-4 dimensões de uma escada marinheiro e gaiola de segurança

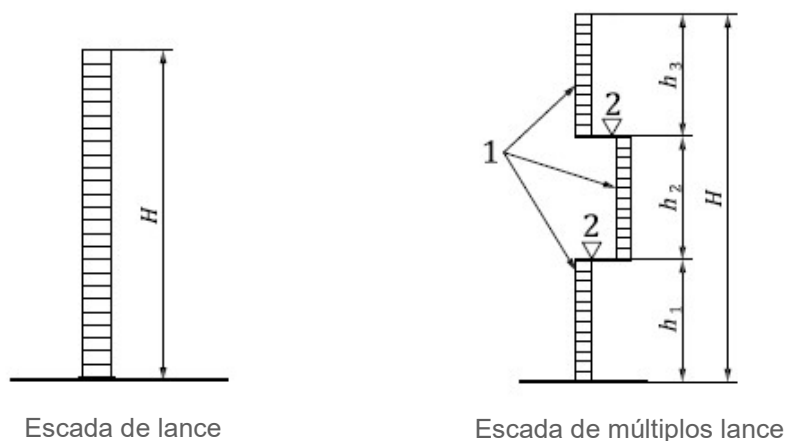


Figura 24 – ISO 14122-4 dimensões de diferentes tipos escadas marinheiro

Legenda:

- 1 – Lances da escada
- 2 – Patamar intermediário
- H – Altura da escada
- h – Altura dos lances

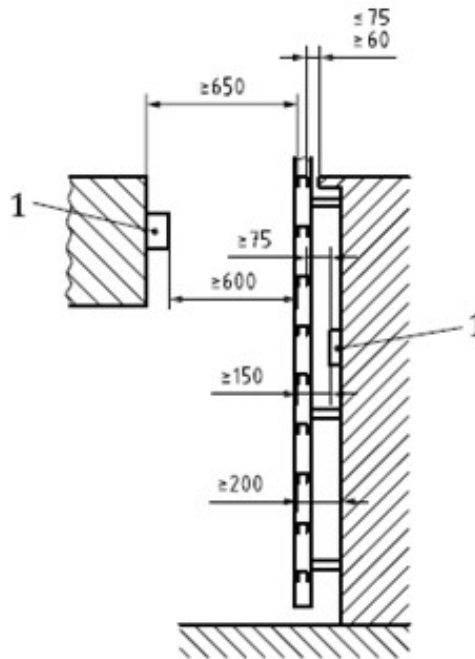


Figura 26 – ISO 14122-4 abertura entre uma escada e um obstáculo permanente

Legenda:

1 – Obstáculos como tubulações ou calhas

7.15 Sistema de Sinalização

Quando um risco residual permanece na máquina, a sinalização de advertência deve usar pictogramas padrão de acordo com a legislação ou normas locais, juntamente com um texto simples no idioma local. A sinalização deve normalmente indicar a natureza do perigo e as precauções necessárias.



Figura 27 – Exemplos de pictograma

Uma lista mais abrangente de pictogramas de aviso pode ser encontrada no Anexo D.

A norma ISO 3864, parte 1, 2 e 3 estabelece as cores de identificação de segurança e os princípios de design para sinais e marcações de segurança a serem utilizados nos locais de trabalho, com a finalidade de prevenção de acidentes e informações sobre os riscos que o trabalhador esteja exposto.

A sinalização de segurança gráfica fornece uma mensagem de segurança geral por meio de uma combinação de cor e forma geométrica e que, pela adição de um símbolo gráfico, transmite uma mensagem de segurança específica.

O material de confecção da sinalização gráfica deve ser durável e adequado ao ambiente. Os símbolos de segurança internacionais são descritos na norma ISO 7010 e preferencialmente devem ser usados para indicar os perigos onde há riscos para as pessoas.

Forma geométrica	Significado	Cor de segurança	Cor de contraste com a cor de segurança	Cor do símbolo gráfico	Exemplos de uso
	Proibição	Vermelha	Branco	Preta	<ul style="list-style-type: none"> - Não fumar - Água não potável - Não tocar
	Ação obrigatória	Azul	Branco	Branco	<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar proteção para os olhos - Utilizar roupa de proteção - Lavar suas mãos
	Advertência	Amarela	Preta	Preta	<ul style="list-style-type: none"> - Advertência: Superfície quente - Advertência: Risco biológico - Advertência: Eletricidade
	Condição segura	Verde	Branca	Branca	<ul style="list-style-type: none"> - Primeiros socorros - Saída de emergência - Ponto de encontro de evacuação
	Equipamento contra incêndio	Vermelha	Branca	Branca	<ul style="list-style-type: none"> - Botteira de alarme de incêndio - Equipamentos de combate a incêndio - Extintor de incêndio

Tabela 16 – Tabela para definição de simbologia gráfica de segurança

Informações de segurança suplementares, como texto e/ou na forma de um símbolo gráfico, podem ser utilizadas para descrever, complementar ou esclarecer o significado de um sinal de segurança.

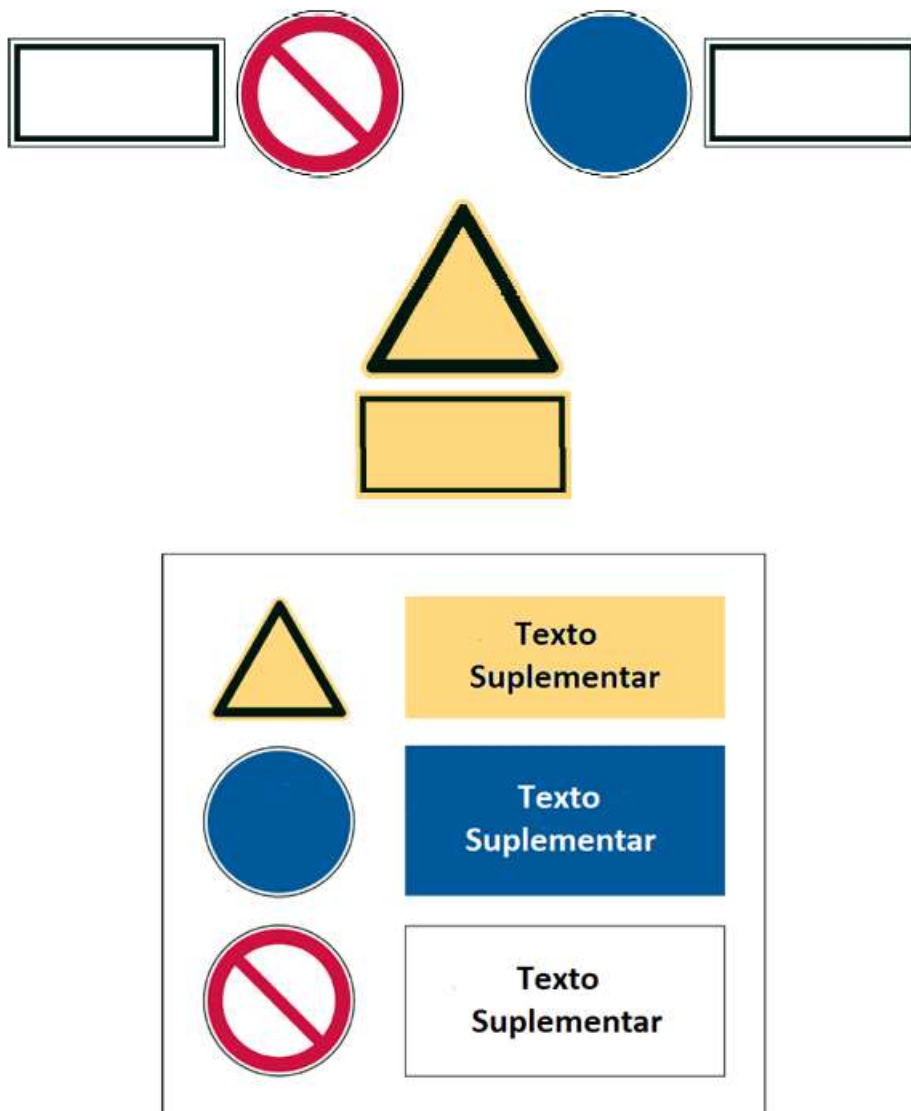


Figura 28 – Sinalização gráfico com informações suplementares

Uso de cores e severidade do perigo:

Cor de Fundo do Painel	Cor do texto	Significado e Uso	Painel de Severidade do Perigo
Vermelho	Branco	PERIGO: painel de severidade para identificar um alto nível de risco	
Laranja	Preto	ATENÇÃO: painel de severidade para identificar um médio nível de risco	
Amarelo	Preto	CUIDADO: painel de severidade para identificar um baixo nível de risco	

Tabela 17 – Tabela para definição de cor do painel de severidade do perigo

Exemplos:



Figura 29 – Exemplo de sinalização gráfica

O objetivo da sinalização é informar, portanto é essencial que ele seja identificável. A identificabilidade dos elementos de sinalização depende de vários fatores:

- Tamanho;
- Tipo de material de confecção;
- Iluminância e contraste;
- Condições da iluminação;
- Ângulo de observação;
- Familiaridade com as formas e os elementos.

7.15.1 Dimensão de sinalização

A relação entre a maior distância a partir da qual o sinal de segurança é legível e notável em forma e cor e a altura do sinal de segurança junto com o fator de distância Z é dada pela seguinte equação:

$$h = l / Z$$

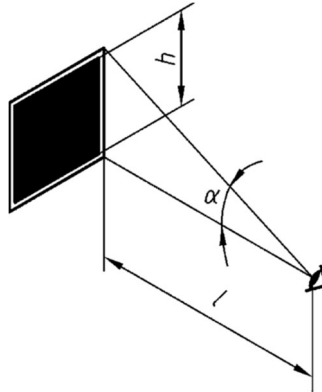


Figura 30 – Exemplo para a extensão angular de uma sinalização de segurança

Legenda:

l - é a distância de observação

h - é a altura da sinalização

Z - é o fator de distância = $1 / \tan \alpha$

α - é a extensão angular da sinalização

8 LISTA DE ELABORADORES

Nome Completo	E-mail
Aender Vaz	aender.vaz@vale.com
Ahmed Kalbani	ahmed.kalbani@vale.com
Alcemir Alves	alcemir.alves@vale.com
Alcimar Silva	alcimar.silva@vale.com
Alexandre Simoes	Alexandre.simoes@vale.com
Alice Sousa	alice.sousa@vale.com
Aline Ribeiro Da Silva	Aline.Ribeiro1@vale.com
Anderson Fontes	anderson.fontes@vale.com
Anderson Lomasso	anderson.lomasso@vale.com
Anderson Souza Pereira Cruz	anderson.s.cruz@vale.com
Andre Barreto	andre.barreto@vale.com
Angela Grubber	Angela.Grubber@vale.com
Asri Djaya	Asri.Djaya@vale.com
Maurício Barile	M.Barile@pilz.com.br
Breno Rossi	Breno.Rossi@vale.com
Bruno Reda	bruno.reda@vale.com
Camila Nunes	camila.nunes@vale.com
Cara Seiler	Cara.Seiler@vale.com
Carlos Dias	carlos.dias@nacalalogistics.com
Chris Lepera	Chris.Lepera@vale.com
Clauder Wagner Mangelo Da Silva	clauder.silva@vale.com
Claudio Ataide	claudio.ataide@vale.com
CONSTÂNCIO ROBERTO	constancio.roberto@nacalalogistics.com
Donizetti Silva	Donizetti.silva@vale.com
Edmilson Pires	edmilson.pires@vale.com
Eric Rodrigues Santos	eric.rodrigues.santos@vale.com
Erick Araujo	erick.araujo@vale.com
Ernane Costa	ernane.costa@vale.com
Evandro Dicerri	Evandro.Dicerri@vale.com
Evandro Lopes	evandro.lopes@vale.com
Everton Gianlorenco	everton.gianlorenco@vale.com
Felipe Motta Teixeira	felipe.teixeira@vale.com
Francisco Ricarte	francisco.ricarte@nacalalogistics.com
Gencil, Can	c.gencil@pilz.com.tr
Gerle Ferraco	Gerle.Ferraco@vale.com
Gisela de Camargo	giselabc@gmail.com
Grack Rodrigues Gama	grack.gama@vale.com
Hamyar Alriyami	hamyar.alriyami@vale.com
Hayes, David	D.Hayes@pilz.ie
Iderson Fabiano	iderson.fabiano@vale.com
Igor Hosken	igor.hosken@vale.com

Irismar Mesquita	Irismar.Mesquita@vale.com
Jeff Wilkinson	Jeff.Wilkinson@vale.com
Jim Mathiasen	Jim.Mathiasen@vale.com
Joao Claudio Dos Santos Loureiro Junior	joao.loureiro@vale.com
Joao David	joao.david@nacalalogistics.com
Joao Samuel De Carvalho Neto	Joao.Neto@vale.com
Junio Marins	junio.marins@vale.com
Keijiro Shibata	keijiro.shibata@vale.com
Laiz Fonseca	Laiz.Fonseca@vale.com
LEONARDO RODRIGUES PAES	leonardo.paes@vale.com
Leonardo Silva Dias	dias.leonardo@vale.com
Lucas Arigoni Guimaraes	lucas.arigoni.guimaraes@vale.com
Lucas Evangelista De Carvalho	lucas.evangelista.carvalho@vale.com
Lucas Veiga Chetto Coutinho	Lucas.Veiga.Coutinho@vale.com
Luciano Ruy	luciano.ruy@vale.com
Luis Renato	luis.renato@vale.com
Marco Mendes	marco.mendes@vale.com
Marcus Batista Bandeira Dos Santos	Marcus.Batista.Santos@vale.com
Marina Veronese Resston	Marina.Resston@vale.com
Mayk Ferreira	mayk.ferreira@vale.com
Moacir Santiago	moacir.santiago@vale.com
Nicholas Pankiw	Nicholas.Pankiw@vale.com
NURFATIHA AISHAH AMIRUDIN	nurfatiha.aishah@vale.com
Olavo Caetano	olavo.caetano@vale.com
OMAYMA AL FARSI	omayma.farsi@vale.com
Paulo Cueller	paulo.cueller@vale.com
Paulo Lacerda	paulo.lacerda@vale.com
Priscila Jardim Mariano Cabral	Priscila.Cabral@vale.com
Rafael Costa De Oliveira	Rafael.Oliveira5@vale.com
Raphael Zerrenner	raphael.zerrenner@vale.com
Regina Penna	regina.penna@vale.com
Reginaldo Mendes	reginaldo.mendes@vale.com
Renato Nogueira Oliveira	renato.nogueira.oliveira@vale.com
Reynaldo Junior	reynaldo.junior@vale.com
Rhomer Mello	rhomer.mello@vale.com
Rodrigo Pantoja	Rodrigo.Pantoja@vale.com
Rogeria Colen	rogeria.colen@vale.com
Ronan Santos	Ronan.Santos5@vale.com
Rudson Chaves de Souza	rudson.souza@vale.com
Saud Alhabsi	saud.alhabsi@vale.com
Srebovt, Ana Maria	A.Srebovt@pilz.ie
Stephen Lawson	Stephen.Lawson@vale.com
Suryanto Slamet	Suryanto.Slamet@vale.com

Talal Rushdi	talal.rushdi@vale.com
Tejvinderjit Singh Gill Git Singh	tejvinderjit.singh@vale.com
THAIS ARYADNE NASCIMENTO ALVES	thais.alves@vale.com
Thomas Fontes	Thomas.Fontes@vale.com
Tinelli, Denise	D.Tinelli@pilz.com.br
Vaz, Joao	J.Vaz@pilz.ca
Vinicios Marcelino	Vinicios.Marcelino@vale.com
Vinycios Barbosa	vinycios.barbosa@vale.com
Wagner Martins	wagner.martins@vale.com
Waldemir Sousa	waldemir.sousa@vale.com
Wellington Santana	wellington.santana@vale.com
Zelica Alves	zelica.alves@vale.com

9 HISTÓRICO DE REVISÃO

Número da Revisão	Data	Revisado por	Descrição
00	19/11/2021	Rudson Chaves	Emissão

10 ANEXOS

10.1 Anexo A - Diferenças entre países/áreas

a) Brasil – NR12

Existe uma lei nacional no Brasil que estipula os requisitos mínimos de segurança para máquinas e equipamentos:

- Norma Regulamentadora 12 (NR-12) – SEGURANÇA DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTO

A declaração de conformidade Europeia ou outras certificações internacionais como as Nortes Americanas, não são aceitas como confirmação dos requisitos de segurança implementados de acordo com a NR-12. Máquinas fabricadas de acordo com as atuais diretrizes europeias e padrões harmonizados com conformidade CE e normas Norte Americanos geralmente têm pré-requisitos excelentes para a conformidade segundo as legislações Brasileiras, porém ainda necessitam de comprovação.

A NR12 é aplicada todo tipo de máquinas, novas ou usadas, com algumas exceções específicas: máquinas para exportação, máquinas movidas por força humana ou animal, máquinas sem fins produtivos expostas como antiguidades, eletrodomésticos, ferramentas portáteis e máquinas certificadas pelo INMETRO

A conformidade deve levar em conta todas as outras NR's, as normas técnicas nacionais oficiais vigentes ou as normas internacionais aplicáveis e, na ausência destas, as normas europeias tipo "C".

Exceto para o Brasil, não há atualmente requisitos de segurança específicos máquinas aplicáveis aos países sul-americanos.

b) América do Norte (Estados Unidos e Canadá)

Nos EUA e no Canadá, a marca CE e a declaração de conformidade CE não têm aceitação legal. Uma exportação baseada exclusivamente na conformidade CE é ilegal e deve ser categorizada como muito crítica em relação à responsabilidade do produto. Em geral, instalações e máquinas não podem ser comissionadas nos EUA ou Canadá sem a aprovação de inspetores especiais dos estados, condados ou municípios, as chamadas Autoridades com Jurisdição (AHJ) nos EUA ou Safety Authority Officers (SAO) no Canadá..

A Administração de Segurança e Saúde Ocupacional (OSHA), uma agência subordinada ao Departamento de Trabalho dos EUA, é responsável por definir e monitorar medidas básicas de saúde e segurança nos EUA. Ela especifica os requisitos mínimos nos padrões OSHA; estes podem ser encontrados no Código de Regulamentos Federais (CFR) sob o número 29 CFR 1910.

O Centro Canadense de Saúde e Segurança Ocupacional (CCOHS) é responsável por definir e monitorar medidas básicas de saúde e segurança no Canadá, assim como a OSHA nos EUA.

Com relação à segurança de máquinas nos EUA e Canadá, pode-se tomar como definição geral que uma implementação consistente dos requisitos de segurança com base em normas internacionais fornecendo uma base significativa para satisfazer os requisitos de segurança que se aplicam nos EUA e Canadá, mas as diferenças nas normas nacionais (por exemplo, NFPA, ANSI) ainda devem ser aplicadas.

c) Europa – Marcação CE

A Regulamentação comum na Europa sobre segurança de máquinas é a marcação CE de máquinas. A marca CE significa “Communauté Européenne”. Um fabricante usa esta marca para documentar a conformidade com todas as Diretivas do mercado interno europeu que são relevantes para o produto. Os produtos com a marca CE podem ser importados e vendidos na Europa sem considerar as legislações locais. A União Europeia (UE) formula objetivos gerais de segurança por meio de Diretivas que tratam de questões específicas. Quando um produto se enquadra no escopo de várias Diretivas que preveem a marcação CE, a marcação indica a presunção de que o produto está em conformidade com as disposições de todas essas Diretivas. As Diretivas só entram em vigor através de acordos de países individuais dentro da UE, que as incorporam no seu direito interno. Em cada país da UE, uma lei ou regulamento refere-se à diretiva relevante da União Europeia e, portanto, a eleva ao status de lei nacional.

Os objetivos de segurança que precisam ser especificados com mais precisão são realizados por meio de Normas. As normas não têm relevância jurídica direta por si só até serem publicadas no Jornal Oficial da UE ou referenciadas em leis e regulamentos nacionais. Estas são as publicações pelas quais uma norma pode adquirir “presunção de conformidade”. Presunção de conformidade significa que um fabricante pode assumir o atendimento aos requisitos da Diretiva correspondente que são cobertos pela norma, desde que ele cumpra as especificações da norma.

Quando o fabricante aplica uma norma harmonizada publicada no Jornal Oficial da UE, se houver qualquer dúvida, a má conduta terá de ser comprovada. Quando o fabricante não aplicou uma norma harmonizada, terá de provar que agiu em conformidade com as diretivas. Essa rota é geralmente mais complexa, mas, em uma indústria inovadora em particular, muitas vezes é inevitável.

O sistema altamente abrangente para as diretivas da UE estabelecidas na Europa com as normas harmonizadas correspondentes em combinação com o procedimento de avaliação de conformidade CE e procedimento de marcação CE para componentes de segurança e máquinas, normalmente fornece uma base muito boa de segurança, mas não é automaticamente aceito em todo do mundo, também se aplicam outras leis, diretivas e normas legalmente obrigatórias.

d) Rússia - TR

Na Federação Russa, um decreto estipula os requisitos mínimos básicos de segurança para máquinas e equipamentos, bem como um procedimento de avaliação de conformidade obrigatório combinado com um procedimento de certificação:

- N 753 Decreto do Governo da Federação Russa - Regulamento Técnico (TR) sobre segurança de máquinas e equipamentos

A base é um processo de harmonização contratual entre a UE e a Federação Russa para alinhar os diferentes regulamentos relacionados à segurança e procedimentos de avaliação de conformidade para máquinas na Federação Russa. O decreto inclui dois anexos, um com uma lista das máquinas que requerem certificação e outro com máquinas para as quais uma declaração russa de conformidade é necessária. Com a obrigação de certificação, a máquina deve ser verificada por um laboratório de testes credenciado localmente e um certificado TR deve ser emitido. O procedimento é comparável a um exame de tipo de acordo com a Diretiva de Máquinas. Se uma declaração de conformidade necessária for emitida, ela ainda deve ser adicionalmente verificada, aprovada e registrada por um organismo de certificação credenciado nacionalmente.

O TR para máquinas é válido em todos os países da união aduaneira e as normas russas GOST são reconhecidas como a base para a conformidade. O EAC (Conformidade EurAsiana) é uma marca de conformidade euro-asiática independente que existe como uma marca visível externamente.

e) Japão

A Lei Japonesa de Segurança Industrial e Saúde exige requisitos específicos de projeto relacionados a certas máquinas (guindastes, elevadores etc.). A lei também estabelece que o operador da máquina é responsável por realizar a apreciação de risco e garantir a segurança no trabalho. A lei também contém requisitos para vasos de pressão, máquinas de embalagem para a indústria alimentícia e máquinas móveis. Atualmente, não há obrigações concretas para aceitação ou aprovação de instalações e máquinas.

f) China - CCC

Na China, a Administração Estatal de Segurança do Trabalho é responsável por definir e monitorar as medidas de saúde e segurança. O monitoramento é garantido por inspetores locais de saúde e segurança. Os padrões de segurança de máquina chineses são usados para instalações e máquinas. A China tem seu próprio sistema de certificação chinês – Certificado Compulsório Chinês (CCC). A marca CCC é usada para marcação de produtos certificados em categorias definidas. Instalações e máquinas não estão sujeitas a esta certificação.

g) Coreia do Sul - KCs

Na Coreia do Sul, a Agência de Segurança e Saúde Ocupacional da Coreia (KOSHA) é a agência governamental responsável por desenvolver, implementar e monitorar medidas de saúde e segurança. A Lei Coreana de Segurança e Saúde Ocupacional constitui a base do trabalho da KOSHA. Um elemento importante do monitoramento realizado pela KOSHA é o procedimento de aprovação para vários componentes de segurança, máquinas e instalações. Em instalações e máquinas, a marca KCs (Marca de Segurança de Certificação Coreana) e documentada por meio de um certificado é obrigatória. Os institutos de teste credenciados nacionalmente são responsáveis pela certificação. Existem dois procedimentos diferentes de certificação ou aprovação que devem ser solicitados pelo fabricante da máquina e da planta, assim como o importador antes da exportação; estes devem ser realizados com um resultado de teste positivo, certificação obrigatória para máquinas perigosas e auto certificação do fabricante da máquina.

h) Austrália e Nova Zelândia

Na Austrália, o escritório nacional segurança no trabalho Australiano é responsável por desenvolver e definir as condições da estrutura legislativa e pelo seu monitoramento. A lei nacional da Saúde e Segurança do Trabalho (WHS) constitui a base para a saúde e segurança. Apenas os estados de Vitória e Austrália Ocidental desenvolveram e implementaram seus próprios requisitos de saúde e segurança como Atos de Saúde e Segurança Ocupacional. As medidas de saúde e segurança definidas são geralmente obrigatórias e, portanto, devem ser observadas. O monitoramento é realizado por fiscais dos respectivos estados e territórios.

A Lei de Saúde e Segurança no Trabalho (HSW) foi aplicada na Nova Zelândia para as medidas de saúde e segurança necessárias a serem implementadas. O escritório nacional segurança no trabalho da Nova Zelândia é responsável por desenvolver e definir as condições da estrutura legislativa e pelo monitoramento. As medidas de saúde e segurança definidas são geralmente obrigatórias e, portanto, devem ser observadas. O monitoramento também é realizado por inspetores locais na Nova Zelândia.

O fabricante / fornecedor deve garantir que a máquina atenda às especificações desta norma e a todos os regulamentos locais do país onde o maquinário será usado.

10.2 Anexo B – Determinação do PLr de acordo com a ISO 13849-1

Para cada função de segurança, um nível de desempenho exigido (PLr) deve ser determinado. Esta determinação deve ser baseada na apreciação de risco ou pode ser especificada conforme normas da máquina aplicáveis. O método abaixo é retirado da norma ISO 13849-1.

Há 3 parâmetros para determinar o valor do PLr:

- Severidade do dano (S);
- Frequência e/ou tempo exposição para o perigo (F);
- Possibilidade de evitar o evento perigoso (P).

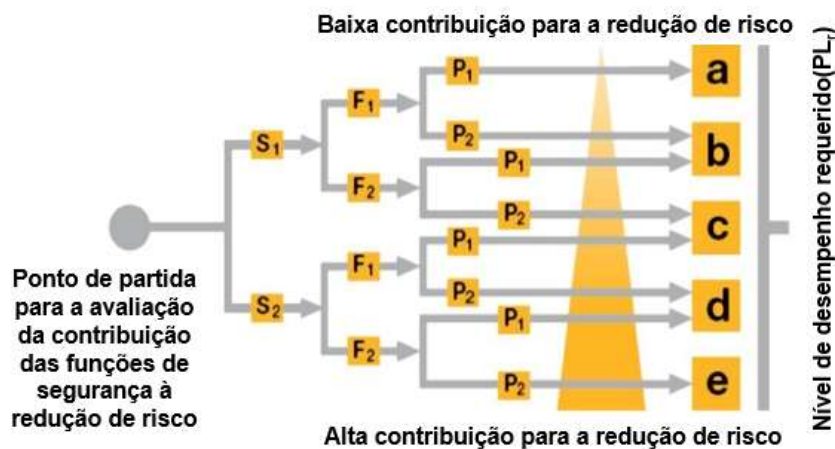


Figura 31 – Processo de determinação do PLr

- S1: Baixa Gravidade - Lesão leve / reversível;

- S2: Gravidade alta - Lesões graves / irreversíveis ou morte;
- F1: Baixa frequência - Raramente ou baixa frequência e/ou o tempo de exposição curto (inferior a uma vez a cada 15 minutos ou inferior a 1/20 do tempo operacional geral);
- F2: Alta frequência - Frequente a contínua e/ou o tempo de exposição longo (maior que uma vez a cada 15 minutos ou maior que 1/20 do tempo total de operação);
- P1: Possível sob condições específicas (a visibilidade é alta, o movimento é lento, etc.);
- P2: quase impossível (movimentos de alta velocidade, etc.).

De acordo com as respostas, especificadas acima, fornecidas para o evento perigoso, o caminho da Figura 31 deve ser seguido para determinar o valor PLr da função de segurança específica.

10.3 Anexo C – Definições de categorias de segurança

a) Categoria B

SRP/CS's e/ou seus equipamentos de proteção, bem como seus componentes, devem ser projetados, construídos, selecionados, montados e combinados de acordo com as normas pertinentes e usando princípios básicos de segurança para que possam suportar a influência esperada.

É o nível mais baixo das categorias de segurança. Não há DC e o $MTTF_d$ é baixo a médio. CCF não é relevante.

O PL máximo alcançável com a Categoria B é $PL = b$

A ocorrência de uma falha pode levar à perda da função de segurança.

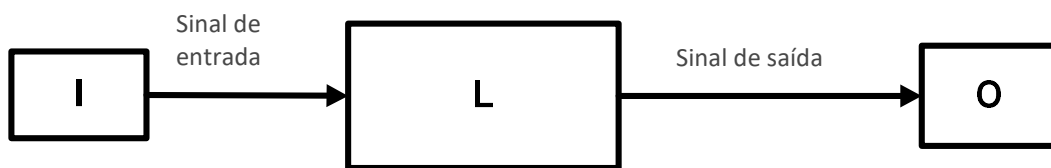


Figura 32 – Arquitetura da categoria B e categoria 1

I = Entrada (Sensor Ou sinal de entrada)

L= Lógica ou Circuito de segurança

O = Saída ou Atuador

b) Categoria 1

Os requisitos da categoria B devem ser aplicados. Além disso, componentes bem testados e princípios de segurança comprovados devem ser usados.

Não há DC e o $MTTFD$ é alto. CCF não é relevante.

O PL máximo alcançável com Categoria B é $PL = c$

A ocorrência de uma falha pode levar à perda da função de segurança, mas a probabilidade de ocorrência é inferior à Categoria B.

c) Categoria 2

Os requisitos da Categoria B e os princípios de segurança comprovados devem ser aplicados. A função de segurança deve ser verificada em intervalos adequados pelo sistema de controle da máquina.

O DC do canal funcional deve ser pelo menos baixo. O MTTFD de cada canal pode ser de baixo a alto. Devem ser aplicadas medidas contra o CCF.

Se a saída do equipamento de teste (OTE) puder iniciar um estado seguro até que a falha seja eliminada, $PL = d$ pode ser alcançado. Caso contrário (somente advertência), o PL máximo alcançável é $PL = c$.

A ocorrência de uma falha pode levar à perda da função de segurança entre as verificações. A perda da função de segurança é detectada pela verificação.

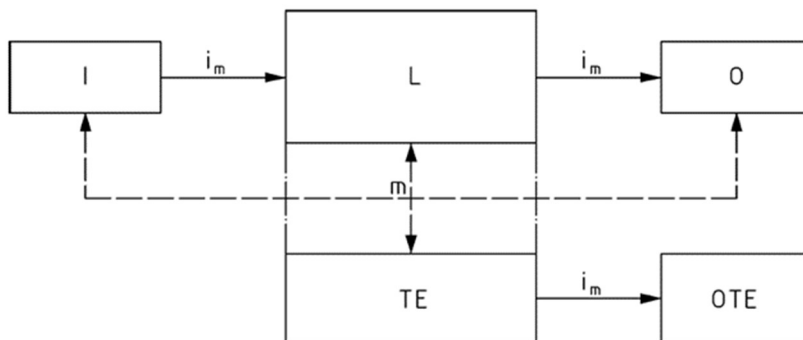


Figura 33 – Arquitetura da categoria 2

I = Entrada (Sensor ou sinal de entrada)

L= Lógica ou Circuito de Segurança

O = Saída ou Atuador

TE: Equipamento de teste

OTE: Saída do TE (saída ou atuador)

im = Conexões

m = monitoramento

d) Categoria 3

Os requisitos da Categoria B e os princípios de segurança comprovados devem ser aplicados. A função de segurança deve ser projetada de modo que:

- Uma única falha em qualquer uma dessas partes não leva à perda da função de segurança, e
- Sempre que razoavelmente praticável, uma única falha será detectada.

A DC dos canais funcionais deve ser pelo menos baixo. O MTTFD de cada canal pode ser de baixo a alto. Devem ser aplicadas medidas contra o CCF.

Para a presença de uma única falha, a função de segurança pode ser preservada. A detecção de algumas falhas, mas não de todas, é possível. O acúmulo de falhas não detectadas pode levar à perda da função de segurança.

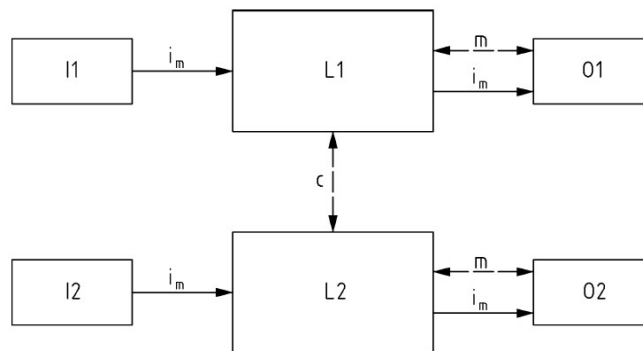


Figura 34 – Arquitetura da categoria 3

I = Entrada

im = Conexões

L= Lógica ou Circuito de Segurança

m = Monitoramento

O = Saída ou Atuador

c = Monitoramento Cruzado

e) Categoria 4

Os requisitos da Categoria B e os princípios de segurança comprovados devem ser aplicados. A função de segurança deve ser projetada de modo que:

- Uma única falha em qualquer uma dessas partes não leva à perda da função de segurança, e
- A falha é detectada antes ou durante a próxima solicitação da função de segurança; um acúmulo de falhas não deve levar à perda da função de segurança.

O DC do canal funcional e o MTTFD de cada canal devem ser altos. Devem ser aplicadas medidas contra o CCF.

Mesmo com a presença de uma única falha, a função de segurança é mantida. A detecção de falhas é realizada a tempo de evitar a perda da função de segurança. O acúmulo de falhas não detectadas é levado em consideração.

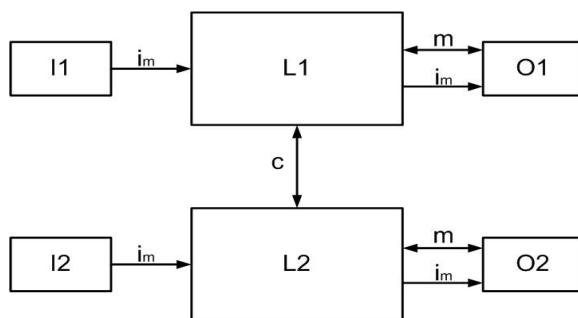


Figura 35 – Arquitetura da categoria 4

I = Entrada

L= Lógica ou Circuito de Segurança

O = Saída ou Atuador

im = Conexões

m = Monitoramento

c = Monitoramento Cruzado

10.4 Anexo D – Pictogramas de Atenção

Uma lista seleccionada de pictogramas de atenção pode ser encontrada nesta seção:



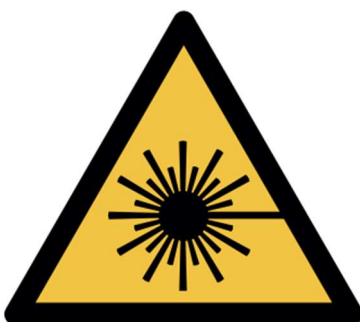
Símbolo Geral de Atenção



Material Explosivo



Material radioativo ou radiação ionizante



Radiação laser



Radiação não-ionizante



Material magnético



Obstáculo ao nível do chão



Perigo de queda



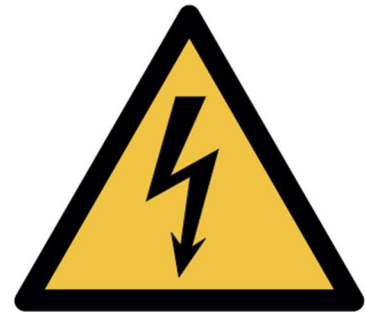
Perigo biológico



Baixa Temperatura / Congelante



Superfície escorregadia



Choque elétrico



Empilhadeiras ou veículos industriais



Carga suspensa



Material tóxico



Superfície Quente



Partida automática



Esmagamento de corpo



Obstáculo acima



Material inflamável



Elemento cortante



Substância corrosiva



Esmagamento de mão



Elemento rotativos contrário



Carregamento de bateria



Radiação ótica



Substância oxidante



Cilindro pressurizado



*Esmagamento de mão entre
ferramenta de dobras*



*Esmagamento de mão entre
ferramenta e material de dobras*



Movimento repentino de peças de dobradeira



Queda de objetos



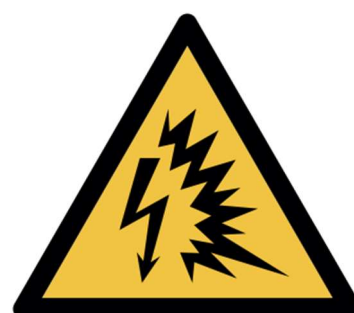
Atropelamento por equipamento operado por controle remoto



Ruído repentino



Atmosfera asfixiante



Arc-flash (Surto)

Figura 36 – Exemplos de pictogramas